



## Neuroeducación en las matemáticas: Renovación docente para la enseñanza de la adición y sustracción

Ricardo Alberto Reza Flores <sup>a</sup>

**Resumen** – La presente investigación tuvo el propósito de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la adición y sustracción en estudiantes de educación primaria, mediante la renovación y autonomía docente al favorecer sus competencias indagatorias y permearlos de atributos neuroeducativos. Fue desarrollada una investigación-acción donde participaron 14 docentes de primaria de la Ciudad de México; se realizó pretest y posttest sobre concepciones indagatorias, que tuvieron un Alfa de Cronbach de 0.87 y diferencias estadísticamente significativas ( $p < .05$ ); las fases cualitativas contemplaron la detección de estilos de aprendizaje con base al Modelo de Kolb y Felder-Silverman, alfabetización docente sobre neuroeducación, indagación de estrategias didácticas novedosas sobre este campo para implementarlas en el aula y una entrevista semiestructurada. Se vislumbró que incorporar la neuroeducación favorece a que el profesorado conozca cómo asimila-procesa información el cerebro y, por ende, cómo se le debe de enseñar a los estudiantes, para promover aprendizajes significativos y duraderos.

**Palabras clave** – Neuroeducación, Educación Primaria, Matemáticas, Adición, Sustracción.

**Abstract** – The purpose of this research was to improve the teaching-learning process of addition and subtraction in elementary school students, through teacher renewal and autonomy by promoting their inquiry skills and permeating them with neuroeducational attributes. An action-research was developed in which 14 elementary school teachers from Mexico City participated; a pretest and posttest were carried out on inquiry conceptions, which had a Cronbach's Alpha of 0.87 and statistically significant differences ( $p < .05$ ); the qualitative phases contemplated the detection of learning styles based on the Kolb and Felder-Silverman Model, teacher literacy on neuroeducation, inquiry into novel teaching strategies on this field to implement them in the classroom and a semi-structured interview. It was found that incorporating neuroeducation helps teachers understand how the brain assimilates and processes information and, therefore, how it should be taught to students, in order to promote meaningful and lasting learning.

**Keywords** – Neuroeducation, Elementary School, Mathematics, Addition, Subtraction.

### CÓMO CITAR HOW TO CITE:

Reza Flores, R. A. (2024). Neuroeducación en las matemáticas: Renovación docente para la enseñanza de la adición y sustracción. *Interconectando Saberes*, (18), 123-144. <https://doi.org/10.25009/is.v0i18.2818>

Recibido: 21 de septiembre de 2023

Aceptado: 2 de octubre de 2024

Publicado: 25 de octubre de 2024

<sup>a</sup> Centro de Actualización del Magisterio en la Ciudad de México, México. E-mail: [ricardo.rezaf@gmail.com](mailto:ricardo.rezaf@gmail.com)



## INTRODUCCIÓN

La adición y sustracción pueden ser consideradas como partes fundamentales para el desarrollo de múltiples actividades básicas y complejas en la vida de los seres humanos, tales como para contabilizar objetos, hacer compras, realizar investigaciones científicas, preparar alimentos, evidenciar expresiones artísticas y culturales, determinar proyecciones, calcular distancias, participar en juegos, construir espacios, expresar escalas de valor, entre otros; además son el preámbulo de conceptos matemáticos más complejos, lo que “suele verse como un avance intelectual que fundamenta otros saberes puramente formales” (Espitia et al., 2018, p. 99).

A tal efecto, es necesario tener presente que dichos elementos deben de estimularse asertivamente desde las primeras etapas de la vida, tanto en la educación informal como en la formal, mediante el andamiaje del pensamiento numérico y matemático para consagrar aprendizajes significativos. Esto puede ser logrado tal como lo describió Ausbel en su momento, al pensar que el individuo logre interrelacionar los conocimientos previos con los recién adquiridos, para encontrar un propósito de su uso en la vida cotidiana y edificar un sentido duradero (Miranda y Núñez, 2022).

En consideración de lo anteriormente descrito, los teóricos educacionales, filósofos, pedagogos e investigadores en el campo educativo, constantemente se encuentran buscando diferentes vías para favorecer lo que es desarrollado dentro de las aulas (Garrison y Vaughan, 2008; Darling y Bransford, 2005; Fullan, 2007), para hacer más atractivo lo que enseñan los profesores y a su vez, que los estudiantes encuentren un valor agregado cuando están inmersos en el mundo de las matemáticas.

En dicha búsqueda, es encontrada una interconexión con la neuroeducación, porque permite comprender los procesos de funcionamiento y aprendizaje del cerebro humano con sustento científico, para desarrollar métodos de enseñanza con mayor eficiencia y eficacia (Damasio, 1994; Goswami, 2006). En este sentido, es viable pensar que la didáctica de la adición y sustracción pueden evolucionar de la mano con la neuropedagogía, la cual es una combinación de Neurodidáctica, Neuroeducación y formación docente (Fernández, 2022)

No obstante, no sólo basta saber cómo es que funciona la mente para poder enseñarle, sino también hay que reconocer los significados de las vías en las que cada individuo puede aprender al enfrentarse a múltiples tareas cognitivas (Coello et al., 2022). Los docentes son los encargados de identificar dichos elementos entre sus estudiantes, porque son los actores educativos que se encuentran en interacción directa con ellos, además de que son los mediadores de los procesos de enseñanza-aprendizaje y tienen el deber y necesidad profesional de renovar sus competencias docentes.

## CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Dentro de las matemáticas las operaciones de adición y sustracción son las que más sentido han cobrado desde tiempos remotos; en la antigua Mesopotamia (3500 a. C.) eran realizados registros en tablillas de arcilla cálculos como la suma y resta, los cuales podían expresar transacciones de índole comercial (Woods, 2010); a gran distancia geográfica, en China en la dinastía Shang (1600 a. C.) eran empleados cálculos que incorporaban números básicos para la vida cotidiana, también con acento en los tratados comerciales (Dauben et al., 2018).

Más adelante en Grecia (300 a. C.), se retomaron los avances desarrollados por los egipcios y babilonios, para catapultar las operaciones que incluían los conceptos de números enteros negativos y de sustracción, mediante demostraciones abstractas basadas en la estructura lógica (Boyer y Merzbach, 2011). Los griegos fueron los primeros en establecer un sistema formal de numeración y no sólo de manera verbal, también gráfica mediante el uso de instrumentos para realizar representaciones de su entorno (Malacara, 2018). Los mayas realizaban algoritmos de adición y sustracción mediante un sistema de numeración posicional vertical (siglo X).

En el viejo continente europeo existieron instituciones educativas de la cristiandad y catedralicias en el siglo XII que profundizaron también en la sustracción (Guijarro, 2008). Más adelante, con los avances de la tecnología fue inventada la imprenta (siglo XV), en consecuencia fueron facilitados los procesos de la difusión de manuales de aritmética que detallaban los procesos teóricos para la comprensión de la agregación o no de unidades numéricas. En este sentido, el texto denominado “Arithmetica” expuso a la luz la idoneidad de aquel entonces, de la notación de la suma y resta, así como algunas matrices, la inclusión de fracciones y decimales.

Con el paso del tiempo diversos científicos y catedráticos de las universidades más destacadas del mundo, realizaron cálculos complejos basados en la adición y sustracción, brindando un impulso a la revolución industrial y por ende a la sociedad desde múltiples aristas (Cohen, 1980).

Desde entonces y hasta hoy en día, el manejo de la adición y sustracción han sido elementos vitales en el día a día de los individuos; por consiguiente, es imprescindible resaltar que la enseñanza de estas operaciones tiene que ser consideradas dentro de los sistemas de educación, para que los seres humanos puedan desenvolverse de manera personal y entre múltiples núcleos sociales.

En la era moderna, este tipo de cálculos continúan siendo un pilar; sustancialmente son empleadas en áreas como las ciencias, ingenierías, programación, finanzas, etc. Sin embargo, cada vez cobran más auge, hasta en áreas sociales y de humanidades, lo cual es el reflejo de una sociedad que evoluciona y está interconectada globalmente.

### **La adición y sustracción en la actualidad en la escuela primaria**

Actualmente la enseñanza de las matemáticas es parte de una formación educativa integral, lo cual es un manifiesto de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); con ello se pretende que los estudiantes puedan adquirir las competencias necesarias para la vida diaria y su relación con otras disciplinas, la resolución de problemas mediante el pensamiento matemático, operaciones aritméticas, potenciar el pensamiento abstracto, y con el avance en los cursos lectivos, puedan irse tornando los aprendizajes más complejos (Flotts et al., 2016).

La didáctica de las matemáticas está íntimamente ligada con un desarrollo de los estudiantes no sólo desde el ámbito escolar, sino también de diferentes aristas como lo ético, social, emocional, familiar y cultural. Por consiguiente, es de esperar desde los primeros años de vida de cada individuo, se les brinde el acceso a la

educación Inicial y Preescolar, para experimentar de manera lúdica las matemáticas, con operaciones como la adición y sustracción, sin profundizar exhaustivamente en la teorización en un sistema rígido de enseñanza. Cabe destacar, que en la escuela primaria es donde los estudiantes empiezan a manejar operaciones básicas de aritmética no sólo desde el juego, sino a su vez de la mano con conceptos y teoría para un uso cotidiano escolar y de su entorno social.

