

EL SOROBÁN DE ORO COMO HERRAMIENTA MEDIADORA DE LA APROPIACIÓN CONCEPTUAL EN LA DISCAPACIDAD INTELECTUAL

O SOROBAN DOURADO COMO INSTRUMENTO MEDIADOR PARA A APROPRIAÇÃO CONCEITUAL NA DEFICIÊNCIA INTELECTUAL

THE GOLDEN SOROBAN AS A MEDIATING TOOL FOR CONCEPTUAL APPROPRIATION IN INTELLECTUAL DISABILITY

Lucía Virginia MAMCASZ-VIGINHESKI¹

Elsa Midori SHIMAZAKI²

Sani de Carvalho Rutz da SILVA³

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo, que se desarrolla como producción técnica de investigación de doctorado, es discutir la utilización del material Soroban Dorado como herramienta auxiliar en la enseñanza del uso del soroban a estudiantes con deficiencia intelectual. La validación de este material se dio por medio de investigación cualitativa, siendo utilizada como estrategia de investigación-acción. El material fue utilizado por ocho estudiantes con deficiencia intelectual que frecuentaban el programa Educación de Jóvenes e Adultos de una escuela de educación especial. Los resultados revelaron que el uso del Soroban Dorado en el proceso de enseñanza promovió la comprensión de los estudiantes sobre la estructura del soroban, el entendimiento de los principios del sistema de numeración decimal como el valor posicional, agrupaciones de diez en diez y el aprendizaje de los conceptos matemáticos relacionados con los números y las operaciones. Estos resultados evidencian la importancia de una enseñanza que considere las capacidades de los estudiantes con deficiencia y no sus limitaciones, así como el hecho de que todas las personas —independientemente de cualquier condición— pueden aprender y desarrollarse desde que se les proporcionen las condiciones necesarias para ello durante el proceso de enseñanza.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza de matemática. Deficiencia intelectual. Soroban. Aprendizaje.

RESUMO: *Este artigo tem o objetivo de discutir a utilização do material didático Soroban Dourado, desenvolvido como produção técnica de uma pesquisa de doutorado, como ferramenta auxiliar no ensino do uso do Soroban para estudantes com deficiência intelectual. A validação desse material deu-se por meio da pesquisa qualitativa, sendo utilizada como estratégia a pesquisa-ação. O material foi utilizado por oito estudantes com deficiência*

¹ Uniguairacá Centro Universitário (GUAIRACÁ), Guarapuava – PR – Brasil. Maestra de la Graduación y Post-Graduación En Promoción de la Salud. Doctor en Docencia en Ciencia y Tecnología (UTFPR). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6474-0927>. E-mail: lucia.virginia@uniguairaca.edu.br

² Universidad del Oeste de São Paulo (UNOESTE), Presidente Prudente – SP – Brasil. Profesora del Programa de Posgrado en Educación. Doctora en Educación (USP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2225-5667>. E-mail: emshimazaki@uem.br

³ Universidad Tecnológica Federal de Paraná (UTFPR), Ponta Grossa – PR – Brasil. Profesora del Postgrado en la enseñanza de la ciencia y la tecnología. Doctora en Ciencias de los Materiales (UFRGS). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1548-5739>. E-mail: sani@utfpr.edu.br

intelectual que frequentavam o programa Educação de Jovens e Adultos de uma escola de educação especial. Os resultados revelaram que o uso do Soroban Dourado no processo de ensino promoveu a compreensão dos estudantes sobre a estrutura do Soroban, o entendimento dos princípios do sistema de numeração decimal como o valor posicional, agrupamentos de dez em dez e a aprendizagem dos conceitos matemáticos relacionados aos números e operações. Esses resultados evidenciam a importância de um ensino que considere as capacidades dos estudantes com essa deficiência e não suas limitações, assim como o fato de que todas as pessoas, independentemente de qualquer condição, podem aprender e se desenvolver, desde que lhes sejam dadas as condições necessárias para isso no processo de ensino.

PALAVRAS-CHAVE: *Ensino de matemática. Deficiência intelectual. Soroban. Aprendizagem.*

ABSTRACT *The present article has the purpose of discussing the use of the didactic material Golden Soroban, developed as a technical production from a PhD research, as an auxiliary tool on the teaching of the soroban use for intellectual disabled students. The validation of this material arised through qualitative research and the action research was the strategy chosen for the study. Eight intellectual disabled students who were attending the Youth and Adult Education Program from a special education school have used the material. The results revealed that the use of the Golden Soroban, on the teaching process, provided the students' comprehension about the structure of soroban, besides their understanding of the principles of the decimal numeration system as the positional value, ten to ten grouping, and the learning of the mathematical concepts related to numbers and operations. Those results highlight the importance of an education that look at the capacity of the disabled students, and not at their limitations, as well as the fact that all people, regardless of any conditions, can learn and develop themselves, as long as they have the necessary conditions for that in the education process.*

KEYWORDS: *Mathematics education. Intellectual disability. Soroban. Learning.*

Introducción

Este artículo forma parte de una investigación doctoral desarrollada en una universidad pública del estado de Paraná, que investigó los aportes del uso de Soroban en contenidos de aprendizaje relacionados con números y operaciones y el desarrollo de las funciones psicológicas superiores de los estudiantes con discapacidad intelectual. El objetivo de este artículo es discutir el uso del material didáctico Soroban Dorado y no enseñó el uso de Soroban – ábaco japonés – para estudiantes con discapacidad intelectual.

