

Desarrollo del pensamiento numérico de los estudiantes de grado tercero en la estructura multiplicativa a través del desarrollo de una aplicación móvil

Ponente Principal:

Diego Armando Bautista Díaz
Secretaría de Educación de Bogotá
Docente
Bogotá-Colombia
bautdiego@gmail.com

Coautores:

Carmen Cecilia Rojas Acero
Secretaría de Educación de Bogotá
Docente
Bogotá- Colombia
carmenceci09@hotmail.com

Miguel A. Sandoval Moyano
Secretaría de Educación de Bogotá
Docente
Bogotá- Colombia
inq_miquelangel@hotmail.com

William Rincón Cendales
Secretaría de Educación de Bogotá
Docente
Bogotá- Colombia
wrcbog@hotmail.com

Resumen

Este informe se presenta como resultado del trabajo de grado de maestría titulado: “Desarrollo del pensamiento numérico de los estudiantes de grado tercero en la estructura multiplicativa a través del uso de una aplicación móvil (APPs)”; realizado en los colegios Colombia Viva, Rural Pasquilla y Estrella del Sur e Instituto Técnico Internacional, adscritos a la Secretaría de Educación de Bogotá D.C. El objetivo de la investigación es desarrollar el pensamiento numérico de los estudiantes en el tema de la estructura multiplicativa a través del diseño, desarrollo e implementación de una aplicación móvil (Apps), basada teóricamente en los campos conceptuales de Vergnaud, donde la estructura multiplicativa es entendida como una relación cuaternaria, para la investigación se acoge el subtipo denominado el “Isomorfismo de Medidas”, donde existen cuatro variables y dos espacios de Medidas.

El diseño del estudio fue de tipo experimental, por lo cual, se concibió una estrategia de intervención directa con estudiantes empleando para ello el método de investigación acción participativa, aplicada en población de grado tercero de educación básica primaria. . Durante el proceso se recolectaron, analizaron y discutieron datos de tipo mixtos en el marco de una investigación de tipo descriptivo.

Palabras claves: Estructura multiplicativa, aplicación móvil, isomorfismo de medidas.

Abstract

This issue is the result of a magister degree research titled : Development numerical thinking in third grade students into the multiply structure through a movil application (App)"; carried out at schools Colombia Viva, Rural Pasquilla and Estrella del sur, Instituto Técnico Internacional, assigned to the Education Secretary of Bogotá D.C. The main target of this research is the development of numerical thinking of the students about multiply structure through the design, development and implementation of a movil application (App), based theoretically on Vergnaud conceptual fields, where the multiply structur is understood as a quaternary relation, this research embraces the subtype named "Measures isomorphic", where exist four variables and two measures spaces.

The design of the research was of the experimental kind, this is why, it was conceived a direct intervention with students using the research method participative action, applied in third grade population in primary basic education. During the process, was collected, analyzed and argued mixed types framed in a research of descriptive kind.

Keywords: multiplicative structure, mobile application, isomorphism of measures.

Introducción

El propósito de esta investigación es verificar que la teoría de (Vergnaud, 1995), relacionada con el Isomorfismo de Medidas es útil en la enseñanza de la multiplicación de estudiantes de básica primaria que abordan este tema matemático, y que al ser aplicado a una estrategia pedagógica utilizando una herramienta tecnológica, como una aplicación, instalada en dispositivos móviles y en diferentes plataformas informáticas como computadores personales al alcance de los estudiantes de instituciones educativas de colegios oficiales, propician el mejoramiento del pensamiento numérico en la estructura multiplicativa. Estos dispositivos informáticos han penetrado significativamente en la sociedades actuales, y resultan ser muy atractivos para estudiantes que están continuamente conectados a plataformas y contenidos educativos, de entretenimiento y de información. La aplicación denominada "MULTIAPPS", está diseñada para fortalecer las relaciones entre los factores que se ven reflejadas en una operación matemática.

Las aplicaciones informáticas asumen gran importancia porque los educadores pueden disponer de una herramienta adicional de enseñanza, que resulta ser motivante y propicia mejores aprendizajes. La investigación establece como punto de partida el problema de investigación, los objetivos, la justificación de porque los educadores deben establecer cambios didácticos y asumir explorar nuevas metodologías que ya tienen al alcance y de esta manera atacar el preocupante fracaso escolar y alta deserción presentada en los primeros años de la educación en niños y niñas de nuestro sistema educativo. Esta investigación trasciende no solo donde se hizo la investigación, porque sus hallazgos pueden ser aplicados en cualquier institución educativa nacional o internacional.

Planteamiento del Problema y Justificación

Una situación que se observa en colegios Colombia Viva, Estrella del Sur y Rural Pasquilla es que los profesores a nivel metodológico no optan por trabajar situaciones problemáticas que puedan extender el Campo Conceptual de la Estructura Multiplicativa de los estudiantes. Muchos de ellos parecen desconocer la teoría de los Campos Conceptuales y las ventajas que esta representa para el aprendizaje de los estudiantes, por eso, se limitan a trabajar con los niños sólo una pequeña porción de situaciones, exigiendo raciocinios bastante elementales en los problemas, extendiendo el campo conceptual de los niños de forma limitada.

La disponibilidad de diversas Tecnologías de la información aplicadas a la educación permiten la inclusión de mejoras interesantes para mejorar los procesos de intervención en el aula, sin embargo aunque el auge de la TIC en la educación ya lleva un tiempo considerable para los niños, además de nuevas actividades que podrá sugerir o desarrollar los investigadores u otras personas interesadas en contribuir a la mejora del aprendizaje de las Matemáticas en nuestros colegios, lo que lleva a la pregunta. ¿El diseño de una estrategia didáctica basada en el diseño y aplicación de un software móvil (Apps) formulada desde los campos conceptuales de Vergnaud mejora el proceso de desarrollo de la estructura multiplicativa en estudiantes del grado tercero en los colegios Colombia Viva, Estrella del Sur, Rural Pasquilla y Técnico Internacional?