En México, la Nueva Escuela Mexicana (NEM) es una propuesta por el gobierno mexicano que busca transformar el sistema educativo al brindar inclusividad, equidad y calidad para formar ciudadanos críticos, comprometidos y responsables (Álvarez, 2023). La NEM es producto de la evolución de la Reforma educativa que procura potenciar la capacitación y el desarrollo de los actores educativos con un sentido humanista (Valenzuela et al., 2023)

Asimismo, las matemáticas tienen una nueva visión en este último Plan de Estudios 2022, donde destaca que los aprendizajes son desarrollados por proyectos, lo cual significa trabajar de la mano entre los objetivos curriculares y los intereses de los estudiantes por medio de los nuevos libros de texto en Educación Básica (Ruíz y Villalobos, 2023).

A su vez, las matemáticas se fusionan en el programa académico con las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales para favorecer aprendizajes significativos, contextuales e integrativos; este nuevo espacio es denominado: Campo Formativo Saberes y Pensamiento Científico, el cual tiene como finalidad entrelazar el aprendizaje de los diferentes campos del conocimiento interdisciplinariamente y no ver a las matemáticas como un ente aislado. A tal efecto, para Block (2022) “las motivaciones son loables: combatir la fragmentación

típica del conocimiento escolar y, al mismo tiempo, dar mayor relevancia y sentido a los contenidos” (p. 6).

En este nuevo enfoque educativo en la escuela primaria, son ofrecidas herramientas en el proceso de enseñanza-aprendizaje para que puedan romperse las barreras de aprendizaje, mejore la resolución de problemas, se potencialice el pensamiento lógico-matemático, y para que sean favorecidos los procesos cognitivos, metacognitivos y del sistema interno de los alumnos.

El nuevo Plan de Estudios 2022 trata de mostrar a la adición como un eslabón dentro de las matemáticas, que favorece la comprensión de sumar dos o más elementos, por otro lado, en la sustracción es importante entender lógicamente el valor de reducción de un número; ambas operaciones son llevadas a cabo para encontrar un resultado. No obstante, la finalidad no reside exclusivamente en obtener una cantidad al término de cada cálculo aritmético, sino el entender y analizar que existen conceptos matemáticos de por medio, propiedades asociadas, metodologías de enseñanza, planeaciones didácticas que interrelacionan diversas áreas del saber, ejercicios aritméticos contextualizados e interculturales, creatividad, protagonización del estudiantado, emociones, etc.

### **La problemática al enseñar la adición y sustracción**

A pesar de que son descritos muchos atributos sobre la enseñanza de la adición y sustracción, así como de las matemáticas en general en la escuela primaria para consolidar parte de un futuro académico y personal exitoso en los estudiantes, la realidad es que reinciden problemáticas que no han podido ser erradicadas dentro del aula y que inclusive, generan nuevas barreras de aprendizaje. De acuerdo con Novelo y Herrera (2015):

La reacción que el alumno adquiere hacia las matemáticas es en la mayoría de las veces poco positiva, como por ejemplo, el odio, el rechazo, la ansiedad, entre otras. Es muy común que esta asignatura sea la menos atractiva y poco entretenida para los alumnos o tal vez sea el desempeño del docente en el aula, pero el punto es, que el alumno, por más que se discipline y responsabilice en la comprensión de esta área del conocimiento siguen presentando resultados pocos favorables. (p.2)

La oposición y la antipatía hacia este campo del saber prevalece en el estudiantado, en pocas palabras la animadversión. Parte del profesorado enseña desde el positivismo donde valida el contenido científico para transmitir información de manera unidireccional, sin entretener un abanico de posibilidades acorde a las necesidades reales y contextuales del estudiantado.

Uno de los principales motores que impulsan estas prácticas, es que en las aulas de primaria son dirigidas las sesiones lectivas a gran escala por medio de la corriente psicopedagógica conductista, a pesar de que existen otras que permiten generar una educación activa (como lo hace el constructivismo, el cognitivismo y el conectivismo). El psicólogo Skinner, comprendía al aprendizaje como estímulos recurrentes para generar una respuesta y, por consiguiente, un cambio en la conducta; en este modelo es considerado al estudiante como un agente completamente pasivo (Carrasco y Prieto, 2016).

A menudo, los enfoques didácticos sobre la adición y sustracción son basados en la repetición mecánica de ejercicios aritméticos, al igual que la memorización de conceptos planos sin extrapolarlos a espacios que creen significados de fácil comprensión y uso; no es propiciado el desarrollo del pensamiento: crítico, creativo, constructivo, lateral, lógico y matemático. Esto puede detonar en falta de motivación, generar inseguridad y

pérdida de confianza en los alumnos con base en sus capacidades intelectuales y habilidades aritméticas.

Otro factor que puede ser un problema es la falta de capacitación y actualización de los docentes que imparten matemáticas en la primaria, debido a que un gran número de ellos no están familiarizados con metodologías novedosas vigentes que favorezcan el aprendizaje de los alumnos, a su vez, desconocen el camino autónomo para adquirir nuevas estrategias didácticas sobre adición o sustracción, mediante sitios con información validada, sustentada y de calidad.

Desde otra panorámica, existen docentes que ejercen su práctica profesional en la enseñanza de las matemáticas en la primaria, que cuentan con formación inicial normalista (con bases profesionales pedagógicas y didácticas) y otro porcentaje que cuenta con una formación en licenciaturas como matemáticas, ingeniería, contaduría, arquitectura, química, etc. Estos últimos pueden ser especialistas en el manejo de contenido matemático, sin embargo, desconocen los fundamentos del conocimiento pedagógico del contenido, y del conocimiento de los aprendices y sus características; lo que realmente es requerido en el aula, es alguien especializado sobre la enseñanza (Carrillo, 2014).

También es relevante mencionar que las bases matemáticas que se consolidan en la escuela primaria son el sustento para desarrollar el siguiente nivel educativo, la escuela secundaria; etapa académica donde se aplica la prueba internacional estandarizada de PISA, que significa Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes, es un estudio coordinado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). En los resultados de la última prueba de 2022, el 66% de los alumnos mexicanos en

matemáticas salieron en un Nivel inferior a II, donde el Nivel máximo es de VI (El Economista, 2023).

### **La importancia de reconstruir el camino de enseñanza – aprendizaje**

Los docentes deben desarrollar competencias profesionales generales, digitales, transversales y también especializadas como la indagación, para catapultar la autonomía de su profesión y favorecer la renovación e innovación dentro de sus aulas, con la intención de consolidar aprendizajes significativos; En este hilo conductor de ideas, es importante para Avilés (2011):

Desafiar procesos donde el aprender a aprender, sean la consigna, se plantean situaciones de aprendizaje constructivistas...se les entrene para que reflexionen sobre sus propios aprendizajes y puedan integrar en sus análisis una serie de elementos que le faciliten luego recordar y evocar esos conocimientos. (p. 133)

Es necesario considerar que los nuevos aprendizajes de los docentes idóneamente deberían de ser implementados en sus clases a la par que están siendo adquiridos, claro está que todo este nuevo bagaje de información tiene que ser ajustando acorde a: el currículo por atender, el contexto escolar y las necesidades de los estudiantes.

Enseñar matemáticas en la escuela primaria no sólo es una profesión, es todo un arte en la didáctica para saber cómo transmitir información; por ende, es imprescindible comprender que usar mecanismos repetitivos como anteriormente fueron mencionados, no favorecen a construir bloques cognitivos para el aprendizaje de la adición y sustracción. De este modo, los profesionales del sector educativo deben tener presente las rutas en las que es favorecido el proceso de

enseñanza-aprendizaje y reconocer cómo es que pueden aprender los individuos.

De esta manera nace la idea que los docentes pueden aproximarse a los nuevos atributos revolucionarios educativos, como lo es la neuroeducación (Ansari et al., 2012), la cual integra una parte de la neurobiología con la comprensión de diversos mecanismos del sistema nervioso y circuitos celulares cerebrales (Tokuhama, 2010), para saber cómo es procesada la información en el ser humano; y, por otro lado, a la educación como proceso de refinamiento de asimilación de información y generación de conocimiento.

La importancia de la alfabetización del docente sobre la neuroeducación, les ayudará a comprender cómo es que se le puede enseñar a los individuos múltiples conocimientos, con base a cómo es que funciona el cerebro para procesar datos y generar comportamiento, es así como Meneses (2019) extiende del Dr. Mora que “la neuroeducación puede transformar la actitud de muchos maestros, en el sentido de producir en ellos un tono diferente, emocional y cognitivo, en su forma de ver la enseñanza, de mentalizar y de responsabilizarse” (p. 211).

Las neurociencias deben de estar presentes en la enseñanza de las matemáticas, para que el mediador educativo pueda plantear situaciones pedagógicas-didácticas, de tal manera que despierten el interés de los alumnos y puedan sentirse motivados para aprender; claro está que esto no basta para crear significados de valor entre los alumnos y reflejar una educación de calidad.

