



Diferentes significados de los signos indo-arábigos durante el transcurso del aprendizaje

Ma. Herlinda C. **Martínez** de la Mora
CINVESTAV
México, D.F.
hmartinez@cinvestav.mx

Resumen

El tema de investigación es el trayecto del aprendizaje numérico. Para desarrollarlo focalizamos en la cifra indo-arábigo y sus significados. El método utilizado fue analítico. Una observación fundamental es que actualmente, durante el aprendizaje los signos se articulan a semánticas de casos particulares; como cantidad en un primer momento y después sujetos a la base diez. Sugerimos que es posible identificar tres fases durante el aprendizaje, en las cuales se exhibe distintos significados otorgados al mismo signo. Los significados que pormenorizamos son: el primero, la cifra tratada como numeral; en el segundo, el guarismo vehicula un valor discreto, (la cifra sujeta a un valor determinado, su fundamentado sucede en el ámbito neuronal); el tercer significado, articulado al llamado “valor de posición”. Con respecto a este último significado proponemos el uso de distintas bases, para conseguir un empleo flexible del signo, aquí el método de aprendizaje marca la diferencia.

Palabras clave: neurociencias, matemática, numeral, número, valor discreto, signo indo-arábigo, flexibilidad numérica.

Introducción

El propósito es plantear cómo es que el número participa en la formación del pensamiento matemático. Para ello, dilucidar cada una de las fases del aprendizaje del signo indo-arábigo es pertinente, ya que, con ello se atiende a las características específicas que van perfilando el número. El discernimiento de los diferentes significados de la cifra con ciertas singularidades numéricas durante cada una de las fases del aprendizaje del número, permite señalar que estamos ante un tratamiento particular del número presente en los actuales currículos de educación básica,

en dónde se ciñe la cifra a una cantidad específica y al empleo de base diez.

La primer fase de aprendizaje del signo indo-arábigos la exponemos como sigue, el signo tiene una función de sustitución del objeto contado, así está presente como numeral. Después la cifra adquiere significado cuantitativo específico, un valor discreto, (planteamos una propuesta al respecto) al coordinarla con el sistema de cantidad cuya base se encuentra en el sustrato neuronal, específicamente en el Surco intraparietal, IPS, –este es uno de los aspectos más documentados en Neurociencias, si bien con matices distintos– posteriormente la 3^o fase se caracteriza por el uso del valor de posición. En este tópico específicamente presentamos una propuesta, para remontar el carácter particular de la cifra y conseguir un significado flexible del signo indo-arábigos, más acorde con los requerimientos del pensamiento matemático.

La aproximación que nosotros proponemos para explicar los diferentes significados que toma el signo indo-arábigos durante el aprendizaje proviene de la determinación de un punto de vista consistente en articular datos procedentes de tres campos del conocimiento, ellos son; Neurociencias, Matemática, y Matemática Educativa. La vinculación de estas áreas permite captar aspectos que de otra manera no son evidentes. Como ya hemos mencionado, el sentido de esta perspectiva es analizar el trayecto de aprendizaje del número, si bien los aspectos matemáticos no serán explicitados. Sí se tomará el número como entidad matemática a formar, lo cual se logra bosquejar a partir de esta aproximación.

Antecedentes

El trayecto del aprendizaje del significado numérico del signo indo-arábigos requiere reseñar algunos antecedentes en relación a la información que nos aportan las Neurociencias, mismos que referiremos brevemente. Algunos investigadores, están de acuerdo en la existencia de un fenómeno que han denominado “subitizing” consistente en el reconocimiento súbito de pequeñas agrupaciones, este procesamiento abarca numerosidades pequeñas no mayores a tres — en algunos casos incluyen alguno más— (Hauser & Spelke , 2004).

