

LA METODOLOGÍA DE LA INDAGACIÓN EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

METHODOLOGY OF INQUIRY IN THE TEACHING AND LEARNING OF MATHEMATICS

Héctor Gerardo Sánchez Bedoya

Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. hgsanche@utp.edu.co

Vivian Libeth Uzuriaga López

Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. vuzuriaga@utp.edu.co

RESUMEN

Este artículo presenta los resultados de una investigación realizada con docentes que cursaron la Maestría en Educación de la Universidad Tecnológica de Pereira, becados por el Ministerio de Educación Nacional Colombiano. Se buscó evaluar en qué medida la Metodología de la Indagación contribuye en la enseñanza matemática con Situaciones Didácticas. Se analizaron nueve sesiones de clase de tres maestrantes elegidas según requerimientos del problema. Se concluye que el docente es un facilitador que se apoya en la pregunta, la búsqueda de información, el diálogo, la retroalimentación y la evaluación formativa como vehículo de construcción conjunta de conocimiento. El estudiante, como indagador y agente activo, durante la clase transita por las situaciones de acción, formulación y validación, tomando decisiones a partir de sus saberes previos, la relación con sus pares y la consulta de material proporcionado por el docente, quien al retomar las producciones del estudiante institucionaliza el saber matemático.

Palabras clave: Enseñanza Matemática, Metodología de la Indagación, Situaciones Didácticas.

ABSTRACT

This paper presents the results of a research carried out with teachers who studied the Master's Degree in Education at the Technological University of Pereira, with grants from the Colombian Ministry of National Education. It sought to assess to what extent the Methodology of Inquiry contributes in the mathematical teaching with Didactic Situations. Nine class sessions were analyzed from three teachers chosen according to the requirements of the problem. It is concluded that the teacher is a facilitator who relies on the question, the search for information, dialogue, feedback and formative evaluation as a mean for joint knowledge construction. The student as inquirer and active agent during the class, goes through the situations of action, formulation and validation, making decisions based on their previous knowledge, the relationship with their peers and the consultation of material provided by the teacher, who, revisiting the student's productions, institutionalizes mathematical knowledge.

Key words: Mathematical Teaching , Methodology Of Inquiry, Didactic Situations.

1. INTRODUCCIÓN

Las reflexiones que se presentan a continuación fueron derivadas de tres investigaciones en marco del macroproyecto que tuvo como pregunta de investigación: *¿cómo contribuye la implementación de una unidad didáctica fundamentada en la Metodología de la Indagación a la práctica docente, en la enseñanza de un objeto matemático?* Las unidades didácticas y su respectiva implementación que nutrieron este artículo se tomaron de los siguientes trabajos: organización de datos en el grado segundo (Parra y Jiménez, 2018), estructura aditiva en el grado primero (Rodríguez y Hernández, 2018), y noción de seriación en preescolar (Díaz y Botero, 2018).

En los antecedentes abordados desde Perkins (2010) y González (2014) se encontró que las acciones de aula han sido permeadas por prácticas en las que el estudiante tiene un rol pasivo, no se le da tiempo de pensar y se enmarcan en la acumulación de conocimientos. Estos aspectos dificultan la formación de personas creativas, capaces de adaptarse a nuevas situaciones, que sepan trabajar en equipo, que les permita utilizar el saber escolar en situaciones de la vida cotidiana y que tengan autoconfianza.

En razón de lo anterior, se requiere un nuevo paradigma en educación, primordialmente centrado en el estudiante y en la necesidad de encauzar la gestión del conocimiento. En este contexto, la consideración de competencia ofrece ventajas y afecta la manera de direccionar las actividades educativas y la organización del conocimiento, que pasan a ser regidos por las metas del estudiante (Bravo, 2007).

Los anteriores planteamientos han sido compartidos por Tardif (2009) al proponer que para el desarrollo de las competencias requeridas para el siglo XXI, se obliga una transformación en la organización del trabajo de docentes y estudiantes. Para los primeros, se requiere que las metodologías que sean puestas en marcha garanticen que los recorridos de aprendizaje de los estudiantes sean del más alto nivel de coherencia posible, entre las intenciones y las acciones de formación. Para los estudiantes, éstos deben explorar y sobre todo, argumentar sus propias búsquedas, además de reflexionar constantemente sobre sus acciones.

En este contexto de transformación, la matemática se presenta como una competencia necesaria para el desarrollo personal, de inclusión social y de empleabilidad en la sociedad del

conocimiento, conclusiones del estudio propuesto por RediE (2011), donde se discuten las principales tendencias para la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, según las recientes evaluaciones PISA y TIMSS.