En este hilo conductor de ideas, Sousa (2014) afirma que “understanding the neural mechanisms involved in mathematical cognition can provide educators with

insights into how students learn, enabling them to design more effective instructional strategies that align with the brain's natural learning processes” [comprender los mecanismos neuronales involucrados en la cognición matemática puede proporcionar a los educadores conocimientos sobre cómo aprenden los estudiantes, lo que les permite diseñar estrategias de instrucción más efectivas que se alineen con los procesos naturales de aprendizaje del cerebro.] (p. 13)

El docente que retome a la neuroeducación también debe considerar dentro del salón de clases, cómo es que cada estudiante puede realizar tareas cognitivas, mediante los rasgos personales, psicológicos, afectivos, fisiológicos y del entorno.

A tenor de esta panorámica, los estilos de aprendizaje individuales de los estudiantes también deben de ser atendidos; su importancia radica en que las niñas, así como los niños aprenden de maneras diferentes, por consiguiente, es importante personalizar la enseñanza. De igual manera, sostiene Ramos et al. (2019):

Al no haber homogeneidad en el uso de los estilos de aprendizaje por parte de los estudiantes, se requiere del maestro prácticas pedagógicas y estrategias que brinden las oportunidades de aprendizaje a todos sus estudiantes sin exclusión pues no se puede pretender que solo con la práctica se llegue a ellos por igual, sino que se debe ser estrategia para permitir la construcción del conocimiento. (p. 3)

Existen modelos de aprendizaje como el de Kolb, que es empleado para describir procedimentalmente la organización del saber mediante cuatro capacidades elementales: Observación Reflexiva (OR), Conceptualización Abstracta (EA); experimentación activa (EA); y Experiencia Concreta (EC); por otro lado, está el modelo de Felder y Silverman, el cual extiende

que el contexto educacional está edificado como un proceso de dos etapas, como lo es la recepción y el procesamiento de datos informativos. Ambos modelos pueden ser utilizados para en el trayecto formativo en los centros escolares para ayudar a desarrollar habilidades cognitivas e intuitivas (Vásquez et al., 2022).

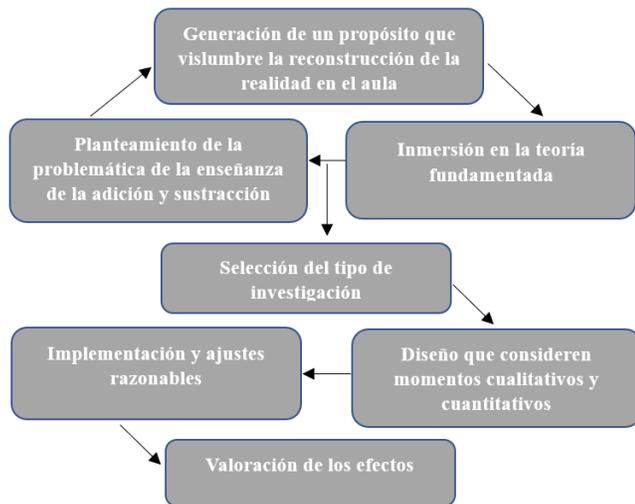
En consideración de los puntos anteriormente expuesto, el objetivo de la presente investigación es: transformar la práctica del profesorado para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la adición-sustracción en la escuela primaria, mediante el desarrollo de sus competencias profesionales permeadas de atributos neuroeducativos e indagatorios, y así, consolidar los futuros aprendizajes significativos y duraderos en el estudiantado.

## MÉTODO

Para la construcción de este estudio que pretende contribuir en la enseñanza de la adición y sustracción en la educación primaria, fue fundamental estructurar elementos clave para su desarrollo (figura 1). La problemática descrita en la sección anterior fue el pilar para establecer un propósito que coadyuvara a trazar la ruta de trabajo, asimismo, permitió adentrarse en la teoría fundamentada; estos tres momentos fueron comprendidos como un análisis cíclico para determinar el tipo de metodología que sería implementada, al igual que la generalidad de la investigación.

**Figura 1**

Puente de conexión de la problemática hasta la valoración de la intervenció



A tal efecto, fue seleccionada una metodología de *investigación-acción* debido a que permite crear una dimensión más amplia, completa y exhaustiva para entender la complejidad del fenómeno de estudio y aprovechar el paradigma metodológico (Ivankova, 2015). Este tipo de diseños metodológicos son muy sensibles, porque el investigador debe tener plena lucidez para integrar los instrumentos cualitativos junto con los elementos cuantitativos, y conocer el momento idóneo de implementación de cada una de las fases para obtener los mejores hallazgos posibles. La finalidad de conjugar la metodología cuantitativa a la par de metodología cualitativa, para Hernández et al. (2010) es “utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales” (p. 544).

Considerando el apartado cuantitativo, los datos tratados crearon una realidad y una nueva perspectiva para el investigador, porque fueron interiorizados a conciencia para valorar su efectividad e importancia, tanto educativa como socialmente. También fueron consideradas acciones apriorísticas con relación al

conocimiento, que pueden haber tenido una consecuencia en el momento de la intervención y, por consiguiente, deberían tener efectos en el futuro después de divulgar los hallazgos de este trabajo (Lohmar, 2007).

Con relación a la parte cualitativa, es importante rescatar que no sólo se orienta a la descripción del objeto de estudio, sino que pretende transformar y mejorar la naturaleza del entorno en que es desarrollado lo que es investigado; otro rasgo medular de la anatomía del constructo cualitativo es exponer a la luz las subjetividades de los participantes, en este caso del profesorado, porque son los que han vivido la experiencia de reinversión profesional (Monje, 2011).

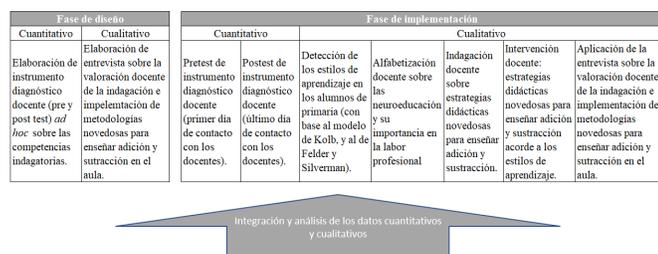
Es pertinente acentuar que los docentes que son investigadores de campo suelen poseer un mayor panorama y *expertise* que otras personas sobre la temática analizada. Este tipo de profesionales conciben diferentes estadios o fases para ejecutar la intervención, lo cual es previamente planeado; no obstante, pueden realizarse ajustes razonables durante el proceso de investigación acorde a las necesidades de este. La importancia de los ajustes es que la condición humana no es estática, tiene una naturaleza altamente dinámica y el investigador debe de estar atento a los cambios no previstos para saber cómo atenderlos.

La presente investigación tuvo una fase de implementación total del 9 de enero al 29 de marzo de 2023 (figura 2). Se aplicaron instrumentos pretest (9 de enero) y post test (27 de marzo de 2023), la detección de estilos de aprendizaje del alumnado (entre el 11 y 12 de enero), alfabetización docente sobre neuroeducación, indagación de estrategias novedosas por el profesorado (16 a 27 de enero), intervención docente en el aula (6 de febrero a 23 de marzo), y la

aplicación de la entrevista de valoración docente (29 de marzo).

## Figura 2

### Fases de la investigación



## Participantes

La población muestral en este estudio incluye la participación de 14 profesoras que ejercen su labor profesional en 13 escuelas de educación primaria de la Ciudad de México en el sector privado. El criterio de selección de las docentes fue regido bajo el muestreo intencional, debido a que favorece el rigor del método, da credibilidad a los hallazgos y se encuadra con el propósito de estudio (Campbell et al., 2020).

Entre las características de la muestra en primer término se tuvo que sus edades oscilaron de la siguiente manera: el 35.7% estuvieron en un rango de 31 a 40 años, el 28.6% se encontraron entre los 41 a 50 años y el 35.7% estaban entre los 21 a 30 años. Con relación a su máximo grado de estudios profesional el 85.7% únicamente alcanzó la licenciatura, el 14.3% posee estudios de maestría y ninguna ostentó título de doctorado. Las áreas del saber en el que están especializadas las participantes, el 57.1% se encuentran enfocadas en las ciencias sociales y el 42.9% en el campo de humanidades y artes. En referente a la cantidad de años de servicio frente a grupo de escuela primaria que tienen las profesoras, el 71.4% tienen de 1 a 5 años, el 14.3% de 6 a 10 años, en un rango de 11 a 15 años están el 7.1%, y entre 16 a 20 años está el 7.1%. El 100% de

los docentes refiere no contar con formación normalista.

## Instrumento

Los instrumentos *pre* y *postest* (de 6 reactivos cada uno) fueron diseñados ad hoc de manera unidimensional y estuvieron orientados para que los docentes expresaran sus opiniones con relación a la indagación como competencia docente; los dos test contemplaron las mismas preguntas para ser contrastados entre sí al término de la intervención investigativa. El pretest fue aplicado el primer día de encuentro con los docentes y el postest el último día de contacto con ellos. Fue utilizada una escala de Likert para los reactivos, porque esta ayuda a determinar los valores de las variables de manera concreta y eficaz, asimismo permite que los resultados sean interpretados por el investigador con estadísticos confiables (Canto et al., 2020). Los parámetros de dicha escala fueron: 5= Totalmente de acuerdo, 4= De acuerdo, 3= Indeciso, 2= En desacuerdo y 1= Totalmente en desacuerdo.