La Asociación Americana de Psiquiatría (APA) define la discapacidad intelectual (trastorno del desarrollo intelectual) como un trastorno "[...] comenzando en el período de desarrollo que incluye déficits funcionales, tanto intelectuales como adaptativos, en los dominios conceptual, social y práctico" (APA, 2014, p. 33).

Vigotski (1896-1934), en sus estudios sobre discapacidad intelectual, cuestionó la evaluación de la clasificación de estas personas a través de pruebas cuánticas. Según Vigotski (1997), estas pruebas informan el desarrollo real de la persona y no indican los procesos en desarrollo, que no pueden medirse cuantitativamente. También afirmó que las personas con discapacidad intelectual no pueden considerarse menos desarrolladas, sino desarrolladas de manera diferente, peculiar.

Otra posición cuestionada por Vigotski (1997), se refería a la educación de las personas con discapacidad intelectual, basada en el uso excesivo de materiales concretos en la enseñanza de conceptos escolares. Para él, las experiencias concretas son instrumentos mediadores, sin embargo, su uso como único recurso metodológico limita el desarrollo del pensamiento abstracto.

Al pensar en las capacidades de las personas con discapacidad y no en sus limitaciones, Vigotski (2000) encontró que el aprendizaje impulsa el desarrollo de funciones psicológicas superiores, funciones específicas del ser humano, relacionadas con habilidades mentales como el lenguaje, la memoria, la atención, el razonamiento, entre otras. El teórico también considera que el aprendizaje, al crear zonas de desarrollo proximal, caracterizadas por el intervalo entre lo que el niño puede hacer con la ayuda de otros y lo que puede hacer solo, estimula los procesos de desarrollo interno. En este curso, la interacción con otras personas y la mediación, a través de instrumentos y signos, son de fundamental importancia, ya que el conocimiento se produce socialmente y, cuando se internaliza, pasa a formar parte de las adquisiciones del desarrollo individual, dando como resultado el desarrollo mental, impulsando a la persona con discapacidad intelectual para su compensación.

También se señala que es necesario maximizar el acceso al conocimiento, superando las brechas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de estos estudiantes. Al considerar estos hechos, se propuso para esta investigación la enseñanza de Soroban como una herramienta para realizar cálculos matemáticos.

Se entiende que el uso de esta herramienta simplifica y agiliza el cálculo, como lo afirmó Kojima (1954) hace muchos años, y subraya el proceso educativo, como el aprendizaje de conceptos matemáticos relacionados con números y operaciones, el desarrollo del cálculo mental, la memoria, el pensamiento y otros (DONLAN; WU, 2017; FREEMAN, 2014; BRASIL, 2012)

A la vista de la propuesta de enseñar el uso de Soroban como instrumento de cálculo dirigido a estudiantes con discapacidad intelectual, surgió la pregunta sobre cómo enseñarles la estructura, para que entendieran los principios del sistema de numeración decimal y la

combinación del sistema de agrupaciones básicas cinco y base diez presentes en su estructura. Según Galperin (2009b), en el proceso de aprendizaje es necesario actuar a los estudiantes sobre el objeto de conocimiento para que haya una comprensión de los fenómenos, primero en el plano material y del lenguaje y, finalmente, la internalización de estas acciones en el plano mental.

Se comprobó, a través de observaciones no del proceso de enseñanza y aprendizaje para estudiantes con discapacidad intelectual, la dificultad para comprender el concepto de número y los principios del sistema de numeración decimal. Las personas con esta discapacidad presentan dificultades en las habilidades que requieren el desarrollo de funciones psicológicas superiores como la atención, la percepción, la memoria, el lenguaje y el pensamiento (PASSOS-SANTOS; SHIMAZAKI, 2020).

Constatar tales dificultades llevó a la elaboración de un material didáctico que minimizara o eliminara las posibles dificultades que presentarían los alumnos durante el estudio. En este sentido, se elaboró el material didáctico Soroban Dorado, con el objetivo de promover la comprensión de la estructura de Soroban por parte de los alumnos con discapacidad intelectual en el proceso de enseñanza del uso de esta herramienta.