De igual manera en América Latina para el sistema escolar se convierte en una prioridad el fortalecimiento de la competencia matemática, que para el caso de Colombia el “dominio numérico” estuvo con el 38% y 34% para tercero y sexto respectivamente. La “habilidad de resolución de problemas simples” con el 38% y 41%, mientras que la “habilidad de resolución de problemas complejos” fue de 34% y 35% (UNESCO, 2016).

Las *pruebas Saber* del año 2017 (sistema para medir la calidad de la educación en Colombia) en el área de matemática, arrojaron que para el municipio de Pereira para el grado tercero, 53%, para quinto de 70%, y noveno de 68%. Se sumaron los porcentajes de estudiantes en nivel de desempeño mínimo con los del nivel insuficiente para cada grado (ICFES, 2017).

Estos datos más las recomendaciones acerca de las maneras más efectivas para enseñar y aprender matemática según Bravo (2007), Tardif (2009), UNESCO (2016) y RediE (2011), abren la necesidad de contemplar la *Metodología de la Indagación* como una estrategia en la cual la construcción de conocimiento se de gracias a la búsqueda de explicaciones sobre las características o principios de un objeto de saber. Se espera que el estudiante, como lo plantean Coll, Mauri y Onrubia (2008), asuma la responsabilidad y control de su aprendizaje de una forma consciente, participativa y proactiva.

2. MARCO TEÓRICO

Las tres unidades didácticas que aportaron al presente análisis fueron planeadas teniendo como principio básico la *Metodología de la Indagación*. En la secuenciación de las actividades, las *Situaciones Didácticas de Brousseau* (acción, formulación, validación e institucionalización), fundamentaron la construcción del pensamiento matemático. Según Cantoral *et al.*, (2005), esto se refiere a formar la lógica, la comprensión y la argumentación, entre otras competencias del desarrollo humano. Estas se fortalecen a partir de razonamientos inductivos o deductivos (Bustamante, 2009).

Es así como la *Metodología de la Indagación* es una estrategia de enseñanza y aprendizaje que propone ciertas actividades en las cuales la pregunta, la curiosidad y la experimentación, buscan desarrollar aprendizajes significativos y duraderos en los estudiantes, por medio del acercamiento y apropiación del método científico. Wells (2001) y González (2014) plantean que es a través de la interacción con problemas concretos, que los estudiantes formulan sus hipótesis, y por descubrimiento van construyendo de manera activa su propio aprendizaje, incrementándose el desarrollo del pensamiento crítico, las competencias comunicativas, propositivas, argumentativas y de trabajo en equipo, entre otras.

Para el presente artículo, *la Metodología de la Indagación* contempla, como lo propone Harlen (2013), principios que permean la enseñanza y el aprendizaje teniendo en cuenta: el docente como facilitador, la pregunta intencionada del docente, el estudiante indagador, la retroalimentación y la evaluación formativa.

2.1. El docente como facilitador

El papel del docente es llevar a los estudiantes a desarrollar su comprensión de las ideas científicas fundamentales, a través de la experiencia directa con los materiales, la consulta de libros y otros recursos; en ellos, la discusión y el debate contribuyen como lo plantea Harlen (2013) a fortalecer el nivel argumentativo. En este aspecto es necesario como lo afirman Ausubel, Novak y Hanesian (2005), la activación de los saberes previos que posibiliten el anclaje con el conocimiento nuevo.

En este tipo de estrategias se requiere como lo afirma Brousseau (2007) que el docente platee con suficiente claridad la situación fundamental y sus condiciones de solución, las cuales han de estar enfiladas hacia la construcción del saber matemático. Para que esto suceda, se formulan preguntas que iluminen el descubrir y el desarrollo de ideas, que provoquen el pensamiento, la colaboración, el compartir ideas, la reflexión y la evaluación (Harlen, 2013). Por ello, es muy importante que el estudiante desde un principio conozca y comprenda tanto el objetivo de la clase, como las actividades a realizar y los productos a entregar, con sus respectivos criterios de calidad.

La situación fundamental se entiende como el problema o reto a resolver por el estudiante (Brousseau, 2007). El medio es pensado y sostenido con una intencionalidad didáctica.