El pensamiento numérico según los Lineamientos Curriculares para el área de matemáticas que propone el (Ministerio de Educación Nacional, 1998), busca desarrollar en los estudiantes habilidades para comprender, utilizar y relacionar los números, sus operaciones básicas, símbolos, formas de expresión y razonamiento tanto para producir e interpretar información como para ampliar el conocimiento sobre aspectos cuantitativos, espaciales y solucionar problemas relacionados con la vida cotidiana.

Es común que los estudiantes aprendan matemáticas básicas y abstractas, descontextualizadas, para que estos conocimientos después se usen en la resolución de situaciones problemáticas en su cotidianidad. Con regularidad “estos problemas de aplicación” solo se ven al final del curso o de las unidades, y generalmente se omiten por falta de tiempo. Según (De Guzmán, 1993, pág. 111) plantea que:

“la enseñanza a partir de situaciones problemáticas pone el énfasis en los procesos de pensamiento, en los procesos de aprendizaje y toma los contenidos matemáticos, cuyo valor no se debe en absoluto dejar a un lado, como campo de operaciones privilegiado para la tarea de hacerse con formas de pensamiento eficaces”.

Referentes Teóricos

En el siguiente apartado se realiza una síntesis de las bases fundamentales de la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud y las relaciones y significados de la misma en el desarrollo de la presente investigación. Tomando como base de análisis para el propósito de este estudio los principales referentes de esta teoría que son: el concepto de esquema, las situaciones, los invariantes operatorios (conceptos-en-acción y teoremas-en-acción), la concepción de concepto y la de campos conceptuales.

Campos Conceptuales.

La Teoría de los Campos Conceptuales se preocupa del aprendizaje de las competencias complejas y del estudio del desarrollo cognitivo. Es una teoría cognitivista que incluye el proceso de conceptualización de lo real (Vergnaud G. , 1990), una teoría psicológica de los conceptos (Vergnaud G. , 1990). La conceptualización es, para el autor, la capacidad de concebir un objeto según sus características, formulando conceptos por medio de palabras, expresiones y representaciones. Y éste es el principio fundamental para que se pueda adquirir un conocimiento. Un campo conceptual es, para Vergnaud, un conjunto de problemas y situaciones cuyo tratamiento requiere conceptos, procedimientos y representaciones de tipos diferentes, pero íntimamente relacionados (Moreira, 2004).

Concepto

Concepto es uno de los principales elementos en la Teoría de los Campos Conceptuales. Según (Vergnaud G. , 1990), un concepto es un conjunto de tres elementos:

- C= [S, I, R].
- [S] El conjunto de situaciones que dan sentido al concepto (la referencia);
- [I] El conjunto de los invariantes operatorios (objetos, propiedades y relaciones) asociados al concepto (el significado), o sea, el conjunto de invariantes que pueden ser usados por el sujeto para dominar el conjunto de situaciones;
- [R] El conjunto de representaciones simbólicas, lingüísticas y no lingüísticas (lenguaje natural, gráficos) que permiten representar simbólicamente el concepto, sus propiedades y las situaciones en las que se aplican (el significante del concepto).

La construcción y la apropiación de todas las propiedades de un concepto o de todos los aspectos de una situación; es un proceso que se extiende durante varios años (Moreira, 2002).

Situaciones

Las situaciones constituyen, para Vergnaud, la llave maestra para la comprensión y dominio de los campos conceptuales. El concepto de situación empleado por el autor, conforme (Moreira, 2004), es el de tareas, o de una combinación de tareas en las que es necesario conocer su naturaleza y su dificultad. Vergnaud destaca dos ideas principales con relación al sentido de situación: Variedad e Historia. La idea de variedad implica la existencia de varias situaciones dentro de un mismo campo conceptual y la de historia se relaciona a los conocimientos elaborados mediante situaciones enfrentadas y dominadas, que podrán dar sentido a los conceptos y a los procedimientos.

En un campo conceptual existe una variedad de situaciones y los conocimientos de los estudiantes son moldeados por las situaciones que los mismos encuentran y que van dominando gradualmente, especialmente las primeras que son las que dan sentido a los conceptos y procedimientos que deseamos que aprendan. Cuanto más situaciones, más amplio el significado de un concepto.

Esquemas

Para (Vergnaud G. , 1990), un esquema “es la organización invariante de una clase de situaciones” y es en los esquemas donde se deben investigar los conocimientos en acción del sujeto. Esquema también se puede definir como una organización invariante del comportamiento para una determinada clase de situaciones (Moreira, 2004). Esa definición se puede comprender mejor a través de los ingredientes de los esquemas que, según (Vergnaud G. , 1990), poseen las siguientes especificaciones:

1. Metas y anticipaciones: un esquema está dirigido a una clase de situaciones en que el estudiante puede descubrir la finalidad de su actividad.
2. Reglas de acción del tipo “si...entonces”: son las reglas que permiten la producción y la continuidad de la secuencia de acciones del sujeto; las funciones de estas reglas son; búsqueda de información y control de los resultados de la acción.
3. Invariantes operatorios: es el conocimiento contenido en un esquema; y se constituye en la parte fundamental, implícita o explícita, y a través de éste se obtiene la información referente y de esta manera inferir el objetivo a alcanzar y las reglas de acción adecuadas. Tratan de las propiedades que definen el objeto y de los procedimientos adoptados por el estudiante para resolver las situaciones.
4. Posibilidades de inferencias: las actividades implicadas en los otros tres ingredientes permiten “calcular” las reglas y anticipaciones a partir de las informaciones e invariantes operatorias de las que dispone el estudiante.