El Soroban Dorado es considerado un material de carácter inédito y potencial innovador, ya que, para su concepción y posterior presentación de solicitud de patente, se buscó en tres bases de presentación de patentes, Instituto Nacional de la Propiedad Intelectual - INPI, Latipat y Espacenet, la existencia de algún material con las mismas características y objetivos en el proceso de enseñanza del uso de Soroban. En el estado del arte de la investigación no hay registros de materiales didácticos desarrollados con el fin de explicar la estructura de Soroban. Algunos registros encontrados⁴, aunque tienen en común el objetivo de facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje de Soroban, no presentaban características técnicas para la transposición de las reglas lógicas del sistema de numeración decimal al Soroban y no compartían similitudes en su diseño, disposición o composición.

Del mismo modo, en la investigación de vanguardia, no hay estudios sobre la enseñanza del uso de Soroban para poblaciones con discapacidad intelectual en la escena nacional. Se encontraron estudios que discuten la formación docente para la enseñanza de Soroban (SILVA; MAMCASZ-VIGINHESKI; SHIMAZAKI, 2018; OLIVEIRA, 2016;

⁴ RO201500017 – Ábaco de tipo panel reconfigurable; CN205028192 - Cinco Elements'Abacus; CN204740770 - Apariencia de enseñanza del ábaco vertical; CN104867376 - Ábaco matemático educativo; CN204423721 - Multifuncional ábaco para la enseñanza; CN201562380 – Ábaco de fácil restablecimiento para fines de enseñanza; US2005130106 - Ábaco de entrenamiento matemático System; KR810002211 - Ábaco para la enseñanza; MU7402504 - El juego educativo hacia iniciación De Soroban y sorobani.

SILVA; MAMCASZ-VIGINHESKI; SHIMAZAKI, 2016; VIGINHESKI; SILVA; SHIMAZAKI, 2014) y el proceso de operaciones de enseñanza y aprendizaje para estudiantes sin discapacidad (SOUZA FILHO, 2013).

En el escenario internacional, la investigación sobre Soroban en el área de la educación se dirige a maestros, estudiantes con discapacidades de aprendizaje y discapacidades visuales (DONLAN; WU, 2017; FREEMAN, 2014). La investigación desarrollada por Shen (2006), en China, discute las contribuciones del ábaco mental, un paso después de enseñar el uso del ábaco físico, en el desarrollo de habilidades de cálculo por parte de estudiantes con discapacidad intelectual.

Así, se verificó el campo de investigación sobre los aportes de Soroban y el desarrollo de El Soroban Dorado, un recurso de tecnología asistencial, para la enseñanza de conceptos matemáticos a estudiantes con discapacidad intelectual, ya que hay una serie de estudiantes jóvenes y adultos que asisten a las escuelas y muchas veces no se apropian de los conceptos enseñados en ellas. Así, las discusiones presentes en este estudio presentan avances, tanto para el área de educación especial como para el área de enseñanza inclusiva de matemáticas.

El diseño del Soroban Dorado

El Soroban Dorado fue concebido al considerar la necesidad de tecnología asistencial para la apropiación del conocimiento que se considera uno de los instrumentos para la participación social de las personas, ya sea con discapacidad o no. Los recursos de la Tecnología Asistencial, como señalan Matos *et al.* (2020), se consideran una estrategia para la accesibilidad e inclusión escolar de los estudiantes con discapacidad porque permiten "[...] condiciones adecuadas para un uso seguro y autónomo, materiales escolares totales o asistidos y recursos pedagógicos que respondan a las demandas de las tareas a realizar dentro y fuera del aula" (p. 942). En la búsqueda de una tecnología asistencial que asociara la estructura de Soroban con las ya utilizadas, especialmente el material dorado, se elaboró el material didáctico llamado Soroban Dorado. Este nombre fue elegido porque el material presenta la estructura soroban y porque utiliza material dorado para la estructuración del sistema de numeración decimal.

El prototipo del Soroban Dorado consistía en una mesa rectangular, dividida en tres partes verticales por líneas en relieve, para representar los órdenes de las unidades, decenas y cientos, así como dividida en dos partes, la superior y la inferior, en la dirección horizontal. En la primera parte, de derecha a izquierda, se contemplan cuatro cavidades en la parte

inferior para encajar una unidad cúbica en cada una, y una cavidad en la parte superior para la instalación de una barra que contiene 5 unidades cúbicas agrupadas. En el segundo espacio, las cuatro cavidades en la parte inferior permitieron la instalación de barras que contenían diez unidades cúbicas agrupadas, y en la parte superior la instalación de una placa que contenía cincuenta unidades cúbicas agrupadas (5x10). En la tercera parte, cuatro placas que contenían cien unidades cúbicas se agruparon en la cavidad inferior y la cavidad de la parte superior permitió el montaje de un adoquín, que contenía quinientas unidades cúbicas agrupadas, cinco unidades cúbicas de ancho, diez unidades cúbicas de longitud y diez unidades cúbicas de altura. En cada una de las partes se insertó un eje similar al eje soroban, que contiene 4 cuentas en la parte inferior y 1 cuenta en la parte superior de cada eje.

La diferencia de este material con el cartel de valor-lugar, el separador de material dorado, es la existencia de piezas que representaban la base quinaria del Soroban, como la barra de cinco unidades cúbicas agrupadas, la placa con cincuenta unidades cúbicas y el adoquín con quinientas unidades cúbicas, además de los ejes correspondientes a Soroban.