Entiéndase por *medio* todo aquello que posibilite las comprensiones y aprendizajes al estudiante: explicaciones, ejemplificaciones, apoyos discursivos del docente, de sus pares, material impreso o con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

2.2. Pregunta intencionada del docente

Una clase diseñada desde la *Metodología de la Indagación* demanda (González, 2014) preparación previa de una batería de preguntas y recursos para que el estudiante explore o experimente caminos hacia la solución del reto propuesto. Los ejemplos, contraejemplos, problemas y ejercicios, como afirma Bustos (2011), brindan andamiajes para el nuevo aprendizaje. De allí se deriva que el docente direcciona a los estudiantes para que busquen e indaguen diferentes fuentes de información, una vez que han realizado un plan de trabajo, en el que se distribuye el tiempo y las responsabilidades (situación de acción y formulación). (Brousseau, 2007)

Al ser el aprendizaje un acto que implica compromiso del estudiante, Brousseau (2007) afirma que éste es quien evalúa las explicaciones alternativas y las compara con la evidencia, para advertir los resultados que pueden requerir un cambio en las ideas preexistentes, haciendo adaptaciones o rechazando con argumentos (situación de validación). Luego, el docente tiene el rol de garantizar que el pensamiento se ponga a prueba, la vaguedad se desafíe, los estudiantes tengan una base para sus afirmaciones y formalizar el saber matemático (institucionalización).

2.3. Estudiante indagador

Pensar la enseñanza de la matemática desde la *Metodología de la Indagación*, es reconocer en el estudiante la presencia de conocimientos previos, al igual que interés por aprender algo nuevo y de compartir con compañeros y docente. Desde este planteamiento se busca que el estudiante asuma la responsabilidad de su proceso de aprendizaje, en donde el diálogo se enriquece y deja de ser sancionador o controlador por parte del docente.

“El proceso de convertirse en autores del propio aprendizaje, no es algo que se consigue de la noche a la mañana” (Hernández et al., 2011, p. 28). Por esta razón debe iniciarse desde los primeros grados de escolaridad e implica un medio que fortalezca el metaprendizaje “entendido

como el hecho de conocer el proceso de aprendizaje de uno mismo y de reflexionar y analizar qué hacemos para que se produzca el aprendizaje” (p. 22).

2.4. Retroalimentación

Otro principio básico de la *Metodología de la Indagación* lo constituye la *retroalimentación del docente*, la cual deberá hacerse a lo largo de la clase, pero siempre motivando *la toma de decisiones por parte del estudiante* (Harlen, 2013) . Al respecto Brousseau (2007) afirma que estas decisiones durante las situaciones adidácticas, podrán ser matemáticamente inválidas, pero aceptadas temporalmente por el docente, hasta el momento en el cual se haga la institucionalización.

De igual manera, en marco de un aprendizaje conjunto, la retroalimentación de los compañeros sobre cómo mejorar o avanzar en la realización del trabajo, constituye como lo propone Wells (2001), un principio clave para construir conocimiento a partir del saber del otro, y será el docente el encargado de facilitar que estas interacciones ocurran en la clase.

2.5. Evaluación formativa

La evaluación formativa se basa como lo plantean Harlen (2013) y González (2014), en un proceso de evaluación continuo que ocurre durante la enseñanza y el aprendizaje, basado en la búsqueda e interpretación de evidencia acerca del logro de los estudiantes respecto a una meta.

Permite que el docente identifique en los estudiantes, las dificultades que enfrentan en su proceso de aprendizaje y determine qué sigue en la clase, para cerrar la brecha entre el conocimiento actual y las metas esperadas. No se hace énfasis en la nota, sino más bien, se fortalecen ciertas habilidades con una orientación al desarrollo personal, por lo que se propone el uso de la auto, co y hetero-evaluación.

3. METODOLOGÍA

Se hizo levantamiento de datos cualitativos (grabación y transcripción de 9 sesiones de clase, 3 por cada investigación) y con el programa *Atlas.ti* se cuantificaron los niveles de recurrencia entre las citas compartidas de los ítems de dos instrumentos: *Metodología de la Indagación*

(Bustos, 2011; Harlen, 2013) y Situaciones Didácticas (Brousseau, 2007). Este proceso arrojó un coeficiente de co-ocurrencia entre los códigos que compartieron la misma cita. Es así como entre más cerca de 1 estuviera el coeficiente, más fuerte fue la contribución de la *Metodología de la Indagación* en la enseñanza de un tema matemático, utilizando las Situaciones Didácticas.

El diseño utilizó Teoría Fundamentada (Glaser y Strauss, 1967, citados en Hernández, Fernández y Batista, 2010) pues se consideraron tres momentos. En el primero, los docentes grabaron sesiones de clase antes de iniciar los seminarios de la maestría (*visión retrospectiva*); para esta caracterización previa no se contaban con categorías de análisis, éstas emergieron según las recurrencias de las actuaciones de los docentes. El segundo momento, correspondió con el diseño y validación de las unidades didácticas. En el tercer momento, se implementaron las unidades didácticas, y con apoyo de las categorías e ítems definidos en los dos instrumentos, se realizó la observación, sistematización y caracterización de la práctica de cada uno de los docentes participantes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 El docente como facilitador

Se encontró que las acciones en las que se utilizaron libros, fotocopias o material didáctico para direccionar las actividades de los estudiantes como estrategia de la *Metodología de la Indagación*, co-ocurrieron con el 31% de las intervenciones del docente que tuvieron como meta activar ciertos conocimientos en los estudiantes.