Los esquemas se refieren a dos clases de situaciones: la clase de situaciones en que el estudiante dispone de capacidades para el tratamiento de la situación y aquella en que no dispone de todas las competencias necesarias, obligándolo a la reflexión y a la explotación, llevándolo al éxito o al fracaso. En las dos situaciones, las conductas permiten una parte mecánica y otra consciente.

Para Piaget, los esquemas están en el centro del proceso de adaptación de las estructuras cognitivas. “El desarrollo cognitivo puede ser interpretado, sobre todo, como el desarrollo de un vasto repertorio de esquemas que afectan a esferas muy distintas de la actividad humana” (Moreira, 2004). Por lo tanto, es de responsabilidad de la escuela, en sus diferentes niveles, posibilitarle al sujeto el desarrollo de un amplio y variado conjunto de esquemas, posibilitando situaciones variadas y pertenecientes a diferentes clases (Moreira, 2002).

Invariantes Operatorios

En la Teoría de Vergnaud, también es importante considerar los invariantes operatorios, que el autor clasifica como “concepto en acción” o “teoremas en acción”. Los invariantes operatorios son componentes esenciales de los esquemas (Vergnaud G. , 1998).

A través de los invariantes operatorios, es posible percibir cómo se construye el conocimiento, pues representan las actitudes del estudiante, las estrategias que utiliza ante una situación y que varían dependiendo de los conocimientos previos que tiene el estudiante. Los estudiantes generalmente no son capaces de expresar en lenguaje natural sus teoremas y conceptos en acción que muchas veces están implícitos, pero que se pueden hacer explícitos.

Éste es el papel de la enseñanza y, por consiguiente, de la escuela, ayudar al estudiante a construir conceptos y teoremas explícitos y científicamente aceptados, a partir del conocimiento implícito (Moreira, 2002).

Relación existente entre la aplicación y la teoría de los campos conceptuales

Vergnaud considera la conceptualización como la piedra angular del desarrollo cognitivo valorando los caminos que el estudiante recorre para solucionar un problema, sugiriendo que las áreas del conocimiento se enseñen bajo la perspectiva de los campos conceptuales, que significa la aprehensión progresiva de conceptos por medio de un conjunto variado de problemas, contenidos, situaciones, estructuras y relaciones.

La aplicación de ejercicio y práctica del proyecto siguió las ideas de Vergnaud, con variadas situaciones problemáticas para que el estudiante pudiese abarcar el concepto de la Estructura Multiplicativa. El estudiante, al usar el recurso, puede permanecer expuesto por largo tiempo a un contingente de situaciones que le permiten dar significado a esos conceptos. Las tareas propuestas se planificaron de forma que posibilitasen situaciones variadas, suministrando subsidios para construir conceptos relevantes en el dominio del conocimiento considerado.

Vergnaud explica que no se puede entender separadamente el desarrollo cognitivo y el aprendizaje de un concepto. Desarrollamos conceptos y representamos objetos y pensamientos por medio de sus características generales, para enfrentar situaciones. Y siempre hay una variedad de situaciones en la formación de un concepto y también una diversidad de conceptos en la comprensión de una situación. Juntos, forman un sistema progresivamente organizado y se deben estudiar al mismo tiempo.

El uso de software educativo en la enseñanza de la matemática

Las nuevas tecnologías están cambiando sensiblemente el modo y la calidad de vida en el mundo. La utilización de estos recursos hizo la comunicación más rápida y fácil, posibilitando que tenga lugar de un lado a otro del planeta, un saber en tiempo real, exigiendo nuevos conocimientos y competencias y solicitando que la persona esté aprendiendo continuamente.

El futuro delineado por el avance tecnológico tiene la computadora, internet y el software como algunos de los instrumentos de ese avance, pero es un enorme desafío poner todo el potencial de esa tecnología al servicio del perfeccionamiento del proceso educativo, especialmente en lo que se refiere al ambiente escolar. Ignorarlo significa alienar el ambiente escolar, dejar de preparar los estudiantes para un mundo en cambio constante y rápido, educar para el pasado y no para el futuro (Milani, 2001).

La tecnología informática puede traer valiosas contribuciones al proceso enseñanza aprendizaje, pero esa tarea exige reflexión y su aplicación no debe limitarse a la simple instalación de ordenadores, a la utilización de internet o al uso indiscriminado de software disociados del proyecto educacional. Ningún software es válido por sí solo; el profesor debe interferir para crear un ambiente favorable al proceso enseñanza aprendizaje.

Promover un aprendizaje significativo de los conceptos matemáticos para los niños fue el objetivo de desarrollar la aplicación de la investigación, de la cual vamos a destacar algunas ventajas de su adecuada utilización:

- Favorece la participación activa del estudiante, pues es una herramienta con la que el estudiante ejecuta tareas, resuelve problemas, desarrolla y comunica ideas.

- Favorece la visualización rápida de las actividades que, por su agilidad y sus recursos, favorece el desarrollo de autonomía, creatividad y autocorrección.
- Cada estudiante tiene la posibilidad de trabajar respetando su propio ritmo, construyendo sus conocimientos y resolviendo problemas, de acuerdo con su grado de conocimiento previo.
- La diversidad de recursos como texto, imagen, sonido y movimiento pueden ser articulados para llamar la atención de conceptos importantes que se quieran construir.
- Tareas mecánicas y cansadas pueden ser ejecutadas rápidamente.