La Figura 1 representa el Soroban Dorado:

Figura 1 – Soroban dorado



Fuente: Colección de los autores

La superficie superior está dividida por una regla, en la dirección de la longitud, en dos piezas, la superior y la inferior. En relación con el ancho, la superficie se divide en tres columnas, y en cada una de estas columnas hay cavidades para el ajuste del material dorado y un eje bajo el cual se deslizan las cuentas, similar a Soroban. La Figura 2 ilustra un ejemplo de registro de los números en el Soroban Dorado, en este caso, el número 148.

Figura 2 – Representación del número 148 en Soroban Dorado



Fuente: Colección de los autores

Para una mejor comprensión del registro de este número, la Figura 2 muestra que en la primera columna de derecha a izquierda la barra en la parte superior representa las cinco unidades, que, sumadas con las tres unidades en la parte inferior, suman ocho unidades. En el eje soroban correspondiente a las unidades, inmediatamente a la izquierda de esa primera columna, la cuenta superior se aproxima a la regla central, así como las tres cuentas en la parte inferior. En la segunda columna se disponen cuatro barras que representan las cuatro decenas y, asimismo, en el eje a su izquierda, las cuatro cuentas de la parte inferior son aproximadas a la marca que separan las dos piezas. En la tercera columna se tienen cien incrustados en la parte inferior, así como un pico aproximado del eje soroban de la regla central.

Metodología

La investigación, de carácter aplicado y enfoque cualitativo, utilizó la investigación-acción como estrategia, ya que, además de una técnica para la coleta y el procesamiento de datos, también permite al profesor convertirse en un investigador de su propia práctica y un participante de la acción de enseñanza que interviene en las direcciones de esta acción (FIORENTINI; LORENZATO, 2012).

La investigación se desarrolló en una clase de educación de jóvenes y adultos con una escuela de educación especial en el área de discapacidad intelectual, en un municipio del interior del estado de Paraná. Los participantes fueron 8 estudiantes, 07 hombres y 01 mujeres, cuyas edades oscilaron entre los 19 y los 47 años. Además de las actividades

académicas, los estudiantes participaron en actividades relacionadas con la educación profesional en panadería.⁵

Para el desarrollo de la investigación-acción, se siguieron los pasos establecidos por Engel (2000) y Thiourent (1996), entre ellos: i) investigación preliminar, a través de la observación de las clases impartidas por el maestro regente de la clase; ii) el desarrollo de un problema: ¿Qué contribuciones puede hacer el uso de Soroban al aprendizaje de los números de unidades temáticas en estudiantes con discapacidad intelectual? iii) el establecimiento de una guía para la investigación: el uso de Soroban, combinado con una metodología de enseñanza adecuada, puede crear zonas de desarrollo proximal en estudiantes con discapacidad intelectual, que tendrán avances en sus conocimientos sobre aritmética, con posibilidades de ampliar el uso social de este contenido y promover el desarrollo de funciones psicológicas superiores. Esta guía fue elaborada a partir de los estudios desarrollados por Vigotski (2001; 2000; 1997), Galperin (2009a; 2009b; 2009c) y Talizina (2009) sobre aprendizaje y desarrollo, y en estudios sobre Soroban realizados por Donlan; Wu (2017), Freeman (2014), entre otros; iv) elaboración de un plan de acción; v) implementación del plan de acción y vi) análisis y evaluación de la implementación del plan de acción.

El desarrollo del plan de acción se llevó a cabo a través de la intervención pedagógica, en la que se realizaron sesiones didácticas para enseñar el uso de Soroban y los números de contenido y las operaciones, organizadas de acuerdo con las directrices de Vigotski (2000), Galperin (2009c), Talizina (2001) y Fernandes *et al.* (2006). La aplicación del plan de acción duró 40 horas, divididas en dos sesiones semanales de 2 h de duración cada una.

Al enseñar el uso de Soroban, se abordaron los aspectos históricos de esta herramienta de cálculo y se desarrollaron actividades de registro y lectura de números, sumar y restar números y resolución de problemas. El Soroban dorado se usaba cada vez que los estudiantes presentaban alguna dificultad para realizar las tareas propuestas. En la Tabla 1 se presenta un resumen de las actividades propuestas para la enseñanza del soroban:

⁵ La búsqueda Era presentado al Comité de Ética e Investigación de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná y aprobadoa opinión 953.511.

Cuadro 1 – Resumen de las actividades

UNIDAD TEMÁTICA	OBJETIVOS DE CONOCIMIENTO	MATERIAL UTILIZADO	CONTENIDO CON EL USO DE SOROBAN
Números	Contar. Reconocimiento de números en el contexto diario. Cuantificación de elementos en una colección. Leer, escribir y comparar números. Composición y descomposición de los números naturales. Números complementarios. Problemas que involucran diferentes significados de suma y resta.	Juegos de fichas. Reglas numéricas. Tendedero con sujetadores de ropa. Material dorado. <i>Soroban Dorado</i> . Soroban.	Histórico. Registro y lectura de números. Adición. Sustracción.