## Detección de estilos de aprendizaje

Para no demostrar preferencia entre el profesorado, aleatoriamente fueron seleccionadas la mitad de las docentes para detectar los estilos de aprendizaje de sus alumnos bajo el modelo de David Kolb y la otra mitad el de Felder y Silverman; la sumatoria de todos los estudiantes de este primer bloque de docentes fue de 59 (38.3% para aplicar el modelo de Kolb), y del segundo 95 (61.7% para aplicar Felder-Silverman). Estas intervenciones fueron desarrolladas en un momento único.

## Alfabetización sobre neuroeducación

Para asegurar la homogeneidad desde una panorámica general de lo que es la neuroeducación, su relevancia y consideración en el aula, a los docentes participantes de

este estudio se les dotó de tres artículos científicos recientes relacionados a esta temática; esto con la finalidad de alfabetizar-actualizar los saberes profesionales y favorecer el andamiaje de conocimiento. A continuación, son mencionados los artículos que fueron proporcionados: “Neuroeducación. Sólo se puede aprender aquello que se ama” (Meneses, 2019), “La neuroeducación como enfoque lingüístico cognitivo en la estimulación temprana en niños de educación inicial”, (Coello et al., 2022), y “Neuroeducación: elemento para potenciar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI” (Domínguez, 2019).

Posteriormente a las lecturas, fueron argumentados los nuevos conocimientos e inquietudes sobre lo que se concibe en la neuroeducación por medio de la técnica conversacional denominada mesa redonda, porque facilita el dinamismo y equidad de la disposición de participación (Laucirica, 2017).

### **Indagación de estrategias didácticas novedosas**

Las participantes de la investigación tuvieron que adentrarse de manera colaborativa en diferentes repositorios de revistas indexadas en la web de navegación 2.0 como Google Académico, Latindex, Scopus, MIAR, SciELO, entre otros; la selección de los repositorios fue libre para que no se denotara alguna arbitrariedad por parte de los investigadores. La consigna fue que con base a los diferentes estilos de aprendizaje detectados y al currículo por atender sobre la adición y sustracción, encontrarán artículos con factor de impacto que evidenciara estrategias con matices neurodidácticos novedosos para atender las temáticas mencionadas. En pocas palabras, las estrategias encontradas tenían que ser congruentes a su contexto

escolar y a las vías en las que el estudiantado asimila de mejor manera la información (neuroeducación).

### **Intervención docente con estrategias didácticas**

Una vez que fueron encontradas diferentes estrategias didácticas para atender la enseñanza de la adición y sustracción con las características mencionadas en la subsección anterior, los docentes procedieron a implementarlas en sus salones de clase, acorde a los estilos de aprendizaje encontrados en sus alumnos y con base a su percepción sobre la neuroeducación en acción.

### **Entrevistas sobre la valoración docente**

Después de la implementación de las estrategias didácticas innovadoras, fue empleada la técnica de entrevista semiestructurada a los docentes para que extendieran sus opiniones sobre: la importancia y el posible gusto por indagar estrategias didácticas en artículos científicos, los logros de sus estudiantes después de haber sido enseñados bajo los criterios previamente establecidos, sus emociones, la indagación y aplicar los conocimientos adquiridos en el aula, el tipo de competencias profesionales que desarrollan al indagar, las emociones de ellos y de sus estudiantes al ser inmiscuirse con las nuevas propuestas didácticas, las competencias que desarrollan sus estudiantes con las nuevas rutas de enseñanza, y la neuroeducación en la práctica.

### **Análisis de datos**

- **Datos cuantitativos.** Los instrumentos pre y post test fueron aplicados mediante Google Formularios; la información obtenida fue exportada a una Hoja de Excel y consecuentemente al paquete estadístico de SPSS V. 25. Fue imprescindible corroborar la consistencia interna del instrumento mediante el

coeficiente de Alfa de Cronbach, además de que fue empleada la prueba de Shapiro-Wilk (porque fueron menos de 50 valores) para reconocer el tipo de distribución; los datos obtenidos no paramétricos sugirieron que fueran empleados los estadísticos de U de Mann-Whitney y de Chi Cuadrado para las muestras.

- **Datos cualitativos.** La información recolectada de las entrevistas a los docentes después de que implementaron las estrategias didácticas, fue sistematizada en una matriz para detectar las frecuencias mayoritarias. A raíz de esto, fue empleado el criterio deductivo e inductivo (Bingham y Witkowsky, 2022), lo cual ayudó a evidenciar los siguientes criterios (categoría/códigos): Indagación en artículos / Actualización y Gusto por la indagación; Sistema interno / Emociones docentes por indagar, Emociones docentes por los resultados de los alumnos y Emociones de los estudiantes por sus resultados; Desarrollo cognitivo / Competencias docentes y Competencias del alumnado; Neuroeducación en la práctica / Edificación del conocimiento, Mejora de los niveles de logro y Didáctica innovadora. Para la identificación de

estos datos fue empleado el software MAXQDA versión 24.4, espacio que favoreció el encontrar conexiones de los segmentos de texto por el establecimiento de patrones de códigos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La consistencia interna de los datos cuantitativos tuvo un valor de 0.87 con base al coeficiente de Alfa de Cronbach, lo que supone que el instrumento pretest y postest tienen una confiabilidad muy buena; de hecho, cualquier valor que sea encontrado entre 0.80 a 0.89 gozará de este atributo (Hogan, 2015). Desde otra panorámica, de la prueba Shapiro-Wilk fue obtenida una significancia de .000 ( $p < .05$ ), lo que sugirió implementar estadísticos no paramétricos.

Los datos recabados con relación al pretest y postest (tabla 1), mostraron diferencias significativas ( $p < .05$ ) en la pregunta 1 ( $X^2 = 7.733$ ,  $p = .026$ ;  $U = 60000.000$ ,  $p = .036$ ), pregunta 2 ( $X^2 = 7.067$ ,  $p = .028$ ;  $U = 56500.000$ ,  $p = .015$ ), pregunta 3 ( $X^2 = 8.971$ ,  $p = .019$ ;  $U = 54500.000$ ,  $p = .017$ ), pregunta 4 ( $X^2 = 5.378$ ,  $p = .035$ ;  $U = 53500.000$ ,  $p = .018$ ). En las preguntas 5 y 6 no fueron evidenciadas diferencias estadísticamente significativas entre los dos momentos de valoración.

**Tabla 1**

*Comparativa del pretest y postest de los docentes*

Pregunta	X <sup>2</sup>	Sig.	U	Sig.
1. Se apoya del contenido de revistas indexadas de carácter científico-pedagógico relacionadas a estrategias didácticas sobre de adición y sustracción para fortalecer sus competencias profesionales	7.733	0.026	60000	0.036
2. Conoce los repositorios en donde se alojan las principales revistas científicas y artículos sobre la práctica docente en Matemáticas	7.067	0.028	56500	0.015
3. Ha contado con algún trayecto formativo profesionalizante que incluya en su currículo asignaturas que motiven la indagación sobre la didáctica de la adición y sustracción	8.971	0.019	54500	0.017
4. Ha sido de su interés realizar indagación sobre estrategias didácticas novedosas para enseñar adición y/o sustracción y aplicarlas en su aula	5.378	0.035	53500	0.018
5. Es trascendental para usted conocer los procesos didácticos y pedagógicos más novedosos a través de información sustentada y validada como artículos científicos para enseñar adición y/o sustracción	4.111	0.063	64000	0.052
6. Considera relevante desde el deber ser profesional el tener que indagar en artículos de rigor científico sobre la pedagogía y/o didáctica de la adición y sustracción	3.4	0.075	66000	0.069

Con base a las respuestas de los docentes que fueron clasificadas por estratos de Likert de cada uno de los ítems de los instrumentos mencionados, se exponen a continuación en primer término los resultados de los porcentajes del pretest y en segundo lugar los porcentajes del postest (pregunta 1 a 6):

Del ítem 1 expresaron estar: 28.6% y 42.9% totalmente de acuerdo, 28.6% y 57.1% de acuerdo, 14.3% y 0.0% indecisos, 21.4% y 0.0% desacuerdo, y 7.1% y 0% totalmente en desacuerdo. Esto exalta que los docentes después de haber participado en el presente estudio han mejorado sus competencias indagatorias con una diferencia significativa, porque recurren a artículos científicos indexados del campo del saber matemático para mejorar su desempeño en el aula.

En el ítem 2 revelaron estar: 7.1% y el 35.7% totalmente de acuerdo, 57.1% y 50.0% de acuerdo, 7.1% y 14.3% indecisos, 28.6% y 0.0% en desacuerdo, 0.0% y 0.0% totalmente en desacuerdo. A pesar de que existe una diferencia significativa en los dos momentos de la intervención (pre y post), y que los docentes conocen mejor los repositorios virtuales para acceder a información vigente y novedosa, para actualizar sus conocimientos para enseñar adición y sustracción, ellos eligen casi como única vía Google Académico para aproximarse a los artículos y revistas; ésta plataforma digital la consideran de un fácil manejo porque favorece el posicionamiento de lo que se busca por medio del algoritmo digital y la información que encuentran es confiable (Iglesias, 2019).