La creación de la aplicación para el desarrollo de este proyecto tiene la intención de privilegiar la comunicación e incluir situaciones de aprendizaje que le permitan al estudiante el desarrollo del pensamiento numérico y el aprendizaje de conceptos de forma significativa.

Algunas reflexiones sobre la enseñanza de las matemáticas

¿Cómo debemos proceder para conseguir que los estudiantes no actúen mecánicamente y encuentren y den sentido a lo que hacen en las actividades de Matemáticas?

Para (Vergnaud, 1991), la acepción de la palabra sentido está relacionada a un concepto. Debemos tener presente que por un lado están los conceptos y las propiedades de los objetos matemáticos y, por otro lado, están las representaciones que son utilizadas en Matemáticas.

Una enseñanza de Matemáticas, que se sitúe en una perspectiva constructivista y que dé sentido para extraer de ella las situaciones problema para desarrollar los contenidos y para aplicar los conocimientos construidos, debe, según (Panizza, 2006), ofrecer oportunidades para que los estudiantes distingan conceptualmente los objetos de conocimiento y sus representaciones; comprendan las condiciones bajo las cuales funciona una representación como tal; reconozcan las diversas representaciones que utilizan los estudiantes como una manera de conocer constitutiva de los conocimientos que construyen.

Según (Panizza, 2006), los niños usan representaciones que desempeñan una comunicación durante el proceso de resolución de situaciones problema y les ayudan a pensar, a guardar información y a recordar. Las diversas funciones del lenguaje y de las representaciones simbólicas en las actividades Matemáticas de la aplicación construida para la investigación (para comunicar a los otros o a sí mismo, como ayuda para el pensamiento, como apoyo para el cálculo, etc.) fueron teorizadas por Vergnaud e incorpora muchas de esas funciones en su Teoría de los Campos Conceptuales, pues le atribuyen valor a las representaciones en la actividad Matemática (Vergnaud, 1996).

Los saberes necesarios y relevantes para abordar la complejidad de la adquisición del “sentido” en las Matemáticas es, según (Panizza, 2006), que existe un sentido de los conceptos, de los símbolos, de las expresiones, de los conocimientos, así como diversos aspectos constitutivos del sentido en cada caso y condiciones adecuadas para su adquisición.

Identificar esos aspectos es la etapa inicial para abordar una enseñanza de las Matemáticas que se proponga seriamente la conquista de la adquisición del “sentido” en esa asignatura.

Metodología.

Esta investigación se presenta como un estudio en la línea de Tecnologías Aplicadas a la Educación en el marco las Tecnologías de información y comunicación (TIC). Esta línea promueve el diseño innovador y creativo de propuestas que enriquecen el quehacer pedagógico en las distintas modalidades (presencial, semipresencial, virtual), de modo que amplíen la cobertura educativa y la autonomía del aprendizaje. Desde este punto de vista se asumió el diseño experimental, que consistió en la manipulación de una variable experimental no comprobada relacionada con las implicaciones que un aplicativo móvil puede tener con respecto al desarrollo del pensamiento numérico, la cual se trabajó en condiciones rigurosamente controladas, teniendo en cuenta que según (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010) este tipo de diseño debe permitir describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento en particular. Desde esta perspectiva se realizó una manipulación de la variable independiente (estructura multiplicativa) a través de un instrumento para mirar el desarrollo del pensamiento numérico en la estructura multiplicativa en los estudiantes de grado tercero de tres instituciones educativas distritales.

Este estudio se basa en una investigación acción participativa, es un término que según (Lewin, 1946), describe una forma de investigación que da respuesta a problemas sociales, el autor argumenta que se podía lograr en forma simultánea avances teóricos y cambios sociales.

La investigación se caracterizó por una serie de procesos donde se reconoció las necesidades y capacidades de los estudiantes, ofreciendo recursos que posibilitaron el aprendizaje, combinando teoría y práctica. Los investigadores se involucraron en la realidad que se estudia, participando en los procesos de los estudiantes, se presentó al grupo diversos métodos disponibles para la obtención de información, explicando su lógica, eficacia y limitaciones. Se buscó transformar un conocimiento mediante un proceso en este caso a través de la tecnología, el estudiante abordó teoría y praxis, posibilitando el aprendizaje.

Epistemológicamente se rompió con la manera clásica de llevar el aprendizaje al aula, logrando participación de investigadores y estudiantes.

Políticamente se partió desde la realidad de los estudiantes de las instituciones investigadas, para permitir transformar el conocimiento de manera creativa.

Metodológicamente fue un trabajo claro, al alcance de los estudiantes llevando procesos que permitían la participación, la crítica y a reflexión.

Según (López de Ceballos, 1998) es cambiar la realidad y afrontar los problemas de una población a partir de los recursos y participación.

Población conformada por 90 estudiantes de grado tercero de los cuales se toma 30 como muestra no probabilística (10 de cada Institución) de los Colegios Rural Pasquilla, Estrella Sur (Localidad Ciudad Bolívar), y Colombia Viva (Loc. 18). Estrato Socioeconómico 1 y 2., en edades de 7 a 9 años de edad.