Otro tipo de procesamiento es referido como no verbal, mediante el cual se efectúan estimaciones numéricas, su rasgo característico es que es aproximado, y filogenéticamente compartido incluso con otras especies animales. (Dehaene, Piazza, Pinel & Cohen, 2003; Dehaene, 2005; Nieder, & Dehaene, 2009;). Finalmente el que se observa durante el conteo con el uso de las palabras-número. Muchas de las investigaciones efectuadas con niños pequeños, tienden a dilucidar como participa el lenguaje en el aprendizaje numérico, esas investigaciones nos aportan información concerniente al proceso parsimonioso durante la adquisición de las primeras palabras-número. (Ting Huang, Spelke & Snedeker, 2010). El niño al ingresar a la educación institucional públicamente compartida, cuenta no solamente con los circuitos neuronales con los cuales venimos dotados como especie para hacer valoraciones numéricas, también hay una influencia social y culturalmente ejercida sobre el pequeño, así, en muchas ocasiones es capaz de recitar la serie numérica aun sin significado cuantitativo específico.

1^o Significado del signo indo arábigo como numeral

En relación al recorrido del aprendizaje numérico en los primeros grados de escolaridad, acudimos a la clasificación de la conservación del número, elaborada por autores que cuentan con un trayectoria reconocida en el ámbito educativo Kato, Y. Kamii, C. Para ello, hacemos una breve exposición de los niveles de abstracción del número indicados por dichos autores, (Kato, Kamii, Ozaki & Nagahiro, 2002, p.39) esta clasificación es particularmente pertinente, pues su

detallada descripción permite identificar ciertos aspectos que se pueden atribuir a la forma en que el cerebro procesa el signo, durante distintas etapas.

Cabe hacer una breve referencia al primer nivel que los autores describen; al expresar cantidades, los niños incipientes en el aprendizaje numérico exhiben un comportamiento aproximado, lo cual es consistente con los datos de Neurociencias. En relación al comportamiento observado en pequeños al estimar cantidades, la aproximación numérica ha sido reiteradamente registrada. Ello dota de evidencia a la explicación que soporta la definición del numeral, ya que, la primera fase alude a ese primer significado.

El nivel 1 que los autores designan como Global. Representación pre numérica se caracteriza, según ellos, por la ausencia de correspondencia uno a uno, aún en las colecciones con menos de cinco elementos. En este nivel registran dos subniveles en los que reconocen dos comportamientos, en el primero de estos ejemplifican mostrando un apunte dibujado para representar cuatro platos, esa es la solicitud, y aparecen 5 intentos de circunferencia. Los autores lo distinguen del siguiente subnivel por la cantidad que los niños logran representar; cuando se les pide representar cuatro platos, lo logran, no así cuando la petición es de doce platos, en este caso los niños trazan ocho.

En este nivel se aprecia un proceder de aproximación a la cantidad, lo cual se corresponde con el planteamiento de S. Dehaene, quien sostiene que la estimación aproximada de la cantidad es propia de todo sujeto humano, incluso de los individuos pre-verbales. También es consistente con lo que plantean Serra Grabulosa y colaboradores (Serra-Grabulosa, Adan, Pérez-Pàmies, Lachica, & Membrives, 2010), con respecto a la activación existente en el IPS cuando se comienza el aprendizaje de los números, ahí, se registra una estimación de la cantidad sin precisión.

Según la clasificación que seguimos describiendo, el nivel dos se distingue por la representación de la correspondencia uno a uno de los objetos contados. Así, los niños registran la misma cantidad que los objetos contados en este caso el ejemplo es de 6 plumas con sus correspondientes dibujos para denotarlas. También en este nivel se distinguen dos subniveles; el tipo a) es el recién descrito, el otro subnivel incluye a los signos, aun designados como numerales por el tipo de tratamiento.