Con base al ítem 3 externaron estar: 28.6% y el 42.9% totalmente de acuerdo, 7.1% y 42.9% de acuerdo, 14.3% y 7.1% indecisos, 35.7% y 7.1% en desacuerdo, 14.3% y 0.0% totalmente en desacuerdo. Existe una

diferencia significativa en este reactivo porque los participantes casi en su totalidad contemplaron el proceso de indagación e intervención didáctica, como un espacio de formación profesionalizante docente; anteriormente casi ninguno de los profesores había gozado de este atributo. Desde el enfoque pedagógico la indagación como competencia ayuda a orientar a la reflexión de mejora de la práctica y generar la construcción de conocimiento en sus alumnos (González et al., 2012); por ende, los profesores dentro de su actualización profesional deben de contar con trayectos formativos que incentiven la indagación de manera continua.

Del ítem 4 evidenciaron estar: 21.4% y el 50.0% totalmente de acuerdo, 28.6% y 35.7% de acuerdo, 28.6% y 14.3% indecisos, 14.3% y 0.0% en desacuerdo, 7.1% y 0.0% totalmente en desacuerdo. En este reactivo es revelada una diferencia estadística significativa; el postest destaca que los participantes tuvieron mayor interés por realizar indagación sobre estrategias didácticas para enseñar adición, así como sustracción e implementar lo aprendido en el aula. Desde un plano consciente a esto se le denomina meta-reflexionar sobre la práctica profesional. En aras de extender este sentir, proclaman Feixas y Zellweger (2018) que es necesario tener:

Una comprensión más profunda de la naturaleza del aprendizaje (cómo se ha adquirido el conocimiento pedagógico), y de cómo funciona el conocimiento en la acción, y como se puede extrapolar la experiencia/método/intervención transformadora a un contexto más amplio. (p. 54)

Sobre el ítem 5 manifestaron estar: 42.9% y el 71.4% totalmente de acuerdo, 35.7% y 28.6% de acuerdo, 14.3% y 0.0% indecisos, 0.0% y 0.0% en desacuerdo, 7.1% y 0.0% totalmente en desacuerdo. Cabe resaltar que no

existen diferencias significativas en este resultado, en donde los participantes extienden que no es trascendental para ellos conocer los procesos más novedosos didácticos por medio de información sustentada y validada. Es un área de oportunidad docente el reconocer los espacios digitales que contengan fuentes de información confiable, porque hoy en día existe mucha desinformación aun cuando el ser humano vive en la Sociedad 5.0 (Era de la información), la cual es caracterizada por el acceso a datos mediante el uso de la red de navegación digital con apoyo de la inteligencia artificial (Zengin et al., 2021).

En el ítem 6 comentaron estar: 42.9% y el 71.4% totalmente de acuerdo, 42.9% y 28.6% de acuerdo, 0.0% y 0.0% indecisos, 7.1% y 0.0% en desacuerdo, 7.1% y 0.0% totalmente en desacuerdo. Para este último reactivo no existieron diferencias significativas entre los docentes, el que sea un deber-ser profesional el indagar en artículos científicos sobre el campo de las matemáticas; esta revelación puede tener relación en que los participantes en su mayoría no habían contado con alguna experiencia profesionalizante que incluyera la indagación como proceso formativo; por consiguiente, tal vez ellos no han encontrado el valor agregado a esta actividad.

Cambiando de panorámica, con relación a la detección de los estilos de aprendizaje, de 154 estudiantes en total que suman los 14 docentes en sus aulas, a 59 alumnos (38%) se les aplicó el test de Kolb; la distribución de los estilos de aprendizaje que fueron detectados entre estos estudiantes es la siguiente: 13 convergentes (22%), 20 divergentes (34%), 9 acomodadores (15%) y 17 asimiladores (29%). Por otro lado, fue aplicada a 95 estudiantes (61%) la prueba de Felder y Silverman; los estilos de aprendizaje que fueron

encontrados son: 31 visual-verbal (33%), 29 activo-reflexivo (30%), 20 sensitivo-intuitivo (21%) y 15 secuencial-global (16%).

Gracias a la segmentación poblacional de los estudiantes de primaria por grupos de estilos de aprendizaje, para los docentes resultó más sencillo no homogenizar la enseñanza del contenido curricular; sin embargo, debía de tener claro el profesorado las estrategias, métodos, materiales y recursos de los cuales se empoderaría para poder mediar las sesiones escolares subsecuentes.

Los docentes que aplicaron el modelo de Kolb tendrían que reconocer de los alumnos que contaban con características *divergentes*, que los debían de guiar por medio de un aprendizaje permeado de desafíos debido a que son individuos activos y son muy emotivos con la acción, además les gusta trabajar con actividades contextuales de largo plazo, son muy creativos y espontáneos. De los asimiladores tuvieron que contemplar que son muy teóricos y les gusta observar a detalle de manera analítica, trabajan bajo presión y no actúan sin previa reflexión, y no les gusta ser protagonistas; son el tipo de estudiantes que tienden a destacar más en las áreas matemáticas. Los *convergentes* tienden a ser muy secuenciales en sus jerarquías de aprendizaje, son también teóricos, les gusta presentar modelos con base a sus subjetividades, pueden trabajar solos o en equipo y les gusta ser pragmáticos. Por último, de los *acomodadores* debían considerar que suelen trabajar más en equipo en situaciones prácticas, encuentran sentido de lo que hacen con su entorno, son intuitivos y se adaptan a diferentes ambientes.

Otros investigadores que han aplicado el modelo de Kolb con sus estudiantes expresan que, “puede mejorar la calidad de la educación de campo al identificar los

estilos de aprendizaje preferidos de estudiantes, lo que conduce a mejores relaciones entre estudiantes y docentes y tiene implicaciones positivas para los programas académicos complejos” (Raschick et al., 1998, p. 24)

También están los profesores que implementaron el modelo de Felder y Silverman, los cuales debían de tener en cuenta de los alumnos con rasgo *visual-verbal*, que suelen estimularse asertivamente con imágenes estáticas o por su secuencia de movimientos, esto lo pueden articular muy bien con textos; es así como pueden interpretar la información y encontrar un significado. Los que son segmentados por ser *activos-reflexivos* aprenden de la experiencia y secuencias repetidas con material físico para estimularlo, son creativos, tienden a ser comunicativos, les gusta debatir sus ideas en grupos de trabajo; el pensamiento crítico y la reflexión es algo innato en ellos. Al encontrarse con estudiantes que presentan ser *sensitivos-intuitivos*, era necesario saber que se les tiene que estimular con trabajos para resolver problemas, suelen ser tranquilos y pueden esperar por periodos largos para ver los resultados de lo que trabajan a detalle, gozan de buena memoria lo cual favorece en los procesos teóricos y no les gusta la monotonía. Y por últimos están los *secuenciales-globales*, a ellos les gusta la sistematización de procesos debido a su gran uso de lógica, tienden a manejar la abstracción para atender situaciones complejas y les gusta la teoría más que la práctica.

También este modelo de detección de estilos de aprendizaje (Felder-Silverman) ha demostrado en otras investigaciones que “proporciona una descripción detallada de las dimensiones de cómo son favorecidos los estudiantes en el aula con base a su estilo de cómo

asimilan información, ayudando a su integración en el aprendizaje” (Graf et al., 2007).

Desde otra perspectiva, después de que los docentes fueron alfabetizados sobre la neuroeducación a través de artículos indexados de este campo del saber, se discutieron en una mesa redonda las reflexiones personales y grupales de esta temática gracias al estímulo del pensamiento crítico y creativo.

En este sentido, fue encontrado valor a los siguientes puntos clave: conceptualización de la neuroeducación; percepción del cerebro como órgano complejo y parte del sistema nervioso central; reconocimiento del cerebro reptiliano, el neocórtex y el cerebro límbico; identificación de cómo aprende el cerebro; examinación de la percepción, atención, plasticidad y memoria; distinción de las funciones ejecutivas; concepción del papel de las emociones y creatividad; ubicación del neuro-aprendizaje del alumno y la relación con su entorno; y la recodificación emocional y cognitiva del profesorado.

Investigadores han encontrado que es relevante alfabetizar sobre las maravillas y complejidad del cerebro humano para favorecer las múltiples actividades humanas que requieren procesos cognitivos; en este sentido, Kandel et al. (2013) indican que "the human brain, as the central organ of the nervous system, exhibits a level of complexity that challenges our understanding, integrating both structural and functional aspects critical to cognitive processes" [El cerebro humano, como órgano central del sistema nervioso, exhibe un nivel de complejidad que desafía nuestra comprensión, integrando aspectos estructurales y funcionales críticos para los procesos cognitivos] (p. 35).