Tabla 1. Población estimada para la investigación. Fuente: Autores

| COLEGIO | ESTUDIANTES | PORCENTAJE |
|------------------|-------------|------------|
| Colombia Viva | 10 | 33.333% |
| Estrella del Sur | 10 | 33.333% |
| Rural Pasquilla | 10 | 33.333% |
| Total general | 30 | 100% |

Fases

La **prueba de entrada** (denominada pre-test) aplicada, estaba compuesta por 10 preguntas, discriminadas en tres partes: (operaciones con sumas), problemas multiplicativos (de mediana complejidad) y problemas multiplicativos (de mayor complejidad), a cada hoja de Preguntas se le adjunto una hoja, para que los alumnos desarrollaran las operaciones y de esta manera poder identificar las variables propuestas para este estudio. En la relación cuaternaria se tuvo en cuenta la teoría de (Vergnaud, 2000), sobre: a) El procedimiento escalar y b) El procedimiento Funcional. Se toma como referencia situaciones problemáticas del contexto conocidas por los niños y niñas, para abordar el tema de la multiplicación, se aborda el subtipo llamado "Isomorfismo de medidas", que consiste en una proporción simple y directa entre dos espacios de medidas. Con respecto a los problemas multiplicativos (Vergnaud, 1995, p. 197), se menciona que es una estructura que consiste en una proporción múltiple entre los espacios de medida; medida uno (M1) y medida dos (M2). En este caso la multiplicación se concibe como una ley de composición binaria, donde según (Vergnaud, 1995), se establece en primera medida dos espacios de medida donde intervienen 4 magnitudes o términos, y se debe hallar el valor de una de ellas para solucionar la multiplicación. En segunda medida el procedimiento de solución es de tipo escalar o vertical y de relación de función horizontal, en el escalar se establece una relación de magnitudes del mismo espacio, mientras que el de relación de función establece una regla de correspondencia pero con magnitudes de espacio de medida diferente. La investigación determina tres tipos de variables de análisis, relacionadas con el Isomorfismo de medidas:

Identificar (Id): El estudiante identifica en forma correcta los factores de cada espacio de medida en forma correcta que intervienen en una operación donde se plantea una estructura multiplicativa

Relacionar (Re): El estudiante relaciona los valores en un procedimiento escalar correctamente y entre dos magnitudes de espacios de medida diferentes.

Resolver (R): El estudiante soluciona correctamente la operación multiplicativa.

Estas variables se identifican en las operaciones que plantean en las hojas de respuestas y de acuerdo a sus resultados se establecen unas tablas denominadas categorización de entrada.

Los estudiantes reciben un código para efecto de hacer el respectivo seguimiento, las variables reciben un valor de uno (1), es decir si el alumno logra, identificar, relacionar y resolver en forma correcta, tendría tres (3) puntos por pregunta, el puntaje máximo será de treinta (30) puntos para las diez (10) preguntas que tienen la prueba de entrada.

Actividad Unidad didáctica.

La unidad didáctica busca los siguientes fines:

- Reconocer los pre-saberes que el estudiante de tercer grado tiene con respecto a la estructura multiplicativa.

- b. Generar actividades para identificar procesos que utilizan los estudiantes al desarrollar operaciones con estructura multiplicativa en situaciones problemáticas de su cotidianidad.
- c. Explicar la teoría del Isomorfismo de medidas a través de ejemplos con situaciones problemáticas.
- d. Prepara a los estudiantes para la utilización de la aplicación “MULTIAPPS”.

Aplicación de la Estrategia Pedagógica.

La aplicación denominada “MULTIAPPS”, es desarrollada utilizando el modelo genérico conocido como ADDIE, un acrónimo de los pasos clave, Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (Williams, P., Schrum, L., Sangrá, A., & Guardia, L. 2004), y teniendo en cuenta las teorías de (Vergnaud, 1995), sobre los campos conceptuales, y más específicamente la estructura multiplicativa y el subtipo Isomorfismo de Medidas, a continuación unos aspectos a considerar:

- a) Planteamiento de situaciones problemáticas: El estudiante en el primer nivel, de la parte introductoria, confirma si ha entendido bien la pregunta propuesta, escogiendo entre tres opciones, la aplicación cuenta el número de intentos para llegar a la respuesta correcta.
- b) Procedimiento escalar (vertical) y de relación Funcional (horizontal): El estudiante es capaz de establecer el espacio de medidas discriminando las magnitudes en cuatro valores y además establece la relación entre diferentes espacios de medidas.
- c) Resolución de la estructura multiplicativa: El estudiante identifica, relaciona y resuelve correctamente una operación multiplicativa, a través de la aplicación donde encuentra los factores, multiplicando y multiplicador para obtener un producto, logrando conceptualizar la estructura multiplicativa como un proceso cuaternario.

El aplicativo desarrollado se encuentra disponible en: multiapps.educmedios.com
Y el siguiente video presenta una aplicación del aplicativo con un estudiante perteneciente a la población intervenida con el proyecto:
https://drive.google.com/file/d/0B1qr_Ot0d6BMN1ZKVTINVjRNNUK/view?ts=570fb1a6

Resultados

Luego de tres sesiones programadas cada una de dos horas, se aplica la **prueba de salida** con diez (10) preguntas (denominada Pos-test), a los estudiantes que participaron en la prueba inicial y se obtienen los siguientes resultados:

Resultados iniciales:

La hoja de operaciones de la prueba de entrada y los apuntes en los cuadernos de matemáticas se establece que los estudiantes realizan operaciones de tipo ternario:

$$a \times b = c$$

Este tipo de operaciones resultan ser mecánicas para el estudiante, en operaciones donde el multiplicador es de más de dos dígitos para llegar al producto utiliza la suma. Además no diferencia el multiplicando del multiplicador.