Allí el signo esta simplemente sustituyendo al objeto; el numeral se asienta representando cada uno un objeto, y anota para cuatro platos, sucesivamente, 1234 (sic). En este nivel nosotros llamamos la atención sobre dos singularidades, la primera es que la numerosidad se registra mediante la representación del objeto, es icónica, pero en la segunda se utilizan los signos arábigos como sustitución del objeto, que se precisan en un lugar en el espacio. Desde esta explicación propiamente no referimos una correspondencia uno a uno simplemente porque el objeto contado indica más bien un tratamiento de regularidad aditiva.

Hasta aquí se ha expuesto, el primer significado que adquiere el guarismo durante el trayecto del aprendizaje del signo indo-arábigo, este responde concretamente al aprendizaje del numeral, cuyos rasgos distintivos son; el empleo del signo de forma aproximada aún icónico, como antecedente y subsiguientemente el signo usado como sustituto del objeto.

2° Significado del signo indo arábigo como número discreto

La siguiente fase se inicia al articular el signo indo-arábigo a la magnitud numérica específica. Al respecto hay varias investigaciones en Neurociencias que sostienen esta relación

entre el signo, y la semántica del número desde diferentes puntos de vista, por lo cual presentamos algunas de las propuestas explicativas en este ámbito. Iniciamos con la de Brannon y Merritt quienes otorgan al propio signo una participación destacada para contener significado, así argumentan que el Sistema numérico aproximado, ANS no proporciona ningún soporte a la precisión que se identifica claramente en el empleo de los símbolos numéricos. (Brannon & Merritt, 2010, p. 210). Por otro lado, están quienes incluyen la tarea del conteo, a ella otorgan un aspecto relevante del sentido del número. Piazza al respecto menciona que mediante el conteo y el subitizing las cifras son mapeadas sobre el núcleo de la representación de la cantidad numérica, lo cual implica cambios profundos en la red neuronal lo cual provoca un progresivo refinamiento de la representación del símbolo en el hemisferio izquierdo. (Piazza & Izard, 2009)

Por su parte Ansari lo plantea de la siguiente forma “Las representaciones simbólicas y no simbólicas externas de la magnitud numérica podrían ser mapeadas sobre diferentes representaciones internas que tienen similitudes de alto orden, como son secuencias ordenadas, estas podrían conducir a un patrón de activación en el IPS”. (Ansari, 2008, p. 289).

Otra explicación es la que presentan Verguts y Fias, ellos proponen que la representación simbólica es aprendida mediante una presentación simultánea de inputs simbólicos y no simbólicos. (Verguts & Fias 2004; citados por Ansari, 2008) El modelo presentado por ellos sostiene que las numerosidades no simbólicas son transformadas por un paso intermedio un “código de adición” mismo que da paso a una representación sumaria interna como código de lugar. En cuanto a las representaciones simbólicas se adquieren a través del mapeo de ellas sobre las representaciones de código de lugar.

Por otro lado, el nivel 3 de la clasificación de Kato y otros se subdivide en dos; a) indica la cantidad total como un entero completo mediante la representación con un numeral, afirman los autores. Sin embargo nosotros identificamos en este subnivel un empleo del número discreto, ya que, el niño ahora escribe únicamente el número 6 para representar 6 plumas. Ello en el primer subnivel. En el subsecuente subnivel 3 b) el niño registra el enunciado completo “Hay cuatro platos”. Los autores al referir el nivel tres presentan el número como entero y un subnivel más para indicar una expresión completa pues incluye la descripción escrita íntegra.

Respecto al segundo significado que nosotros proponemos; el signo indo-arábigo porta semántica de un valor discreto absoluto, ya sea como magnitud o como colección, desde la explicación que nosotros sugerimos. Los datos de Neurociencias, como hemos referido, sustentan también esta articulación entre el sentido de la magnitud numérica asociada a una cifra específica. Aunque, simplemente distinguen una “etiquetación” o “mapeo” entre el símbolo y el sistema de cantidad pre- simbólico.