Fuente: Elaboración de los autores (traducción nuestra)

Para el análisis y evaluación de la implementación del plan de acción, los datos, recolectados a través de películas y registros de diarios de campo, fueron examinados a través del análisis de la conversación, centrándose en el contexto de las acciones y sus interpretaciones (FLICK, 2009). Para ello, las películas obtenidas fueron completamente transcritas, evitando que los detalles pasaran desapercibidos. Después de la identificación de los episodios, se seleccionaron los elementos para el análisis, considerando los supuestos teóricos adoptados para la investigación.

Resultados y debates

Al comienzo de la investigación, se encontró que la mayoría de los estudiantes de la clase aún no se habían apropiado del concepto de número. El hecho de que los estudiantes reconocieran algunos dígitos y tuvieran el conocimiento de que los símbolos estaban relacionados con números, cuantificaron pequeñas cantidades y presentaron una comprensión inicial de la función social de este concepto en sus vidas, no significaba que hubieran consolidado este concepto (TALIZINA, 2009). Las acciones de contar y hacer operaciones no habían sido definidas, pero relacionaban estos conceptos con acciones cotidianas, es decir, a nivel de conceptos espontáneos y no de conceptos científicos (VIGOTSKI, 2001).

En el sentido de algunos estudiantes, el número era una representación simbólica, disociada de un valor cuantitativo, que podía ser el resultado de una enseñanza a través de actividades repetitivas, que favorecía solo el trazado de los dígitos sin establecer una relación entre número y dígito y el significado de esta relación. Como resultado, se utilizaron actividades pre-Soroban porque llevar a cabo operaciones con Soroban requiere el concepto

de sistema de numeración numérica y decimal. Entre las actividades, utilizamos el juego *Nunca Diez Suelto* con el material dorado. En las reglas del juego, el jugador, en su turno de juego, lanza un dado y parece por sí mismo la cantidad de unidades cúbicas correspondientes al número sorteado. Al acumular diez unidades cúbicas, el jugador cambia por una barra, que representa el diez, y diez barras se intercambian por el plato, que constituye el cien. El primero obtiene el cien gana el juego. Una variación del juego es comenzar por cien. En las rondas los estudiantes devuelven la cantidad de unidades cúbicas extraídas en los dados, ganando la primera que se queda sin nada (FERNANDES *et al.*, 2006). El juego se llevó a cabo mediante el uso de The Golden Soroban para el registro de cantidades y, más tarde, con el uso de Soroban.

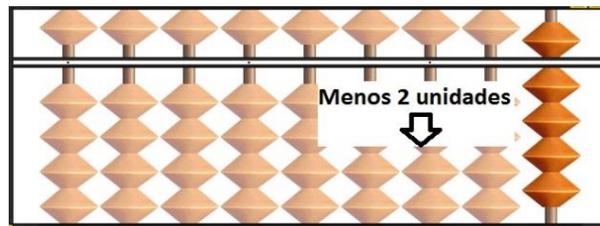
Inicialmente, se les pidió a los estudiantes que realizaran pequeñas cantidades y operaciones en Soroban, como $1 + 1$; $2 + 2$; $3 + 1$; $4-1$; $4-2$ y otros. Estas operaciones no requerían que los estudiantes calcularan mentalmente, ya que solo era necesario retirar o agregar cantidades a las ya registradas en soroban. Estas operaciones fueron realizadas por los estudiantes, ya que entendieron las cantidades hasta cuatro.

En el primer contacto con la herramienta, los estucos María, Tiago y Hélio trajeron más cuentas a la regla de numeración que las solicitadas, posiblemente porque todavía no contaban adecuadamente las cantidades con más de tres o cuatro objetos. Los estudiantes habían realizado operaciones de suma y resta: estas actividades también promovieron reflexiones sobre estas operaciones siendo inversas entre sí. Un ejemplo de esto es el discurso de Pedro, quien, al realizar la operación $4-1$, señaló: "*si cuatro menos tres es uno, cuatro menos uno solo puede ser tres*".

Los estudiantes presentaron dificultades para registrar el número cinco con el uso de Soroban. El uso de Soroban Dorado promovió esta comprensión, ya que permitió la visualización de las cinco unidades representadas por la barra incrustada en la cavidad superior de la primera columna (Figura 2).