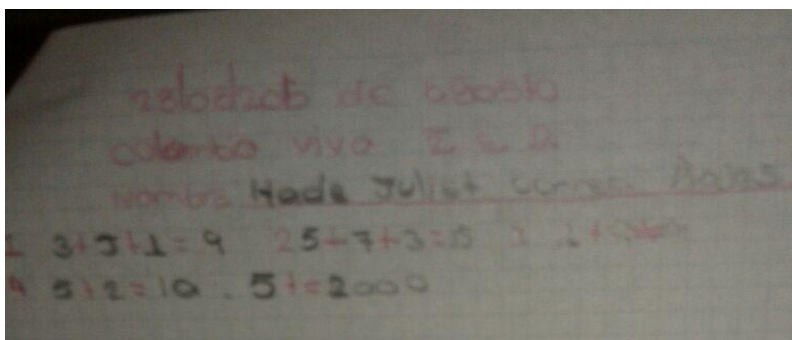


Figura 1. Multiplicación interpretada por el estudiante como una suma en un proceso ternario.

Como afirma (Orozco & Clavijo, 2009):

“Como la suma reiterada es la manera más natural que los niños tienen para resolver estos problemas, entonces en muchos libros de texto se presenta como el camino a seguir para llegar a la multiplicación. Esto no es errado, sin embargo, muchos niños no superan este procedimiento que resulta más espontáneo y natural y simplemente, no aprenden a multiplicar. Por supuesto, este déficit tiene efectos muy difíciles de superar en la construcción de la división, en el manejo de medidas de superficie y volumen y en la construcción de los racionales”.

El Isomorfismo de Medidas considera a los problemas multiplicativos como una proporción simple directa entre dos espacios de medida.

| M1 | M2 |
|----|----|
| A | B |
| C | D |

En el anterior esquema se plantea

- Una estructura que consiste en una proporción entre el espacio de medida **M1** y **M2**, cuatro cantidades expresadas por las letras A-C y B-D o relación cuaternaria y una de estas magnitudes representa la incógnita para dar solución a la operación.
- La relación de las magnitudes son en **forma escalar** (vertical), para cada espacio de medida y de **relación funcional** entre espacios de medida diferentes.
- En general el resultado de estas operaciones es un número racional.

Uno de los objetivos perseguidos para esta investigación, es determinar los procesos que los estudiantes desarrollan para resolver situaciones problemáticas en operaciones multiplicativas. Para ello se diseñó la aplicación informática denominada “MULTIAPPS”, la cual expone al estudiante de tercer grado de básica primaria a preguntas cotidianas que no resultan extrañas ni ajenas a su entorno. La aplicación no permite avanzar si el estudiante no ha establecido la relación de medida o regla de correspondencia entre las magnitudes.

La figura siguiente presenta como usan los estudiantes la teoría del Isomorfismo de medidas en las actividades matemáticas relacionadas con la multiplicación.

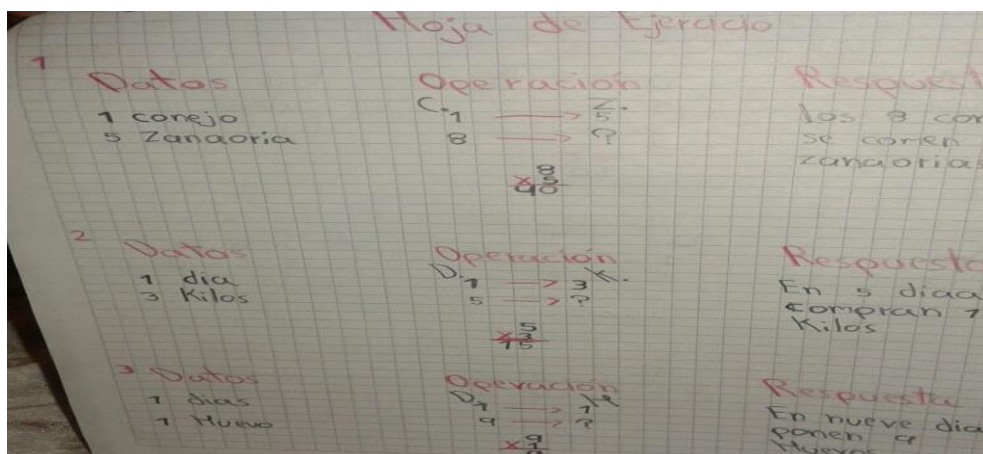


Figura 2. Hoja de ejercicios de la prueba de salida indicando la relación de medidas.

Análisis estadístico

La Distribución Chi Cuadrado o de Pearson, es una Distribución probabilística continua que se apoya en un parámetro que representa los grados de libertad. La utilidad de este tipo de distribución es que permite determinar la relación entre dos variables, es decir, si existe o no dependencia estadística entre ellas.

Relación entre la utilización del Isomorfismo de medidas a través de la aplicación de una estrategia didáctica mediada por TIC (aplicación "MULTIAPPS") y el mejoramiento del pensamiento numérico en la estructura multiplicativa de los estudiantes de grado tercero.

Para establecer esta relación se parte del análisis de la siguiente hipótesis una nula H_0 y una alternativa H_1 :

H_0 =La implementación de una aplicación móvil utilizada como estrategia pedagógica y didáctica, **NO** desarrolla en el estudiante el pensamiento numérico en la estructura multiplicativa

H_1 = La implementación de una aplicación móvil utilizada como estrategia pedagógica y didáctica, desarrolla en el estudiante el pensamiento numérico en la estructura multiplicativa

Las siguientes graficas (figuras 6, 7 y 8), reflejan los resultados a las instituciones educativas donde se aplicó la investigación. Estas graficas son producto de las pruebas de entrada y salida, de las tablas de categorización y de los valores asignados a cada variable.