El numeral no porta significado aún de número discreto, pues el signo es empleado como sustituto del objeto, por lo cual aún no puede ostentar por sí mismo una entidad numérica de la colección. Ello se observa en el nivel dos de la clasificación presentada. Es posterior el significado que se conecta a la cifra, este se logra con la coordinación de dos regiones neuronales y la tarea que los activa; el surco intraparietal IPS y la circunvolución angular GA mediante la ostentación de la numerosidad a la vista simultáneamente con el signo indo-arábigo, (subrayamos que atendemos al asunto en dónde se otorga significado al guarismo, no aludimos aquí a las zonas del cerebro activadas por requerimientos de atención o de cualquier otra índole).

En Neurociencias han denominado mapeo a la coordinación expresada con anterioridad. Algunos autores dan la explicación siguiente; el signo indo-arábigo expuesto a la vista al igual

que las colecciones y magnitudes provocan el mapeo sobre el sistema de cantidad, sobre una línea numérica mental, así se está entonces en posibilidad de dar sentido a la precisión numérica, ya que estará contenida en el signo. Sin embargo aquí hacemos una distinción, con respecto a la explicación recién dicha.

Proponemos que se genera un efecto de precisión en el IPS producto de la ejercitación en tareas de hechos de marcación. Principalmente los efectuados como señalización del objeto contado. Cuyo indicador de la impronta marcada en el IPS se observa más tarde, cuando el seguimiento es efectuado únicamente con la mirada al realizar conteos. Es a esta concatenación de precisiones, así entramadas en el ámbito neuronal, a las cuales se le coordinará un signo indo arábigo específico, al ostentar a la vista la numerosidad con la cifra correspondiente. En la clasificación descrita por Kato y otros corresponde al nivel dos.

El sentido de número discreto lo podemos observar en el 3° nivel de dicha clasificación, en tal nivel el significado de cantidad está implícito, el valor discreto absoluto así expuesto refiere la colección mediante el signo. Aunque las autoras lo describen como un numeral que indica la cantidad total que compone un entero. Nosotros aquí, planteamos que propiamente en este nivel ya no es un numeral precisamente porque exhibe un valor de número discreto al hacer referencia al entero compuesto por el último de la colección.

3° Significado del signo indo arábigo; flexibilidad numérica

La continuación de la enseñanza del número en la educación básica prosigue con el aprendizaje del valor de posición en base diez. Ahí hay varias posturas para dar cuenta de las vicisitudes por las que atraviesan los niños durante esta fase del aprendizaje, posturas que exhiben diferencias de fondo en cuanto a las explicaciones propuestas, elegimos dos puntos de vista, que difieren sustancialmente. Uno de ellos es el planteado por Fuson el otro por Hannah Slövin, cuyo sustento teórico es el desarrollado por la escuela Rusa en particular Davydov. Además, exponemos brevemente un método desarrollado por la maestra Verónica García denominado “Redescubriendo el número”, este método en particular permite hacer evidente la carga significativamente diversa de una misma cifra.

Fuson sostiene que para comprender el valor de posición se requiere por un lado, comprender el sistema numérico de palabras-número y el sistema escrito de signos multi-dígito. Los dos sistemas contienen distintos aspectos; en cuanto a las palabras-número destaca la irregularidad del sistema de valor nombrado, (Fuson, 1990b) y en cuanto al sistema escrito señala que los signos multi-dígito corresponden a un sistema posicional base diez, en donde los números grandes se forman a través de situar un signo escrito del 0 al 9 en una posición relativa a los signos de cada una de las unidades colocadas. Cada posición toma el valor diez veces más grande que el valor de posición de la derecha (Fuson, 1990a).

La comprensión del valor de posición requiere una amplia trayectoria que involucra actividades durante un lapso prolongado de tiempo para fundamentar la construcción requerida para ello. La autora explica que la razón de usar blocks en coordinación con las palabras habladas y los signos escritos es para construir significados multi-unidad cuyo efecto se distingue en el uso de esas palabras y signos. Los blocks deben estar ligados clara y sólidamente a las palabras y a las signos base diez.