Estos elementos para gran parte de los participantes resultaron novedosos, porque no los conocían, pero al mismo tiempo los consideraron complejos, abstractos y desafiantes; la mayoría de ellos no habían contado con una formación académica por convicción propia o inducida que los retara cognitivamente en asimilar este tipo de contenido. Es por esto, que se sugirió que los docentes consideraran su inmersión a ofertas educativas que les ayudara a potenciar sus horizontes en este campo neurocientífico con tintes pedagógicos-didácticos; Fragkaki et al (2022), también resaltan la importancia de hacer inmersión en el campo neurodidáctico para favorecer la calidad del aprendizaje.

Asimismo, fue creado un vínculo de todos los elementos expuestos previamente con los estilos de aprendizaje de Kolb, así como los de Felder y Silverman, y la enseñanza tanto de la adición como de la sustracción en el aula de primaria. Destacaron que, aunque resulta complejo correlacionar todos estos puntos, no quitan el dedo del renglón que es muy importante como docentes el profesionalizarse y adentrarse en los paradigmas que ayuden a la detección de las rutas de aprendizaje que favorecen a los alumnos.

Como producto de este apartado, fue estructurada una nube de palabras clave por parte de los docentes (figura 3), para que pudieran tener claridad de cuáles son los elementos para considerar en lo que sería la indagación de estrategias didácticas de adición y sustracción, para posteriormente implementarlas en sus aulas.

**Figura 3**

*Nube de palabras clave sobre los elementos de la conceptualización de la neuroeducación*



Las estrategias didácticas indagadas por parte de las profesoras después de haber hecho una búsqueda exhaustiva en diferentes revistas indexadas fueron: Neuropedagogía y su aporte a los niveles de aprendizaje constructivista en la enseñanza de las adición y sustracción, las situaciones problema como estrategia para la conceptualización de matemáticas, Geogebra como una propuesta para innovar el proceso enseñanza aprendizaje en matemáticas, comprensión de los sistemas de numeración con modelos y tareas tecnológicas, el juego como una estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento numérico en las cuatro operaciones básicas, caminos de aprendizaje para problemas aritméticos de estructura aditiva de sustracción con modelización directa, el método Singapur como propuesta para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en primaria, el método de cálculo abierto basado en números y competencia en cálculo mental con el ábaco japonés.

Estas estrategias fueron seleccionadas por parte de las profesoras porque no las conocían en un plano

teórico y mucho menos las habían implementado en su aula, además pretenden dejar al margen la enseñanza con tendencia pedagógica tradicionalista (conductista). En el aula es necesario crear nuevos significados con apoyo de la corriente psicopedagógica constructivista, la cual es avalada por las neurociencias (Araya y Urrutia, 2022); en este orden de ideas, Gonzaga (2005) proclama:

La contribución que se hace a esta corriente por autores norteamericanos como Ausubel, Bruner y Novak, en la conceptualización del aprendizaje, a partir del conocimiento previo y de una disposición afectiva hacia el nuevo aprendizaje, produciéndose así un aprendizaje duradero y con sentido (significativo)... En cuanto a la responsabilidad de los estudiantes, estos deben desarrollar, por medio de los procesos de enseñanza y aprendizaje (dinámicos y creativos), la motivación requerida para la construcción de nuevos aprendizajes. (p. 6)

Este enfoque activo de enseñanza-aprendizaje fue considerado por los docentes por estar acorde a las directrices globales actuales de enseñanza. Cabe destacar que para que pudieran ser implementadas las metodologías anteriormente descritas en el contexto escolar de cada profesor, era indispensable hacer ajustes razonables en sus planeaciones didácticas para atender el currículo escolar de adición y sustracción.

Las modificaciones sustanciales que fueron evidenciadas en las planeaciones fueron en los apartados de: desarrollo de competencias clave en los alumnos como el trabajo colaborativo, comprensión lectora, comunicación, reconocimiento y gestión de emociones (metacognición y sistema interno), resolución de problemas y desarrollo de pensamiento matemático; el propósito de cada sesión debía contemplar los niveles del conocimiento de la Taxonomía de Marzano-Kendall; el rol de docente tenía que ser descrito como mediador, facilitador y problematizador porque ayuda a crear un rasgo reflexivo, crítico, renovador, autónomo y de

asombro (Cruz y Hernández, 2022); el rol de alumno fue concebido como aprendiz activo, crítico y empoderado con aras de crear ciudadanos libres y plenos desde el ámbito personal y social (Torres, 2008); y los procesos de inicio, desarrollo y cierre de cada sesión, acentuando un trabajo dinámico que vincule el entorno e intereses de los estudiantes.

Respecto a la frecuencia de los códigos cualitativos (tabla 2), el mayor valor acumulado por los docentes está situado en la dimensión de Estrategias Didácticas, de ésta se deduce: mejora de niveles de logro aparece con un porcentaje mayoritario del 37.8%, lo cual expresa que la aplicación de las estrategias didácticas asertivamente puede impactar en lo que consolida el estudiante como aprendizaje; en segundo término está edificación del conocimiento con 35.1%, revela que el asertivo andamiaje de saberes plurales del alumnado es el reflejo de una correcta mediación de información en el aula por parte de los docentes; y el código que cuenta con el 27.1% de ésta dimensión es para didáctica innovadora, ésta permite vislumbrar que la reinención profesional docente favorece a consagrar aprendizajes significativos.

La dimensión Sistema Interno cuenta con una mayor frecuencia acumulada en el código de emociones docentes por los resultados de los alumnos con 38.8%, esto pone en manifiesto la importancia de reconocer las emociones del profesorado con base a los logros y aprendizajes que consolidan sus estudiantes; en segundo término, está emociones de los estudiantes por sus resultados con el 33.4%, lo cual permite reflexionar el valor de ubicar las emociones internas de los estudiantes por su andamiaje de conocimientos ligados a las temáticas abordadas en el salón de clase; y el código con menor porcentaje es el de emociones docentes por

indagar con 27.8%, espacio que expresa que no todos los profesores reconocen sus emociones cuando realizan la indagación como competencia profesional.

Desarrollo Cognitivo es la dimensión que encuentra un balance del 50% de frecuencia acumulada entre los códigos competencias docentes y competencias del alumnado; la primera indica la potencialización de las habilidades que son estimuladas y derivan en competencias profesionales por la reinención y capacitación docente, la segunda codificación exalta el valor de fomentar y retar los procesos cognitivos es los estudiantes. En síntesis, los docentes conciben que ambos códigos son igual de relevantes y deben de estar en constante estímulo.

En las investigaciones de Xenidou et al. (2018), infieren que las múltiples capacidades cognitivas, incluidas las capacidades de memoria de trabajo, el coeficiente intelectual y las habilidades de conteo, contribuyen al nivel inicial de éxito matemático de los niños.

Indagación en Artículos como dimensión cualitativa, denota que la mayor frecuencia acumulada es para gusto por la indagación con un 70%, debido a que los docentes reconocen que es de su satisfacción el realizar esta actividad y permite mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje; el código actualización cuenta con el 30%, de esto es apreciado que no todos los profesores conciben el valor de renovar sus saberes pedagógicos mediante la indagación en repositorios indexados.

Tras la intervención formativa, hubo una extensión de subjetividades de los docentes con el investigador del presente estudio. A continuación, son descritos los puntos que más destacan por su valor en la profesionalización para el campo educativo y en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la adición y sustracción.

Investigador: ¿Por qué piensa que podría ser importante renovar su práctica docente al aproximarse a artículos científicos para indagar sobre estrategias con matices neurodidácticos para enseñar adición y/o sustracción?

Docente 2: Para enseñar con bases que han sido comprobadas e investigadas, lo que quiere decir que es información sólida y que además nos ofrece estrategias más adecuadas para las características específicas de mis grupos.

**Tabla 2**

*Frecuencias y porcentajes de los códigos de la entrevista*

Dimensión	Códigos	Frecuencia	Porcentaje
Indagación en Artículos	Actualización	6	30.0%
	Gusto por la indagación	14	70.0%
	Total	20	100.0%
Sistema Interno	Emociones docentes por indagar	10	27.8%
	Emociones docentes por los resultados de los alumnos	14	38.8%
	Emociones de los estudiantes por sus resultados	12	33.4%
	Total	36	100.0%
Desarrollo Cognitivo	Competencias docentes	14	50.0%
	Competencias del alumnado	14	50.0%
	Total	28	100.0%
Estrategias Didácticas	Edificación del conocimiento	13	35.1%
	Mejora de niveles de logro	14	37.8%
	Didáctica innovadora	10	27.1%
	Total	37	100.0%

Docente 13: Porque como docentes podemos mejorar la forma en la que enseñamos a través de otras estrategias que no conocemos.

Investigador: ¿Es de su gusto el realizar indagación sobre la didáctica de la adición y sustracción de manera continua a lo largo del ciclo escolar por medio de artículos científicos?

Docente 14: Sí, porque me ayuda a mejorar mis estrategias de enseñanza y con ello a mejorar mi desempeño como docente.

El retomar estrategias que han sido validadas y divulgadas puede crear una nueva atmósfera de calidad educativa en el aula; sin embargo, es pertinente recordar que es necesario hacer ajustes razonables a las estrategias innovadoras acorde a cada contexto escolar, porque la naturaleza de cada aula es tan específica como lo es cada ser humano. El indagar en artículos científicos es una competencia por desarrollar en los docentes, para mejorar lo que aportan en el salón de clases, además de que es una tarea que debe de realizarse de manera constante a lo largo de los ciclos escolares.