Tabla 2. Contingencia entre la prueba de entrada y la de salida. Colegio Rural Pasquilla

| OPCION | PRUEBA | IDENTIFICA | RELACIONA | RESUELVE | | TOTAL |
|--------|---------|------------|-----------|----------|--------|-------|
| | | | | CORR | INCORR | |
| 1 | ENTRADA | 10 | 6 | 83 | 17 | 116 |
| 2 | SALIDA | 76 | 96 | 100 | 0 | 272 |
| | TOTAL | 86 | 102 | 183 | 17 | 388 |

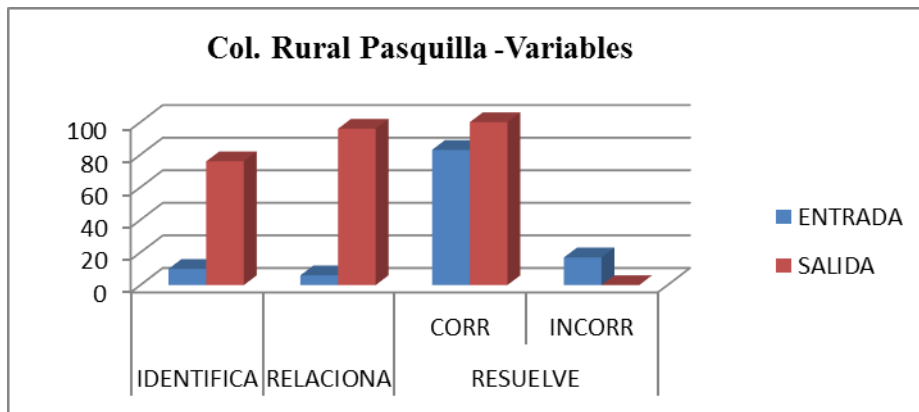


Figura 3. Correlación de variables de entrada y salida. Col. Rural Pasquilla

Tabla 3. Contingencia entre la prueba de entrada y la de salida. Colegio Estrella del Sur.

| OPCION | PRUEBA | IDENTIFICA | RELACIONA | RESUELVE | | TOTAL |
|--------|---------|------------|-----------|----------|--------|-------|
| | | | | CORR | INCORR | |
| 1 | ENTRADA | 44 | 38 | 76 | 22 | 180 |
| 2 | SALIDA | 75 | 96 | 71 | 29 | 271 |
| | TOTAL | 119 | 134 | 147 | 51 | 451 |

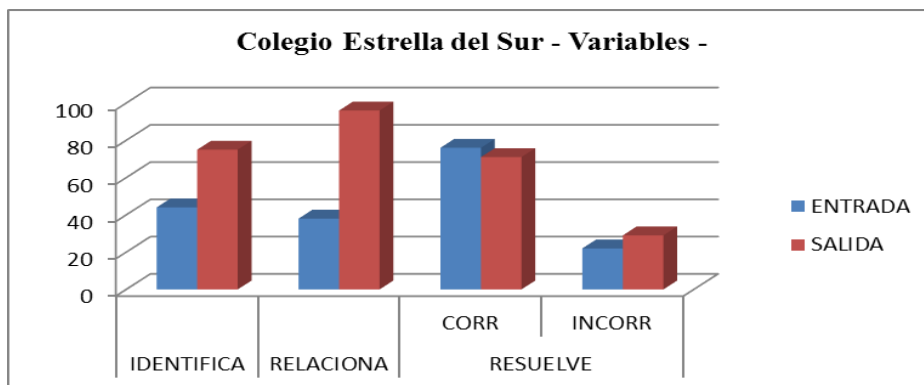


Figura 4. Correlación de variables de entrada y salida. Col. Estrella del Sur

Tabla 4. Contingencia entre la prueba de entrada y de salida. Col. Colombia Viva

| OPCION | PRUEBA | IDENTIFICA | RELACIONA | RESUELVE | | TOTAL |
|--------|---------|------------|-----------|----------|--------|-------|
| | | | | CORR | INCORR | |
| 1 | ENTRADA | 29 | 28 | 66 | 34 | 157 |
| 2 | SALIDA | 88 | 79 | 74 | 26 | 267 |
| | TOTAL | 117 | 107 | 140 | 60 | 424 |

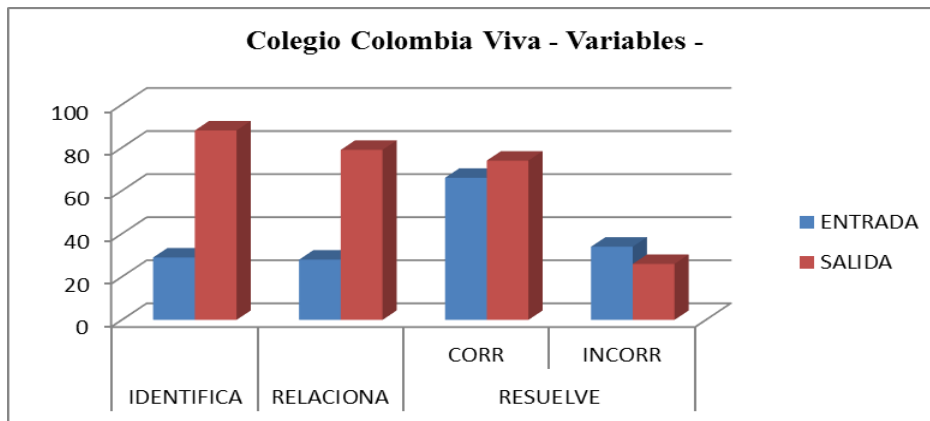


Figura 5. Correlación de variables de entrada y salida. Col. Colombia Viva

Las figuras 6, 7 y 8, indican que la estrategia pedagógica mediada por software refuerza la utilización y comprensión de las variables identificadas para este estudio.