La estructura conceptual unitaria se transforma a través del desarrollo de la secuencia, al integrar y abreviar, así se propicia una creciente abstracción. Las palabras- número y los signos-

número escritos para los multi-dígitos son construidas sobre las multi-unidades, estas son crecientemente más grandes, de esta forma explica Fuson, están relacionadas con la decena, las centenas y los miles.

Para la autora comprender el concepto de número multi-dígito requiere que el niño sea capaz de pensar en varios tamaños de multi-unidades y para comprender las operaciones con números multi-dígitos necesita comprender la composición y descomposición de números multi-dígitos. Subraya que es la comprensión de las multi-unidades lo que permitirá efectuar operaciones.

Fuson propuso que el trabajo con respecto al valor de posición se realice dentro de un set de adiciones y sustracciones multi-dígito. No obstante, ella añade “Puede ser que algunas características de una madura estructura conceptual posicional, para la escritura de los signos base 10, verdaderamente no puede ser apreciada hasta que la multiplicación multi-dígito es comprendida” (Fuson, 1990a, p.276).

Como se aprecia, la explicación expuesta por Fuson versa sobre el concepto de multi-dígito y de multi-unidad, de estas últimas enfatiza el atributo del tamaño y las composiciones y descomposiciones que se pueden efectuar utilizando la base diez, en donde los signos modifican su valor en función de la posición relativa a las otras cifras que conforman el número. También señala la necesidad de utilizar operaciones de adición y sustracción para avanzar en la comprensión del valor de posición, aunque indica que una plena comprensión será alcanzada con el empleo de la multiplicación.

Otra perspectiva desde dónde se aborda la temática del valor de posición es la que sostiene Hannah Slövin. La investigación que efectuó, nos parece relevante por los atributos distintos que la autora considera para analizar este tópico. El artículo revisado forma parte de un proyecto más amplio denominado, Measure up, MU (Slövin, 2010-2011). La autora reconoce las dificultades por las que atraviesan los alumnos cuando se enfrentan con los números multi-dígitos y sus operaciones. Y puntualiza sobre el sólido fundamento matemático desde dónde los alumnos pueden construir su comprensión, al comienzo del aprendizaje, de los números multi-dígitos.

Un supuesto desde el cual desarrolla su investigación es, que los principios básicos del álgebra pueden ser introducidas tempranamente en la educación básica. Ya que sostienen “toda idea matemática desarrollada está ligada a la magnitud” (Davydov, 1975b, citado por Slovin, 2010-2011, p.38). Con este supuesto se predispone la enseñanza para que el estudiante emplee su comprensión intuitiva para acceder a los conceptos del álgebra básica. Los referentes teóricos los sostiene con la escuela Rusa. (Elkonin, & Davydov, 1966, Davydov, 1975b, citados por Slovin, 2010-2011, p.36)

Destaca que una forma de capacitar a los alumnos en matemáticas es mediante el empleo de cantidades continuas, pues estas permiten a los estudiantes considerar las relaciones existentes entre cantidades. “Sin la distracción del número” por ejemplo, relata la comparación de longitudes de dos libreros en sitios apartados del salón de clase para demandar al alumno, de forma indirecta, la necesidad de utilizar una medida intermediaria. Con ello los niños establecen relaciones entre cantidades continuas (Slovin, 2010-2011).

En cuanto al valor de posición, a diferencia de otro tipo de explicaciones, el programa MU enmarca dicho contenido así,

“Esta aproximación requiere la construcción de una colección auxiliar de medidas, en los

cuales la razón (relación) entre unidades de medida consecutiva es igual a la base, no importa de qué base se trate. En este ejemplo [se plantea] un tratamiento de lo general hacia lo específico en la construcción del concepto, el sistema de numeración permanece constante, mientras el sistema de medidas es adaptable y abierto. Esto es, siempre puede ser extendido. Los estudiantes de MU observan el sistema decimal como una instancia particular del sistema de valor posicional” (Slovin, 2010-2011, p.40).