De igual manera coincidió con el 31% de las intervenciones que encausaron la solución del problema, posibilitando la construcción de los saberes propios de la matemática, lo que permitió reconocer el aporte de esta metodología. El docente antes de formalizar un saber, facilita los medios para que el estudiante desde sus conocimientos previos, haga su pre-construcción conceptual.

Las fichas de trabajo elaboradas con preguntas e indicaciones alusivas a la situación fundamental, posibilitaron que la presencia del docente no fuera el eje central de la clase, como se puede apreciar en el siguiente ejemplo (figura 1):

Ficha de trabajo autónomo

Grado: Segundo de básica primaria.

Objetivo de la clase: Identificar datos de su interés, buscarlos y organizarlos para comprenderlos mejor, a través de la construcción de tablas.

Activación de saberes previos (10 minutos): Para esta parte deberán escribir en su cuaderno de matemáticas la respuesta a las siguientes preguntas: ¿Te gusta cumplir años? ¿Por qué? ¿Cómo celebras tus cumpleaños?

Socialización: La profesora hará la primera pregunta a todo el grupo, y a mano alzada contará cuántos dijeron *Si* y cuántos dijeron *No*. Solicitará que de manera voluntaria algunos estudiantes compartan las respuestas a las dos preguntas restantes.

Desarrollo (65 minutos)

Uno de los estudiantes leerá la siguiente situación problema a sus compañeros de grupo y posteriormente lo volverá a leer la profesora, de manera pausada (5 minutos).

Fiesta de cumpleaños: *Se va a organizar la celebración de cumpleaños del grupo 2A, se necesita saber cuántos niños cumplen años en cada mes ¿Cómo podría organizarse esta información utilizando algún tipo de representación?*

Cada niño escribirá lo que cree que se podría hacer y cómo recoger la información. Pasados 5 minutos, se les entregará a cada estudiante una imagen de objetos de una fiesta: bombas, pastel, regalo, gaseosa, helado y perro caliente. El docente, indicará que se organicen en grupos atendiendo a que se junten los que tienen el mismo elemento de la fiesta.

El grupo nombra un líder quien es la persona encargada de garantizar el orden y el cumplimiento de las tareas. La primer tarea es que cada uno comparta la estrategia para responder la pregunta de la situación problema. Pasados 10 minutos, se escogerá una alternativa que represente al subgrupo.

Cada líder comparte ante el grupo clase la propuesta seleccionada. La docente escuchará las alternativas que se proponen y buscará un consenso para que se acuerde hacer una tabla y preguntar a los demás compañeros: nombre y mes de cumpleaños (5 minutos).

Cada niño le hará las preguntas a seis de sus compañeros y volverá al grupo. La docente modera esta actividad para no afectar la disciplina y el cumplimiento del tiempo previsto (10

minutos).

Después de regresar al grupo, la docente invitará a las niñas a que socialicen la información que recogieron de sus compañeras y den cumplimento con la siguiente información (30 minutos):

1. Agrupar por meses los nombres de las niñas.
2. Contar la cantidad de niñas que cumplen años en el mismo mes y escribirlo en una tabla.
3. Contestar las siguientes preguntas según la tabla realizada:
 - ¿En qué mes hay más niñas que cumplen años? _____
 - ¿En qué mes hay menos niñas que cumplen años? _____
 - ¿Existe algún mes donde ninguna niña cumpla años? ____ ¿Cuál? _____

Una vez que tengan los datos, proceden a contestar las siguientes preguntas:

¿Qué es una encuesta? ¿Para qué sirven las encuestas? ¿Para qué se utilizó la tabla?

Al concluir la actividad, cada subgrupo socializará el trabajo realizado frente al grupo clase.

Formalización: (25 minutos)

El profesor a partir de lo que hicieron los estudiantes, precisará los siguientes aspectos: conceptualización sobre qué es una encuesta, un conjunto de datos, y cómo se pueden recolectar datos, organizarlos y presentación de la información. Para tal efecto la docente toma como referentes las producciones y las conclusiones de los estudiantes y amplía su grado de dificultad según el rigor matemático.