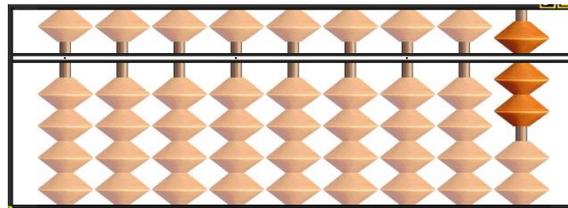
Después de registrar cantidades entre cinco y nueve unidades, se les pidió a los estudiantes que realizaran otras operaciones, incluyendo $4 + 1$; $5-2$; $3+2$; $5-4$; $5+3$; $9-2$; y otros. En estos, el cálculo ya no era mecánico, y era necesario realizar la operación mentalmente para registrar las respuestas. Un ejemplo de esto fue la operación $9-2$. Para ello, los alumnos registraron el número nueve, y con un movimiento automático retiraron dos cuentas de la parte inferior, acción representada en las Figuras 3 y 4.

Figura 3 – Representación del número 9 en Soroban



Fuente: Colección de los autores

Figura 4 – Resultado de la operación $9-2=7$



Fuente: Colección de los autores

Cabe destacar que la lectura del resultado registrado en Soroban, expresado en la Figura 4, se realizó con dificultad y con la ayuda del investigador. En un primer momento, los alumnos Fabricio, José y Pedro respondieron que la diferencia era de tres, pues consideraban la cuenta superior también con el valor de una unidad. Fue necesario retomar en Soroban Dourado el valor de cinco unidades en la cuenta superior; contaron las unidades cúbicas colocadas en la cavidad superior de la primera parte y asociaron este valor con la parte superior del primer eje, y leyeron 5, 6, 7. Se consultó varias veces hasta interiorizar el valor de la cuenta superior, dejando de ser preciso el uso de material didáctico para esta situación.

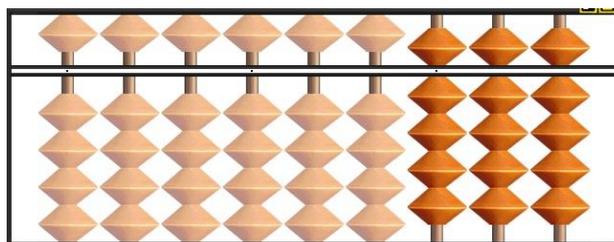
Otra operación que trajo dificultades a la resolución fue el $5-1$. Para resolver esta operación, se deben utilizar los números suplementarios del párrafo 5, en este caso, 4 y 1, eliminar el número cinco de la parte superior y registrar el número cuatro en la parte inferior. José quería tomar cuentas de otros ejes, y cuando se le indicó que estaba trabajando con unidades, registradas solo en el primer eje, respondió: "*no se habla de dónde hay que tomar*". El discurso revela la dependencia del estudiante del estudiante en la realización de la actividad, posiblemente originada por situaciones de enseñanza en las que no se le animó a pensar y actuar de forma independiente, o incluso el miedo a cometer errores y ser criticado por ello. Para resolver esta operación, también fue necesario utilizar El Soroban Dorado y la contextualización con problemas cotidianos, como el uso del dinero.

A medida que los sujetos formaron el concepto de número, como la comprensión de cantidades mayores, se trabajó el uso del conteo como una forma de evaluar cuantitativamente

un conjunto numérico, comprender el cambio en el número aumentando o retirando cantidades, agrupaciones de diez de diez, cantidades mayores de diez, realizando el registro de estas cantidades en el segundo eje del soroban. También tuvieron dificultades para entender que el segundo eje estaba destinado al registro de grupos de diez unidades y el *Soroban Dorado* contribuyó a esta comprensión.

Para el registro del número veinte, Fabricio procedió de acuerdo con la Figura 5:

Figura 5 – Registro del número 20 por Fabricio



Fuente: Colección de los autores

Cuando se le preguntó si el número registrado correspondía al número veinte, Fabricio respondió: "*no, eran diecinueve*". Cuando se le preguntó por qué el inscrito representaba 19, el estudiante calculó el elemento de la parte superior del primer eje como cinco unidades y todos los demás como una unidad, incluidas las del segundo eje, totalizando diecinueve. El Soroban Dorado permitió la comprensión de los valores asignados a las cuentas principales, así como el valor asignado a las cuentas del segundo eje. Se encontró que las dificultades de los estudiantes en el desarrollo de las actividades surgieron porque algunos de ellos no se habían apropiado del concepto de número, los principios del sistema de numeración decimal, como la base diez y el valor posicional, lo que dificultaba el registro de los números en el primer o segundo eje del Soroban; después de esta comprensión, se plantearon dudas con el uso de Soroban Dorado

Galperin (2009c) señala que el número es el resultado de una acción mental a partir de una primera acción, que fue material y, en el caso de esta investigación, el cálculo de objetos. A pesar de que algunos aún no se habían apropiado de cantidades superiores a las decenas, la inserción de Soroban como instrumento para registrar cantidades y operaciones entre ellos promovió el progreso en la formación del concepto de número, ya que a través de él los estudiantes operaban con cantidades, y no con su representación.