Investigador: ¿Qué tipo de emoción le genera indagar en artículos científicos para aplicarlos en su aula?

Docente 4: Me genera mucha felicidad encontrar esas estrategias y me gusta saber que brindaré a todos mis alumnos las mismas posibilidades de adquirir mejores conocimientos y el desarrollo de habilidades. Por otro lado, en ocasiones frustración, ya que debido a la falta de espacios y materiales no es posible llevarlas a la práctica totalmente o no te autorizan su ejecución en la dirección.

Investigador: ¿Qué emoción le generan los resultados de sus alumnos después de haber sido enseñados con base a las estrategias neurodidácticas novedosas de adición y sustracción?

Docente 3: Me genera mucha felicidad, ya que veo a mi grupo avanzar al mismo ritmo y sobre todo veo niños felices que dejaron de temer a las matemáticas.

Docente 11: Alegría, porque los alumnos que no se creían capaz de aprender matemáticas, se emocionan cuando lo logran a través de otra estrategia.

Investigador: ¿Qué tipo de emociones percibe entre sus alumnos cuando aprenden adición y/o sustracción por medio de las estrategias?

Docente 5: Contentos, se ven más interesados, se divierten y sus caras ya no son de preocupación. Docente 10: Felicidad y satisfacción ya que con algunas estrategias logran comprender más rápido los temas y cuando juegan y practican lo ven divertido.

Todo docente debe de generar la competencia de reconocer las emociones dentro de su aula tanto en un plano intrínseco como extrínseco, debido a que es parte del sistema de procesamiento del pensamiento (sistema interno motivacional). Para la neurociencia, un individuo que manifiesta emociones positivas como alegría, felicidad, entusiasmo, etc., es un ser capaz de generar nuevos bloques de conocimiento con mejores estimulaciones de redes neuronales y conexiones sinápticas.

Es necesario tener presente que el cerebro y las emociones no se pueden disociar, son inseparables, y cualquier estímulo puede alterar los procesos cerebrales: la atención, la memoria, la percepción, los sentimientos, etc. (Caballero y Llorent, 2022).

Investigador: ¿Qué tipo de competencias profesionales docente cree que desarrolla al indagar en artículos científicos?

Docente 1: Gestión de los procesos de enseñanza, discriminar información no trascendental, innovación, creación de un ecosistema de aprendizaje, planeación didáctica y evaluador de procesos formativos.

Investigador: ¿Qué tipo de competencias activas se reflejan en sus alumnos cuando son enseñados por medio de estrategias novedosas?

Docente 8: Reflexión, participación activa, resolución de problemas, trabajo colaborativo, empatía y adaptación a los cambios.

El desarrollo de competencias es una consigna que el binomio docente-estudiante debe estimular a lo largo del trayecto formativo; es parte de un estímulo integral que maximiza el conocimiento, genera seres autónomos

e integrales con capacidades múltiples para desempeñarse tanto en un ambiente escolar, como en la vida cotidiana y social.

Investigador: Con la neuroeducación aplicada en su aula, ¿qué tipo de logros se ven reflejados entre sus estudiantes?

Docente 6: Un aprendizaje significativo, resolución de problemas no solo en el tema, también en toma de decisiones, empatía, aprendizaje colaborativo y resiliencia.

Docente 7: Mayor interés por las matemáticas y se han reducido los niveles de apatía.

Investigador: Con base a su percepción actual sobre la interrelación de neuroeducación, estrategias didácticas novedosas e indagación, ¿qué le gustaría comentar a la comunidad de docentes de educación primaria que enseñan matemáticas?

Docente 12: Las matemáticas son hermosas, las probabilidades de trabajar con ellas son inmensas y el poder indagar y discriminar información para transmitirla a nuestros alumnos en un lenguaje que comprendan y les favorezca, es algo increíble.

Investigador: ¿Qué opina de manera general de la neuroeducación y la didáctica para enseñar adición y/o sustracción?

Docente 9: Creo que favorece la comprensión de la forma en que debemos enseñar a los alumnos para que ellos aprendan y perciban las matemáticas de una mejor manera, además de que es importante detectar las necesidades de los estudiantes. Lo malo que es poco conocida la neuroeducación y no todos sabemos emplearla bien con nuestros chicos en clases.

La neuroeducación puede abrir nuevas puertas en terrenos fértiles educativos y brindar una moneda de cambio para cosechar conocimientos, mejorar los logros académicos, acortar brechas escolares y de rendimiento; asimismo, puede construir una nueva concepción de los alumnos hacia las matemáticas, porque reiterativamente son descritas por ellos como difíciles, tediosas y les generan animadversión.

## CONCLUSIONES

El cerebro es un órgano increíblemente sofisticado, es de gran valor comprender sus funciones de asimilación y procesamiento de información, para saber cómo adiestrarlo y generar conocimiento. Al transportar este sentido al ámbito escolar, sería necesario alfabetizar sobre neuroeducación al personal docente que enseña matemáticas, en aras de brindar nuevas posibilidades didácticas cuando es atendido el currículo de adición y sustracción, con un enfoque que erradique el tradicionalismo y que esté acorde a las directrices globales educativas; es una tarea compleja mas no imposible.

También se debe tener presente que la indagación sobre estrategias didácticas novedosas con sustento basado en evidencias y el reconocer cómo pueden aprender los estudiantes en el aula, con base a sus características y necesidades personales, son dos puntos que se tienen que edificar mediante: la inmersión del profesorado en ofertas académicas especializadas, con motivación intrínseca-extrínseca, por autoaprendizaje y con la implementación de un ambiente constructivista en el aula.

Los hallazgos de la intervención del profesorado en el aula, claramente revelaron que se creó un mejor vínculo entre el binomio docente-alumno, incrementó el interés del estudiantado por las matemáticas, disminuyó la apatía hacia esta rama del conocimiento, se potenciaron las competencias de las docentes para desarrollar planeaciones e intervenciones neurodidácticas, así como las competencias indagatorias de las profesionales en materia didáctica.

Las tareas y retos cognitivos son elementos que se tienen que desarrollar no sólo en los estudiantes, sino

también en los docentes; por esto, resulta importante la continua actualización y capacitación docente para mejorar y construir competencias profesionales. Por otro lado, es importante estimular múltiples eslabones emocionales positivos en los estudiantes con relación a lo que es desarrollado en el aula, con la finalidad de crear aprendizajes significativos, duraderos y de sentido para ellos.

## REFERENCIAS

- Álvarez, F. V. (2023). Las implicaciones de la nueva escuela mexicana en el proceso pedagógico. *Revista Boletín Redipe*, 12(8), 161-174. <https://doi.org/10.36260/rbr.v12i8.1996>
- Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2012). Neuroeducation: A critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5(2), 105-117. <https://doi.org/10.1007/s12152-011-9119-3>
- Araya Crisóstomo, S., & Urrutia, M. (2022). Educational model based on neuroscientific empirical evidence and its implications for in-classroom teaching practice. *Revista Información Tecnológica*, 33(4), 73-84. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000400073>
- Avilés Dinarte, G. (2011). La metodología indagatoria: Una mirada hacia el aprendizaje significativo desde "Charpack y Vygotsky". *Revista Intersedes*, 12(23), 133-144. <https://www.redalyc.org/pdf/666/66622603009.pdf>
- Bingham, A. J., & Witkowsky, P. (2022). Deductive and inductive approaches to qualitative data analysis. In C. Vanover, P. Mihás, & J. Saldaña (Eds.), *Analyzing and interpreting qualitative data: After the interview* (pp. 133-146). SAGE Publications.
- Block Sevilla, D. (2022, 18 mayo). Las matemáticas en el plan de estudios 2022: Una voz de alerta. Nexos. <https://educacion.nexos.com.mx/las-matematicas-en-el-plan-de-estudios-2022-una-voz-de-alerta/>
- Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (2011). *A History of Mathematics* (3rd ed.). Wiley.
- Caballero, M., & Llorent, V. J. (2022). The effects of a teacher training program on neuroeducation in improving reading, mathematical, social, emotional, and moral competencies of secondary school students: A two-year quasi-experimental study. *Revista de Psicodidáctica*, 27(2), 158-167. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2022.04.002>
- Campbell, S., Greenwood, M., Prior, S., Shearer, T., Walkem, K., Young, S., Bywaters, D., & Walker, K. (2020). Purposive sampling: Complex or simple? Research case examples. *Journal of Research in Nursing*, 25(8), 652-661. <https://doi.org/10.1177/1744987120927206>
- Canto de Gante, A. G., Sosa González, W. E., Bautista Ortega, J., Escobar Castillo, J., & Santillán Fernández, A. (2020). Escala de Likert: Una alternativa para elaborar e interpretar un instrumento de percepción social. *Revista de la Alta Tecnología y Sociedad*, 12(1), 38-45. <https://www.researchgate.net/publication/361533522>
- Carrasco Galán, M. J., & Prieto Ursúa, M. (2016). Skinner, contribuciones del conductismo a la educación. *Revista Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers*, 367, 77-80. <https://doi.org/10.14422/pym.i367.y2016.014>
- Carrillo, J. (2014). El conocimiento de los estudiantes para maestro desde la perspectiva de su especialización. Ortega (Ed.). *Salamanca*.
- Cruz Picón, P. E., & Hernández Correa, L. J. (2022). Pedagogía de la autonomía de Paulo Freire. *Revista Sophia*, 18(2). <https://doi.org/10.18634/sophiaj.18v.2i.1137>
- Coello Villa, M. C., Suárez López, A. G., Iza Pazmiño, S. J., & Bonilla, M. de los A. (2022). La neuroeducación como enfoque lingüístico cognitivo en la estimulación temprana en niños/as de educación inicial. *Revista Retos*, 45, 20-33. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.88684>
- Cohen, I. B. (1980). *The Scientific Revolution: A Historiographical Inquiry*. University of Chicago Press.
- Damasio, A. (1994). *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain*. Putnam.
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (Eds.). (2005). *Preparing Teachers for a Changing World: What Teachers Should Learn and Be Able to Do*. Jossey-Bass.