Las Tablas 2, 3, y 4, establecen los valores comparativos para las variables Identificar, Relacionar y Resolver entre la prueba de entrada y la prueba de salida. Estas Tablas muestran la variable Resuelve con los valores de respuestas correctas e incorrectas.

A nivel estadístico el Chi Cuadrado (χ^2) calculado resulto mayor que el Chi Cuadrado (χ^2) de la tabla calculado para dos (2) grados de libertad, Para las tres Instituciones educativas que hacen parte de este estudio; por lo tanto **se rechaza** la Hipótesis Nula (H_0) y **se acepta** la Hipótesis Alternativa (H_1).

Conclusiones

- a. Se observó que algunos estudiantes en las hojas de respuesta de la prueba de entrada no realizan ningún proceso de identificación y relación, solamente llegan a la respuesta pero en muchos casos era incorrecta. En las hojas de operaciones de la prueba de salida se reconoce que la mayoría de los estudiantes realiza el proceso de identificación y relación, dando solución de la situación problemática de manera correcta.
- b. Las situaciones problemáticas diseñadas en la aplicación, permiten al estudiante interpretar el enunciado de la pregunta y estructurar la situación que se le presenta, construyendo un camino de conceptos que adquiere sentido en un campo de problemas. De acuerdo con la propuesta de Vergnaud, que organiza los conceptos según su operatividad, relacionando las situaciones, los conceptos y los teoremas en acción.
- c. El uso de los recursos móviles, junto con la aplicación y con la variedad de problemas generados, que usa como estrategias representaciones para ayudar en la interpretación y explotación de los conceptos, fue fundamental para el avance de la enseñanza-aprendizaje, como se verificó en los resultados de la prueba de salida obtenidos por los estudiantes.

- d. Para determinar el avance obtenido después de aplicar la Unidad Didáctica y la aplicación “MULTIAPPS” en los estudiantes de grado tercero en su estructura multiplicativa de los tres colegios de investigación, se realizó la prueba de salida la cual permitió reconocer los procesos de identificación, relación y se observó que el estudiante soluciona correctamente la situación problemática.
- e. Las herramientas pedagógicas medidas por las TIC, contribuyen a estimular y a motivar a los estudiantes y generar mejoramiento en la comprensión de áreas como las matemáticas tradicionalmente con bajos resultados. Los docentes deben aceptar que las nuevas metodologías exigen capacitación continua y adaptación a los nuevos paradigmas.
- f. La investigación refleja que teorías como los campos conceptuales de Vergnaud, son desconocidos para profesores de matemáticas y que si estas se comenzaran a implantar, los estudiantes podrían enfrentar situaciones problemáticas en sus contextos, contribuirían a disminuir la deserción escolar, que es muy preocupante especialmente en básica primaria que es donde se logran las bases pedagógicas.
- g. El hecho de que el dominio conceptual de los estudiantes se amplíe a través de su interacción con una aplicación, con seguridad, no es mérito exclusivo de su uso. Pero los resultados de este trabajo sugieren que la aplicación, diseñada para el desarrollo de la investigación, contribuyó para un aprendizaje significativo de los conceptos de la Estructura Multiplicativa, promoviendo el desarrollo del pensamiento numérico y el dominio conceptual de los alumnos y manifestando mejoras estadísticamente significativas en el desempeño de los estudiantes. Es posible afirmar que las situaciones problemáticas programadas con base en la Teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, que son actividades y tareas que forman parte de la aplicación “MULTIAPPS”, ayudaron a desarrollar el dominio conceptual de las Estructura Multiplicativa, contribuyendo al desarrollo del pensamiento numérico de los sujetos de la investigación.

Bibliografía

- De Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y de las Matemáticas*. Madrid: Popular.
- Ferro, C.; Martínez, A.; (2009). *Ventajas del uso de las tics en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles*. EDUTEC.
- Hernández, R. & Fernández, C., Baptista, L. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta Edición. México D. F.
- Lewin, K. (1946). *Resolving social conflicts*. Nueva York: Harper.
- López de Ceballos, P. (1998). *Un método para la investigación-acción participativa*. Madrid: Popular.

- Milani, E. (2001). Informática y comunicación matemática. *Leer, escribir y resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemáticas*, 175-203.
- Ministerio de, E. (1998). *Lineamientos Curriculares para Matemáticas*. Colombia: Delfin Ltda.
- Moreira, M. A. (2002). *La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la educación científica y la investigación en esta área*. Porto Alegre: La investigación en Didáctica de las Ciencias.
- Orozco, M., & Clavijo, L. (2009). *Estructura Multiplicativa*. Uruguay-educu.
- Panizza, M. (2006). *Enseñar matemática en el nivel inicial y primer ciclo de la EGB: Análisis y propuestas*. Buenos Aires: Cuestiones de Educación.
- Piaget, J. (1975). *Génesis del número en el niño*. Argentina: Guadalupe
- Tashakkori, A. & Teddlie, C. (2003). *Handbook of Mixed Methods in Social & Behavioral Research*. Thousand Oaks: Sage.
- Vergnaud, G. (1990). *La teoría de los campos conceptuales. La investigación en la educación matemática*, 133-170.
- Vergnaud, G. (1995): *El niño, las matemáticas y la realidad, problema de las Matemáticas en escuela*. Trillas: México.
- Vergnaud, G. (1998). *A comprehensive theory of representation for mathematics education*. *Journal of Mathematical Behavior*, vol. 17, núm.2, pp. 167-181.
- Vergnaud, G. (2000). *El niño, las matemáticas y la realidad*. México: Editorial Trillas.
- Williams, P., Schrum, L., Sangrá, A., & Guardia, L. (2004). *Fundamentos del diseño técnico-pedagógico en el e-learning*. UOC. España.