Figura 1. Unidad Didáctica (Parra y Jiménez, 2018)

Se pudo hallar que esta clase de estrategias co-ocurrieron con el 24% de acciones referidas al surgimiento de conocimientos fruto de la interacción con la situación de acción, formulación y validación, motivados por ejemplos, contraejemplos, problemas o ejercicios, que fueron presentados por el docente, como andamiajes para el nuevo aprendizaje.

En las transcripciones se encontró que las docentes se eximían de explicar y buscaban desde la participación de los estudiantes la conceptualización del objeto de la clase, como se puede apreciar en el ejemplo de la figura 1.

De igual manera la co-ocurrencia del 43% de las acciones del docente que permitieron convertir lo que había sucedido en las situaciones adidácticas (acción, formulación y validación) en saberes propios de la matemática (institucionalización), permite inferir que el uso de la ficha o guía entregada a los estudiantes no fue suficiente; se requirió la intervención del docente para que el objetivo de la clase se lograra.

Se resalta como lo plantean Harlen (2013) y González (2014) que el diálogo en el aula es y seguirá siendo un dispositivo de la *Metodología de la Indagación* que permite viabilizar los aprendizajes del estudiante desde lo que hace y dice (situaciones adidácticas). Sin embargo, también se refleja la necesidad de un experto que mediatice entre el saber previo y el nuevo al encontrar una co-ocurrencia del 59% entre los diálogos del docente con sus estrategias para potenciar los conocimientos que se producían fruto de la interacción de los estudiantes. Esto implica un seguimiento constante de lo que hacen los estudiantes.

4.2 Pregunta intencionada del docente

En la *Metodología de la Indagación* la pregunta constituye un elemento fundamental para direccionar aprendizajes nuevos, al encontrar que el 46% de las preguntas del docente fueron para descubrir y estimular el desarrollo de ideas en los estudiantes. Esto se puede apreciar en Rodríguez y Hernández (2018, p. 49) al preguntar “¿cómo planeaste resolver la tarea? ¿Qué hiciste? ¿Qué tenemos ahí Nahomy? ¿Ese diez qué representa?”. O en Parra y Jiménez (2018, p.62) “¿Qué es una marca en una tabla de conteo?”. O en Díaz y Botero (2018, p.73) “¿cuéntanos cómo encontraste el patrón de tu cenefa?”. Estas preguntas contribuyen a fortalecer el pensamiento al requerir una respuesta bien pensada.

Este tipo de preguntas co-ocurrieron con las intervenciones del docente lo cual, según la Teoría de las Situaciones Didácticas, activa ciertos conocimientos en quien aprende, reconociendo así el poder que tiene la pregunta en la educación matemática al generar procesos metacognitivos.

En este orden de ideas, un aspecto a resaltar en los hallazgos de las tres docentes es que se mantuvo una relación reiterada entre pregunta-respuesta-pregunta, preguntas del docente y respuestas del estudiante, como se puede apreciar en el siguiente ejemplo (Díaz y Botero, 2018, p. 81):

P: ¿Qué característica en común tiene esta cenefa?

E: que todos son cuadrados.

P: que todos son cuadrados ¿todos son del mismo color? (las niñas mueven la cabeza diciendo no) E: no

P: ¿qué colores son?

E: amarillo, azul y rojo.

P: Bueno amores hasta el momento todas han hecho un gran trabajo, gracias. Pero resulta que yo aquí tengo unas tapas (les muestra una serie de 10 tapas) de ¿qué color son?

E: verde, roja, verde, roja, verde, roja, verde, roja, verde y roja (todas las niñas responden en coro tras la profesora señalar una a una).

Estas estrategias contribuyen al desarrollo del conocimiento matemático previsto para la clase, pero desde la *Metodología de la Indagación* y la teoría de las *Situaciones Didácticas*, limitan la acción del estudiante a lo que el docente quiere y no da espacio a la creatividad y a generar aprendizaje autorregulado. Al respecto Harlen (2013) propone que las preguntas indaguen por procesos, más que por la sustentación del resultado, y potenciar así el pensamiento crítico y argumentativo.

Se encontró que el 33% de preguntas utilizadas por las docentes contribuyeron con el trabajo colaborativo y la generación de ciertos conocimientos necesarios para interactuar con la situación, al compartir ideas, reflexionar y evaluar entre grupos. De allí que Brousseau (2007) plantea que en la situación de acción el estudiante se enfrenta a la solución del problema con su bagaje cultural y cognitivo, y al tener sus primeras comprensiones, las comparte con sus compañeros y en la formulación y validación confrontan alternativas de grupo, las cuales son retomadas por el docente para hacer la institucionalización.