La propuesta de Slövin expone una perspectiva totalmente diferente a la planteada por Fuson, en cuanto al empleo de unidades de medida distintas para generar la necesidad de identificar relaciones entre cantidades continuas y el uso de diferentes bases. Cuya perspectiva se enmarca en el siguiente propósito, propiciar un pensamiento más acorde con el álgebra. De este método, una de las singularidades es que las relaciones numéricas no quedan sujetas a las posibles composiciones y descomposiciones de un caso particular como es la base diez. También destaca, la utilización de distintas unidades de medida, que instan el empleo de valores continuos. Cabe subrayar un planteamiento explícito que propone la autora, este es; “el sistema de numeración permanece constante, mientras el sistema de medidas es adaptable y abierto.” Con todo ello, nosotros destacamos la pertinencia de utilizar distintas bases durante el aprendizaje del valor de posición.

En esta dirección, en relación al uso de distintas bases, hay también un método de enseñanza registrado por la maestra Verónica García llamado “Redescubriendo el número” (García, 2012) El cual focaliza precisamente en el empleo de distintas bases, para la enseñanza del número en la educación primaria. Con este método se observa nítidamente los distintos valores que se otorgan a un mismo signo indo-arábigo. Lo ejemplificamos como sigue: la cifra tres en el orden de magnitud uno en base diez, contiene el valor de treinta, pero si la base que empleamos es cinco, entonces el valor del tres en ese orden de magnitud es de quince. Es, a través de las reglas de operación que los alumnos aplican mediante una ejercitación constante en la tarea de “fabricar números”, que el signo indo-arábigo deja de estar sujeto a una sola “cantidad” y a una sola base.

En seguida presentamos un esquema de la “fábrica de números” usado en este Método, con un ejemplo: el número 23 en base seis.

	$\begin{array}{c} \text{HHH} \\ \text{IIIIH} \end{array}$	III
--	---	-------

Figura 1. Ejemplo del número 23 en base seis. Del “Taller Redescubriendo el Número”.

Resultados

Sugerimos una impronta en el IPS como precisiones concatenadas distintivas que conforman el fundamento del valor discreto del número sostenido por activaciones neuronales específicas, es una preparación que antecede el aprendizaje signado de la numerosidad. Los

primeros empleos del signo se observan icónicos y de uso aproximado, para después utilizar signos como sustitutos del objeto, este último uso del signo implica ya un numeral. Así queda perfilado el primer significado otorgado a un signo. Aquí se reconoce que el signo porta una semántica cuantitativa pero ella no se disocia del objeto contado. El aumento de uno corresponde al aumento de una cosa.

Las precisiones concatenadas conllevan iteración aditiva unitaria. Una vez conformada esta red neuronal en el IPS, mediante tareas posteriores, durante la subsecuente vinculación del signo indo arábigo con una magnitud numérica específica (soportada por las precisiones concatenadas) el signo se articulará al significado exacto, al entramado neuronal generado por las rutinas iteradas de adición unitaria. Es en este momento, que el signo expresa un número discreto, ya que este valor discreto dota de posibilidad de dar contenido semántico al último de la colección. Señalamos con ello, el segundo significado otorgado al signo, este ya dejó de ser numeral ya que ahora porta contenido de valor discreto. Este último sujeto a una determinada magnitud numérica. pero disociado de la “cosa”.

En el marco de educación matemática comúnmente se refiere, que la última etiqueta dada a la colección expresa un número completo, esto es un cardinal, (Gelman y Gallistel, 1986) sin embargo, nosotros en la definición de perspectiva señalamos que nos guiaríamos por la entidad numérica matemática, por ello reconocemos que denominar número discreto, al último de la colección, es una opción más adecuada para el tratamiento de entidades finitas.