- Dauben, J. W. (2018). The evolution of mathematics in ancient China: From the newly discovered Shu and Suan shu bamboo texts to the Nine Chapters on the Art of Mathematics. *Notices of the International Consortium of Chinese Mathematicians*, 19(37), 25-78. <https://www.rbhm.org.br/index.php/RBHM/article/view/12/12>
- Domínguez Márquez, M. (2019). Neuroeducación: Elemento para potenciar el aprendizaje en las aulas del siglo XXI. *Revista Educación y Ciencia*, 8(52), 66-76. <https://educrea.cl/wp-content/uploads/2021/02/NEUROEDUCACION.pdf>
- El Economista. (2023, diciembre 18). PISA 2022: México mantiene bajo rendimiento en matemáticas, lectura y ciencias. *El Economista*. <https://www.economista.com.mx/politica/PISA-2022-Mexico-rendimiento-en-matematicas-lectura-y-ciencias-20231218-0039.html>
- Espitia, A. C. S., Santamaría, J. A. F., & Rojas, A. N. H. (2018). El aprendizaje situado de la adición y la sustracción. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 11(2), 98-119. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7530476>
- Feixas, M., & Zellweger, F. (2018). Formación e innovación docente universitaria para una educación transformadora: La investigación e indagación reflexiva como requisito. *Revista El Guiniguada*, 28. <https://ojsppdc.ulpgc.es/ojs/index.php/ElGuiniguada/article/view/1049>
- Fernández, A. (2022). Neuropedagogy and neuroimaging. *Texto Livre*. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40453>
- Flotts, M. P., Manzi, J., Barrios, C., Saldaña, V., Mejías, N., & Abarzúa, A. (2016). Aportes para la enseñanza de la matemática. UNESCO.
- Fragkaki, M., Mystakidis, S., & Dimitropoulos, K. (2022). Higher education faculty perceptions and needs on neuroeducation in teaching and learning. *Education Sciences*, 12(10), 707. <https://doi.org/10.3390/educsci12100707>
- Fullan, M. (2007). *The New Meaning of Educational Change* (4th ed.). Teachers College Press.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended Learning in Higher Education: Framework, Principles, and Guidelines*. Jossey-Bass.
- Gonzaga Martínez, W. (2005). Las estrategias didácticas en la formación de docentes de educación primaria. *Actualidades Investigativas en Educación*, 5(1). <https://doi.org/10.15517/aie.v5i1.9115>
- González-Weil, C., Cortéz, M., Bravo, P., Ibaceta, Y., Cuevas, K., Quiñones, P., Maturana, J., & Abarca, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: Estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM (Región de Valparaíso). *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 38(2), 85-102. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052012000200006>
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: From research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5), 406-411. <https://doi.org/10.1038/nrn1907>
- Graf, S., Viola, S., Leo, T., & Kinshuk. (2007). In-depth analysis of the Felder-Silverman learning style dimensions. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 79-93. <https://doi.org/10.1080/15391523.2007.10782498>
- Guijarro González, S. (2008). El saber de los claustros: Las escuelas monásticas y catedralicias en la Edad Media. *Revista Arbor*, 184(731), 443-455. <https://doi.org/10.3989/arbor.2008.i731.i195>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, M. P. (2010). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Hogan, T. P. (2015). *Pruebas psicológicas: Una introducción práctica*. Editorial El Manual Moderno.
- Iglesias-Osores, S. (2019). Posicionamiento en buscadores para la difusión digital de artículos científicos: Search engine optimization for digital dissemination of scientific articles. *Revista Experiencia en Medicina del Hospital Regional Lambayeque*, 5(3), 160-161. <https://doi.org/10.37065/rem.v5i3.370>
- Ivankova, N. V. (2015). *Mixed Methods Applications in Action Research: From Methods to Community Action*. SAGE Publications.
- Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of Neural Science* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Lauricira, A. (2017). Mesa redonda: "La investigación como proyecto de futuro" "Diagnóstico y desarrollo auditivo. De la psicología de la música a la educación musical". *Revista Electrónica de LEEME*, 5, 95-100. <https://revistas.uv.es/index.php/LEEME/article/view/9697>

- Lohmar, D. (2007). El método fenomenológico de la intuición de esencias y su concreción como variación eidética. *Revista Investigaciones Fenomenológicas*, 5, 9-48. <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:InvFen-2007-5-5010/Documento.pdf>
- Malacara Hernández, Z. (2018). Las matemáticas: Un lenguaje para describir la naturaleza. *Entretexos*, 10(30), 1-10. <https://doi.org/10.59057/iberoleon.20075316.201830172>
- Meneses Granados, N. (2019). *Neuroeducación. Sólo se puede aprender aquello que se ama*, de Francisco Mora Teruel. *Perfiles Educativos*, 41(165), 210-216. <https://doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2019.165.59403>
- Miranda-Núñez, Y. R. (2022). Aprendizaje significativo desde la praxis educativa constructivista. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 7(13), 72-84. <https://doi.org/10.35381/r.k.v7i13.1643>
- Monje, C. A. (2011). *Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica*. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas, Programa de Comunicación Social y Periodismo.
- Novelo Sánchez, S. C., Herrera Sánchez, S. C., Díaz Perera, J. J., & Salinas Padilla, H. A. (2015). Temor a las matemáticas: Causa y efecto. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 2(3), 1-15. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/268/314>
- Ramos, N., Ríos, C., & Garibotto, V. (2019). Estilos de aprendizaje y estrategias pedagógicas, una mirada al contexto internacional. *Universidad Cooperativa de Colombia*.
- Raschick, M., Maypole, D., & Day, P. (1998). Improving field education through Kolb learning theory. *Journal of Social Work Education*, 34, 31-42. <https://doi.org/10.1080/10437797.1998.10778903>
- Ruiz, G. M., & Villalobos, V. L. (2023). Educación inclusiva, educación para todos: La ruta de la NEM y el PTEO frente a las barreras para el aprendizaje y la participación. *Internacionales. Revista en Ciencias Sociales del Pacífico Mexicano*, 6(13), 172-196. <https://revistas.uas.edu.mx/index.php/RI/article/view/493/386>
- Sousa, D. A. (2014). *How the Brain Learns Mathematics* (2nd ed.). Corwin Press.
- Tokuhama-Espinosa, T. (2010). *The New Science of Teaching and Learning: Using the Best of Mind, Brain, and Education Science in the Classroom*. Teachers College Press.
- Torres, A. (2008). La reflexión, la contestación, la proposición y la acción como espacios indispensables en el contexto áulico. *Revista Educere*, 12(43), 697-705. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-49102008000400005&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-49102008000400005&lng=es&nrm=iso)
- Valenzuela Montaña, M. G., Caballero Acosta, D. G., Montaña Cota, A., & Valenzuela Montaña, A. L. (2023). Transición pedagógica: Un análisis comparativo entre la reforma educativa de 2013 y la nueva escuela mexicana. *Revista de Investigación Académica Sin Frontera*, 16(40), 1-9. <https://doi.org/10.46589/rdiasf.vi40.584>
- Vásquez Villanueva, C. A., Briceño Ledesma, N. S., Garamendi Revatta, S., Quintana Vargas, E., & Barba-Briceño, L. E. (2022). Los estilos de aprendizaje, según los modelos de Kolb, Felder y Silverman: Ventajas y desventajas. *Paidagogo*, 4(1), 21-34. <https://doi.org/10.52936/p.v4i1.99>
- Woods, C. (2010). The earliest Mesopotamian writing. *The Oriental Institute of the University of Chicago: Assyriological Studies*, 2, 33-50.
- Xenidou-Dervou, I., Luit, J., Kroesbergen, E., Bos, I., Jonkman, L., Schoot, M., & Lieshout, E. (2018). Cognitive predictors of children's development in mathematics achievement: A latent growth modeling approach. *Developmental Science*, 21(6), e12671. <https://doi.org/10.1111/desc.12671>
- Zengin, Y., Naktiyok, S., Kaygin, E., Kavak, O., & Topcuoglu, E. (2021). An investigation upon Industry 4.0 and Society 5.0 within the context of sustainable development goals. *Sustainability*, 13(5), 2682. <https://doi.org/10.3390/SU13052682>