En las transcripciones se pudo hallar fragmentos en los que las profesoras intervienen tomando como referente lo que habían hecho los estudiantes, por ejemplo cuando organizaron los

juguets en las cajas, respondiendo al criterio definido por la actividad “*en una caja van las fichas grandes, en otra las pequeñas, etc.*” Tomando estas acciones, la docente afirma “*lo que trabajamos fue clasificación*” (Díaz y Botero, 2018, p. 79). Esto responde a lo expresado por Brousseau (2007) “el docente institucionaliza a partir de las acciones realizadas previamente por los estudiantes” (p. 28).

4.3 Estudiante indagador

La *Metodología de la Indagación* plantea cambios, tanto en el rol del docente, como en el estudiante, quien debe aceptar que es el responsable de su propio aprendizaje y que sus docentes son los facilitadores o mediadores en este proceso. Fue así como se pudo identificar que el 22% de las acciones del docente posibilitaron las reflexiones de los estudiantes sobre ideas expuestas, sobre los ejemplos que aparecían en las guías o en el tablero.

Las acciones del docente también influyeron en el 26% de co-ocurrencias que se dieron con los saberes que inicialmente no emergieron en el estudiante, pero que gracias al direccionamiento del profesor a través de preguntas, fueron formalizados como saberes matemáticos.

Algunos ejemplos que se pueden citar: “*Entonces vamos a aprender hoy a construir una tabla de conteo. Listo en la tabla de conteo hay tres columnas*” (Parra y Jiménez, 2018, p. 63). Se resalta en este apartado cómo después de haber trabajado en grupos la docente precisa la actividad en función del objetivo de aprendizaje. Una situación similar aconteció en la clase de Díaz y Botero (2018) quien después de observar el trabajo de las estudiantes afirma “*agrupar las fichas de acuerdo a unas características, esas características pueden ser por su tamaño*” (p. 88).

Se identificó que el 21% de las acciones del estudiante mostraron una interacción con el medio, al hacer formulaciones de manera anticipada frente aquellos procesos matemáticos que podrían servir como solución al problema propuesto. Esto se pudo observar en la clase de Rodríguez y Hernández (2018) cuando la niña Nahomy narra la forma empleada para dar cumplimiento con la actividad. Allí sustentó lo que hizo en la casa al buscar ayuda en su familia, demostrando alternativas de solución según los requerimientos de la situación fundamental.

De igual manera se resalta el proceso de validación y corrección con sus compañeros en Rodríguez y Hernández (2018, p. 53), al escribir de manera incorrecta el cardinal que representa

un conjunto que tiene diez elementos, pero en este caso el conjunto tenía once, por lo que la docente invita a la reflexión con la pregunta *¿estás segura que están los diez elementos?* Al haber recibido retroalimentación de sus compañeros, Nahomy procede a recontar las casas dibujadas, ante lo cual reconoce su error y procede a borrar una casa del conjunto para que correspondiera con el cardinal “10”.

4.4 Retroalimentación

La retroalimentación del docente para mejorar la realización del trabajo arrojó que este tipo de estrategias contribuyó en un 28% con la activación de ciertos conocimientos necesarios para interactuar con la situación. Se resalta que el docente retomó ideas valoradas de los estudiantes, aún si éstas no estaban bien formuladas conceptualmente.

A través del ejercicio de institucionalización se analizó lo sucedido en los momentos adidácticos, haciéndose precisión conceptual y rigurosa según el saber matemático; de allí que esta estrategia co-ocurriera con el 53% de las acciones identificadas como soluciones encontradas al problema que fueron reformuladas o ajustadas por el docente para ser convertidas en saberes propios de la matemática.

El siguiente fragmento ejemplifica lo expresado en el párrafo anterior: “.. *cada una de ustedes tenía un patrón establecido en sus cenefas*” y reconstruyendo este acto continúa diciendo “... *resulta que todos estos elementos yo los voy a llamar serie, esto es una serie ¿cómo se llama? E: serie*” (Díaz y Botero, 2018, p. 81). Como docente de matemáticas que busca construir conocimiento, no define de manera descontextualizada, al contrario, reconstruye lo realizado por los estudiantes y procede a conceptualizar qué es una “serie”.

De otro lado, para ejemplificar la necesidad de usar el error como “trampolín” hacia los nuevos conocimientos, se retoma lo descrito en Rodríguez y Hernández (2018, p. 41). La docente se percató de que al escribir un estudiante la adición “*5 más 10 igual a 15*”, no había correspondencia entre el número de elementos y el cardinal que lo representaba. La docente dejó que la clase avanzara y momentos después llama a los estudiantes a repensar lo que había sucedido con preguntas como *¿ese diez qué representa? ¿Y el cardinal de qué?*

Estas preguntas se hicieron a otros niños diferentes al que estaba en el tablero, y al volver a éste reitera la pregunta *¿cuántos elementos deben de haber aquí?* La niña que había cometido el

error en el cardinal del segundo conjunto, se da cuenta del error y procede a corregir. Esta clase de estrategias son las que se proponen en una clase de matemática, por cuanto al ser el estudiante quien identifica el error, los aprendizajes serán más significativos.