El tercer significado que se otorga a un signo, se replantea durante el aprendizaje del valor de posición, con la propuesta de Fuson se distingue que el signo puede revalorarse, en sentido de atribuir significado de multi-unidad. Sin embargo, este planteamiento tiene la sujeción al empleo de una sola base y no tiene el sustento diversificado que se encuentra en el proyecto MU al incluir el sistema de medición con diferentes unidades de medida.

De la propuesta de Slovin subrayamos; el empleo de distintas bases, sobre todo la alusión a lo general y a casos particulares. Y también subrayamos su formulación respecto al sistema de medidas, por caracterizarlo como adaptable y abierto. Coincidimos con Slovin en lo referente a no ceñirse al caso particular de una sola base, también con respecto a; identificar, en el empleo diversificado de la unidad de medida, una opción para impedir restricciones innecesarias.

Dado que, dentro del tema que nos ocupa esta hacer visible este otro significado que porta el signo indo arábigo, reconocemos, en el empleo de la diversidad de unidades de medida un cierto uso flexible del número. En el proyecto MU que nos ha presentado la autora, se exhibe un tránsito sencillo, de las tareas con unidades de medida, hacia el uso de distintas bases.

El tercer significado del signo indo arábigo susceptible de conformarse, se vincula precisamente a ese empleo flexible del número, este se puede observar – como hemos mencionado- en la propuesta de Slovin, ya que al hacer un uso de la magnitud con distintas unidades de medida y reconocer en ello un sistema adaptable y abierto, permite que la asociación entre signo indo arábigo y magnitud no se anquilose, en una escasa red neuronal, producto del tratamiento de casos particulares.

Sin embargo, nosotros resaltamos que el método “Redescubriendo el número”, ostenta la coordinación entre estructura y operación. Con ello se consigue la singularidad a distinguir, pues a diferencia del proyecto MU en donde implícitamente se relaciona la base con la unidad de medida, aquí las entidades descollantes son: la estructura con la cual se opera en coordinación

con las otras entidades matemáticas; base, potencia, coeficiente. De esta forma el signo indo-arábigo contiene significación por la coordinación de dichas entidades. Y de todo ello es necesariamente destacable el impacto neuronal que produce, específicamente entre el IPS y el GA. Con la diversificación del valor numérico subsumido en una misma cifra tenemos un número suficientemente flexible.

Conclusiones

El aprendizaje del número actualmente en la enseñanza escolarizada básica, se encuentra ceñido al Sistema decimal. Este aprendizaje es sistemáticamente repetido, con lo cual se elabora una red neuronal restringida a una sola base. Planteamos que ello es fuente de dificultades y errores reiterados durante los aprendizajes algebraicos ulteriores, pues estos últimos requieren procesamientos que conlleven empleos más flexibles y generales de los signos. Lo cual necesita un recurso neuronal diversificado, no ceñido al caso particular decimal.

Sugerimos tres significados distintos durante el trayecto del aprendizaje del número otorgados al signo indo-arábigo; el primero básicamente como numeral, sustituto del objeto contado, el segundo significado es el que porta sentido de casos particulares de magnitudes precisas, al cual denominamos número discreto, además ahí las cifras están sujetas también a una sola base. Y el tercero; que presentamos como una propuesta es el significado numérico flexible, provocado por el aprendizaje sistemático de bases numéricas diferentes.

Para conseguir este último significado, los métodos expuestos; el proyecto MU y el método de la Maestra Verónica García “Redescubriendo el número” son adecuados para generar redes neuronales diversificadas particularmente en el IPS y el GA. Sin embargo, planteamos que es particularmente pertinente el método “Redescubriendo el Número”, pues este coordina a la vista diferentes entidades matemáticas, esto es; las potencias, la base, el coeficiente, y la estructura.