Al final de la investigación, se encontró que tres estudiantes, que al principio comprendían cantidades de hasta tres, aprendieron cantidades superiores a cuatro y cinco unidades. Tres alumnos se apropiaron de cantidades superiores a veinte, realizando recuentos

de dos sobre dos, seis sobre seis y grupos de diez sobre diez y el valor posicional, además de hacer uso de las operaciones como herramienta para la resolución de problemas, incluyendo suma y resta. Uno de ellos también aprendió la multiplicación por un dígito. Dos estudiantes no mostraron progreso debido a las ausencias frecuentes en los días en que se realizó la investigación.

Soroban Dourado ayudó a los estudiantes José, Pedro y Fabrício en el aprendizaje de registros y operaciones entre números mayores de cinco. Cuando no sabían cómo hacer los registros, recurrían a Soroban Dourado, y después del uso de este material, realizaban las mismas operaciones en soroban, entendiendo sus acciones. La enseñanza a través del Soroban Dorado permitió a los estudiantes, en la forma materializada por Galperin (2009c), comprender el valor de cinco en cuentas de la parte superior, la composición de los números por medio de números complementarios, el valor posicional de las cuentas en los diferentes ejes definidos por la base decimal, la necesidad de reagrupar o intercambiar entre cantidades, entre otros.

La investigación propuso la introducción de Soroban como una herramienta de cálculo para la enseñanza de las matemáticas a estudiantes con discapacidad intelectual en un país donde su uso es cultural solo para personas con discapacidad visual. Así, además de que los alumnos aprendieron el concepto de número, también tuvieron que aprender los conceptos relacionados con la operacionalización con Soroban y utilizarlo en la realización de los cálculos.

Como resultado, también se citan avances en habilidades informáticas, comprensión de conceptos, la aplicación de habilidades desarrolladas en diferentes contextos, además de escolares, y el desarrollo de funciones psicológicas superiores.

Consideraciones finales

La investigación muestra que la discapacidad intelectual no es un obstáculo para el aprendizaje de los conocimientos matemáticos que se enseñan en la escuela, sin embargo, para que sea eficaz, se necesitan signos apropiados e instrumentos mediadores. Las brechas generadas en el proceso de aprendizaje se deben a menudo a metodologías de enseñanza que creen que todas las personas aprenden de la misma manera y, como resultado, no satisfacen las necesidades específicas de los estudiantes con discapacidad intelectual.

Se encontró que el uso de Soroban como herramienta de cálculo promovió el aprendizaje de los contenidos propuestos para el estudio por parte de los estudiantes con

discapacidad intelectual. Tras la realización de la investigación, se considera de gran relevancia la inserción de Soroban para la enseñanza de las Matemáticas para estudiantes con la discapacidad destacada, ya que permite el acceso a conocimientos relacionados con números y operaciones y facilita su aprendizaje, además de posibilitar el desarrollo de nuevos conceptos, como las operaciones de multiplicación, división, etc.

Del mismo modo, se enfatiza que el uso de Soroban Dourado promovió la comprensión de los principios del sistema de numeración decimal y la estructura y operacionalización de Soroban, aportando contribuciones al proceso de enseñanza y aprendizaje para estudiantes con discapacidades. Debido a que el material es utilizado solo por una población de estudiantes con discapacidad intelectual, la necesidad de validación por parte de otras poblaciones, con otras deficiencias, se ve superada para demostrar su eficiencia y funcionalidad como material de apoyo para enseñar el uso de Soroban.

REFERENCIAS

ASOCIACIÓN AMERICANA DE PSIQUIATRÍA (APA). **DSM5**: Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales. Porto Alegre, RS: Artmed. Año 2014.

BRASIL. **Soroban**: manual de técnicas quirúrgicas para personas con discapacidad visual. Brasilia, DF: MEC/SESP, 2012.

DONLAN, C.; WU, C. La complejidad procesal subyace a la ventaja de eficiencia en el desarrollo aritmético basado en ábaco. **Desarrollo Cognitivo**, n. 43, p. 14-24, 2017.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0885201416300582?via%3Dihub>.

Acceso: 10 de enero. 2021

ENGEL, G. I. Investigación-acción. **Revista Educar**, n. 16, p. 181-191, 2000. Disponible en: <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/2045>. Acceso: 10 de enero. Año 2021.

FERNANDES, C. T. *et al.* **La construcción del concepto numérico y el pre-soroban**. Brasilia, DF: Ministerio de Educación, Secretaría de Educación Especial, 2006.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigación en educación matemática: supuestos teóricos y metodológicos**. 3. Ed. Campinas, SP: Autores Asociados, 2012.

FLICK, U. **Introducción a la investigación cualitativa**. 3. Ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2009.

FREEMANN, N. ¿El ábaco japonés mejora el rendimiento de los niños en matemáticas? **Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics**, v. 34, n. 3, p. 13-18, 2014. Disponible en: <https://bsrlm.org.uk/wp-content/uploads/2016/02/BSRLM-IP-34-3-03.pdf>. Acceso: 10 de febrero. Año 2021.

GALPERIN, P. Y. Acerca del lenguaje interno. *En*: ROJAS, L. Q; SOLOVIEVA, Y. **Las functions psychologicalen el desarrollo del niño**. México: Trillas, 2009a.