4.5 Evaluación formativa

Se encontró que el 33% de las acciones evaluativas co-ocurrieron con las retroacciones entre estudiantes con el medio, evidenciando confrontación, anticipación o constatación sobre los conocimientos matemáticos.

Por ejemplo, en la clase de Parra y Jiménez (2018) una estudiante reclamó que se habían repetido votos, mostrando elementos argumentativos como *“Es que unas votaron por la pera, otras votaron por la fresa y todas votaron por el banano y se repitieron votos. Porque 5 más 4 nueve, más 3 da 12”* (p. 61). La docente con la intención de que los propios estudiantes resolvieran el problema, pregunta: *“¿Y allá hay 12 niñas? (señala al grupo)”*, a lo que varios contestaron que “no”. En el registro se pudo apreciar que para solucionar la discusión, llegan al acuerdo de repetir la votación. Obsérvese que en este tipo de experiencias en las que los mismos estudiantes regulan su trabajo, se fortalece la argumentación matemática.

De igual manera la evaluación realizada entre los estudiantes co-ocurrió con la construcción de nuevos aprendizajes en un 37%. Un episodio que sustenta esta afirmación es el siguiente:

una de las niñas quita las fichas y dice que esas no van ahí, otra de las niñas empieza a verificar una a una y se da cuenta que hay un error, otra niña repite el procedimiento y nombra una a una las fichas y de esta forma terminan la cenefa (Díaz y Botero, 2018, p. 91).

Nótese cómo algunas de las declaraciones del estudiante fueron sometidas a juicio de sus compañeros y fruto de ello se derivaron progresivamente y con la ayuda del profesor aprendizajes nuevos. Este tipo de actuaciones arrojó en el contexto total de la investigación un 29% de acciones de confrontación con las condiciones del enunciado del problema para probar la alternativa de solución.

Frente a la evaluación realizada por las docentes, se pudo encontrar que el 61% de recurrencia se dio con las producciones del estudiante erradas y toleradas (provisoriamente),

usadas posteriormente para la institucionalización del saber matemático. Un ejemplo que ilustra esta situación lo constituye lo narrado en el párrafo anterior, en el momento en que la docente solicita aclaración de lo que estaba sucediendo, y a partir de estas afirmaciones precisó que “*agrupar las fichas de acuerdo a unas características, esas características pueden ser por su tamaño, por su forma, por su color, por la posición*” (Díaz y Botero, 2018, p. 88).

El rol del docente como evaluador tuvo un porcentaje muy representativo, una vez que desde la *Metodología de la Indagación* es fundamental que las actividades se encausen en función del objetivo de aprendizaje. Luego, las preguntas que usaba o las afirmaciones que implicaban postura del docente, ratifican la necesidad del docente como experto para garantizar que el estudiante sea un indagador constante.

Entre las situaciones que se pueden presentar como ejemplo de estos acaecimientos está aquel en el cual la docente al ver que las niñas no respondían a la pregunta “*¿cómo le podemos ayudar a la profesora del concurso para saber cuál fue la fruta favorita?*” (Parra y Jiménez, 2018, p. 97), la docente los llevó a leer una y otra vez la situación.

En otra experiencia, la docente no solo evaluaba preguntando sobre lo que hacían los estudiantes, sino que era observando la calidad de lo que hacían: “*este grupo ha organizado la cenefa muy bien de tal manera que se puede visualizar el patrón conservando los tres elementos de forma separada*” (Díaz y Botero, 2018, p. 73). Obsérvese que hay seguimiento de la actividad al igual que un reconocimiento por su buena calidad.

5. CONCLUSIONES

El docente de matemáticas en la *Metodología de la Indagación* elabora y entrega material a los estudiantes para activar los conocimientos necesarios en la interacción con la situación fundamental. De igual manera es observador del trabajo para identificar las producciones del estudiante (correctas o erradas) y las usa posteriormente en la institucionalización del saber matemático.

La *Metodología de la Indagación* reconoce el papel protagónico que tiene el estudiante en el aprendizaje, evidenciando asimilaciones, confrontaciones, anticipaciones o constataciones de

los conocimientos matemáticos. De allí, su rol estará enmarcado en una participación activa y consciente durante las situaciones de acción, formulación y validación. Para ello el docente posibilita la interacción con el medio, presentando ejemplos, formulando preguntas, previendo recursos y material de apoyo.