Algunas cuestiones presentes en la generalización matemática, como el significado de la variable, y de la incógnita, podrían no portar dificultades si se elabora una red neuronal diversificada que dote de significado flexible a la cifra indo-arábigo. Ello predispone una red neuronal que será fundamento para el llamado actualmente “pensamiento abstracto”.

Un aspecto a subrayar es, que al emplear la coordinación de las entidades matemáticas mencionadas con diferentes bases, es factible efectuar al menos dos expresiones diferentes de la misma entidad numérica. Lo cual tiene incidencia crucial para el desarrollo del pensamiento matemático, ya que, esa posibilidad de plantear expresiones distintas para una misma entidad numérica, es parte fundamental del pensamiento analítico necesario para esta disciplina.

Referencias y bibliografía

- Ansari, D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews/Neuroscience* 9, 278-291. Recuperado de [http:// www.nature.com/reviews/neuro](http://www.nature.com/reviews/neuro)
- Brannon, E. M., & Merritt, D., (2010). Evolutionary Foundations of the Approximate Number System. En S. Dehaene, & E. M. Brannon (Eds.) *Space, Time and Number in the Brain. Searching for the Foundations of Mathematical Thought*, (pp. 207- 224). Canada: Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-385948-8.00014-1.
- Dehaene, S. (2005). Evolution of human cortical circuits for reading and arithmetic: The “neuronal recycling” hypothesis. En S. Dehaene, J. R. Duhamel, M. D. Hauser, & G. Rizzolatti, *From Monkey Brain to Human Brain*. A Fyssen Foundation Symposium. MIT Press. Recuperado de <http://www.unicog.org/biblio/Author/DEHAENE-S.html>

- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, Ph., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20, (3/4/5/6), 487-506. doi:10.1080/02643290244000239.
- Fuson, K. C., & Briars, D. J. (1990b). Using a Base-Ten Blocks Learning/Teaching Approach for First – and Second-Grade Place-Value and Multidigit Addition and Subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 180-206.
- Fuson, K. C. (1990a). Issues in Place-Value and Multidigit Addition and Subtraction. Learning and Teaching. *Journal for Research in Mathematics Education*. 21(4), 273-280.
- García, V. (2012). “Taller Redescubriendo el número”. 6° CINVESNIÑOS. CINVESTAV (2012, noviembre). México, D.F.
- Gelman, R., & Gallistel, C. R. (1986). *The child’s understanding of number*. Cambridge, Massachusetts, y London England: Harvard University Press.
- Hauser M. D., & Spelke, E., (2004). Evolutionary and developmental foundations of human knowledge. En M. Gazzaniga, & N. Logothetis (Eds.), *The Cognitive Neurosciences III*. Harvard, Cambridge: MIT Press. Recuperado de <http://www.wjh.harvard.edu/~lds/index.html?spelke.html>
- Kato, Y., Kamii, C., Ozaki, K., & Nagahiro, M. (2002). Young Children’s Representations of Groups of Objects: The Relationship Between Abstraction and Representation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(1) 30-45.
- Nieder, A., & Dehaene, S. (2009). Representation of Number in the Brain. *The Annual Review of Neuroscience*, 32, 185–208. doi:10.1146/annurev.neuro.051508.135550.
- Serra-Grabulosa, J.M., Adan, A., Pérez-Pàmies, M., Lachica, J., & Membrives, S. (2010). Bases neuronales del procesamiento numérico y del cálculo. *Revista de Neurología*, 50(1), 39-46.
- Slovin, H.,(2010-2011). Revelations from counting: a window to conceptual understanding. *Investigations in Mathematics Learning. Official Journal of the Research Council on Mathematics Learning*, 3, 2.
- Ting Huang, Y., Spelke, E., & Snedeker, J. (2010). When is *four* far more than three? Children’s generalization of newly-acquired number words. *Psychol Sci.*, 21(4), 600-606. doi:10.1177/0956797610363552.