GALPERIN, P. Y. La dirección Del proceso de aprendizaje. *En*: ROJAS, L. Q.; SOLOVIEVA, Y. **Las functions psychologicalen el desarrollo del niño**. México: Trillas, 2009b.

GALPERIN, P. Y. La formación de las imágenes sensoriales y los conceptos. *En*: ROJAS, L. Q.; SOLOVIEVA, Y. **Las functions psychologicalen el desarrollo del niño**. México: Trillas, 2009c.

KOJIMA, T. **El ábaco japonés**: su uso y teoría. Primera edición. Tokio, Japón: Charles E. Tuttle Company.

MATOS, M. A. S. *et al.* Accesibilidad y recursos tecnológicos asistidos en la sala de recursos multifuncionales en las escuelas municipales de Manaus / AM. **Revista Iberoamericana de Estudios en Educación**, v. 15, p. 932-947, 2020. Disponible en: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/13509>. Acceso: 10 Dic. 2020

OLIVEIRA, S.C. **Soroban en la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas desde la perspectiva de un estudiante ciego**. Disertación 2016. (Maestría en Enseñanza de Ciencias y Matemáticas) – Pontificia Universidad Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

PASSOS-SANTOS, J. P.; SHIMAZAKI, E.M. Intervención pedagógica a través de juegos para el desarrollo de niños con discapacidad intelectual. **Interfaces da Educação**, v. 11, n. 33, p. 544-563, 2020. Disponible en: periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/4426. Acceso: 10 de febrero. Año 2021.

SILVA, S.C. R.; MAMCASZ-VIGINHESKI, L. V.; SHIMAZAKI, E.M. Debates sobre la inclusión en la formación inicial de los profesores de matemáticas. **Revista Tecné, Episteme y Didáxis**, n. extraordinário, p. 1680-1686, 2016. Disponible en: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4815> Acceso: 10 Feb. 2021

SILVA, S.C. R.; MAMCASZ-VIGINHESKI, L. V.; SHIMAZAKI, E.M. La inclusión en la formación inicial de profesores de matemáticas. **Acta Scientiarum Magazine**, v. 40, e32310, p. 1-12, 2018. Disponible en: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciLangCult/issue/archive>. Acceso: 10 de febrero. 2021

SHEN, H. Enseñar cálculo de ábaco mental a estudiantes con retraso mental. **The Journal of the International Association of Special Education**, v. 7, n. 1, p. 56-66, 2006. Disponible en: eric.ed.gov/?id=EJ807853, Acceso: 10 Jan. 2020.

SOUZA FILHO, F. F. **Soroban y su aritmética**. 2013. (Tesis de Maestría en Matemáticas en Red Nacional) - Universidad Federal de Piauí, Teresina, PI, 2013.

TALIZINA, N. La formación de los conceptos matemáticos. *En*: TALIZINA, N. **La formación de las habilidades del pensamiento matemático**. México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2001

TALIZINA, N. **La teoría de la actividad aplicada a la enseñanza**. Puebla: 2009.

THIOLLENT, M. **Metodología de la investigación-acción**. 7 ed. São Paulo: Cortez, 1996.

VIGINHESKI, L.V.M.; SILVA, S.C. R. da.; SHIMAZAKI, E.M. soroban en la formación inicial del profesor de matemáticas. **Revista Imagens da Educação**, v. 4, n. 1, p. 19-26, 2014. Disponible desde:
<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/21988> Acceso: 10 Jan. 2021

VIGOTSKII, L.S. Aprendizaje y desarrollo intelectual en edad escolar. *En*: VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A.N. **Lenguaje, desarrollo y aprendizaje**. 12 ed. São Paulo: Icono, 2012. págs. 103-117.

VIGOTSKI, L.S. **Fundamentos de defectología**. Escogidas Funciona 5. Madrid: Visor, 1997.

VIGOTSKI, L. S. **Historia del desarrollo del run psychic superiors**. Escogidas Funciona 3. Madrid: Visor. Año 2000.

VIGOTSKI, L.S. **Pensamiento y lenguaje**. Escogidas Works2. Madrid: Visor, 2001.

Cómo hacer referencia a este artículo

MAMCASZ-VIGINHESKI, L. V.; SHIMAZAKI, E. M.; SILVA, S. C. El Soroban de Oro como instrumento mediador para la apropiación conceptual en discapacidad intelectual. **Revista Iberoamericana de Estudios en Educación**, Araraquara, v. 16, n. esp. 4, p. 3170-3185, dic. 2021. e-ISSN: 1982-5587. DOI: <https://doi.org/10.21723/riaee.v16iesp.4.16073>

Enviado: 15/08/2021

Revisiones requeridas: 30/10/2021

Aprobado: 10/12/2021

Publicado el: 30/12/2021

Gestión de traducciones y versiones: Editora Ibero-Americana de Educação

Traductor: Fábio Vinicius Alves - Lattes

Revisora de la traducción: Mariana Bulegon