La pregunta, el diálogo, la búsqueda de información, la validación de posibles caminos de solución, la retroalimentación y la evaluación formativa, se presentan como dispositivos potentes de la *Metodología de la Indagación* para una clase de matemáticas. Ello posibilita la interacción con problemas concretos, al plantear hipótesis y al trabajar por descubrimiento.

Es necesario que las preguntas sean formuladas de una manera clara y precisa, ya que en oportunidades el estudiante contesta incorrectamente o no lo hace, no porque no conozca la respuesta, sino porque la pregunta tiene una formulación ambigua o confusa.

Al sumar en la tabla de co-ocurrencias los porcentajes de todos los ítems del instrumento por docente, se encontraron diferencias asociadas en cada categoría que caracteriza la *Metodología de la Indagación: Docente como facilitador*: la profesora de preescolar obtuvo el máximo valor con 472%. *Pregunta intencionada del docente*: el mayor porcentaje se halló en la clase de segundo, con 64%. *Estudiante indagador*: 57% para la clase de segundo. *Retroalimentación*: 131% en la clase de segundo. *Evaluación formativa*: 128% para la clase de preescolar.

6. REFERENCIAS

- Ausubel, D., Novak, J., y Hanesian, H. (2005). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Bravo, N. (2007). *Competencias Proyecto Tuning-Europa, Tuning.-America Latina*. Recuperado el 1 de abril de 2019 de: http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/hmfbcp_ut/pdfs/m1/competencias_proyectotuning.pdf.
- Brousseau, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. Argentina: Libros del Zorzal.
- Bustamante, A. (2009). *Lógica y argumentación. De los argumentos inductivos a las álgebras de Boole*. México: Pearson Prentice Hall.

- Bustos, A. (2011). *Presencia docente distribuida, influencia educativa y construcción del conocimiento en entornos de enseñanza y aprendizaje basados en la comunicación asíncrona escrita* (Tesis Doctoral no publicada). Universidad de Barcelona, España.
- Cantoral, R., Farfán, R. M., Cordero, F., Alanis, J. A., Rodríguez, R. A., y Garza, A. (2005). *Desarrollo del pensamiento Matemático*. México: Editorial Trillas.
- Coll, C., Mauri, M. T., y Onrubia, J. (2008). Análisis de los usos reales de las TIC en contextos educativos formales: una aproximación socio-cultural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10, 1-18.
- Díaz, F. J., y Botero, Y. (2018). *La práctica docente interpretada desde la metodología de la indagación, mediada por una unidad didáctica para la enseñanza de la noción de seriación en preescolar* (Tesis de Maestría no publicada). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- González, M.I. (2014). *Metodología de indagación como proceso de mejora del rendimiento académico en matemáticas*. Instituto Latinoamericano de altos estudios – ILAE. Colombia: Editorial Milla.
- Harlen, W. (2013). *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica*. Italia: Global Network of Science Academies (IAP).
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V.
- Hernández, F., Forés, A., Sancho, J., Sánchez, J., Casablancas, S., Creus, A., Herraiz, F., y Padró, C. (2011). Aprender desde la indagación en la Universidad. *Cuadernos de docencia universitaria*, 19.
- ICFES. (2017). *Resultados prueba Saber 3º, 5º y 9º*. Recuperado el 1 de abril de 2019 de <http://www2.icfesinteractivo.gov.co/ReportesSaber359/consultaReporteEstablecimiento.jspx>.
- Parra, L.F., y Jiménez, N. J. (2018). *La práctica docente interpretada desde la metodología de la indagación, mediada por una unidad didáctica para la enseñanza de la organización de datos* (Tesis de Maestría no publicada). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación*. Buenos Aires: Paidós.
- RediE. (2011). *La enseñanza de las matemáticas en Europa: retos comunes y políticas nacionales*. Red Española sobre Educación. Eurydice Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural. Recuperado el 1 de abril de 2019 en <http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice>.
- Rodríguez, M., y Hernández, D. M. (2018). *La práctica docente interpretada desde la metodología de la indagación, mediada por una unidad didáctica para la enseñanza de la estructura aditiva* (Tesis de Maestría no publicada). Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Tardif, J. (2009). *Desarrollo de un programa por competencias: De la intención a su implementación*. Recuperado el 1 de abril de 2019 de <https://www.ugr.es/~recfpro/rev123ART2.pdf>

UNESCO (2016). *Aportes para la enseñanza de la matemática*. Chile: Acento en la Ce SPA.

Wells, G. (2001). *Indagación Dialógica. Hacia una teoría y una práctica socioculturales de la educación*. Barcelona: Editorial Paidós.