

Juguete didáctico conducente a desarrollar el pensamiento algebraico en educación preescolar

F. Cruz Cruz & M.G. Corona-Galindo

Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica

Tonantzintla, Puebla, México

senseicruzf30@gmail.com & mcorona@inaoep.mx



Fecha de Recepción: 29 de abril 2019

Fecha de Aceptación: 16 de diciembre 2019

EL CÁLCULO Y SU ENSEÑANZA

Volumen 14. Enero - Junio 2020.

Cinvestav-IPN © Ciudad de México. ISSN 2007-4107 P.p.1-15.

Resumen. Asociando el signo matemático = con el concepto de equilibrio, se diseñó una balanza, como rompecabezas, para inducir a los niños de preescolar al pensamiento algebraico inherente a la solución de ecuaciones de primer grado. La metodología está estructurada en diferentes actividades que se desarrollan en tres sesiones clase de 40 minutos cada una para trabajarse en tres días. Los resultados obtenidos evidencian que los niños logran abstraer el concepto de igualdad del concepto de equilibrio. Se obtuvieron resultados adicionales halagüeños, tales como socialización, trabajo en equipo y tolerancia.

Palabras clave: material didáctico, pensamiento algebraico, educación preescolar, balanza

Abstract: Associating the mathematical sign = with the equilibrium concept a weighing scales as a puzzle has been designed and constructed in order to induce preschool children to the algebraic thinking inherent to the solution of first degree equations. The methodology is structured in different activities, which take place in three class sessions of 40 minutes each one for working during three days. The results obtained show that the children are able to abstract the concept of equality from the equilibrium concept. Additional results such as socialization, team work and tolerance have been also obtained.

Keywords: didactic material, algebraic thinking, preschool education, balance

1. Introducción

El ejercicio cotidiano de la docencia muestra que tanto el aprendizaje de las matemáticas como su enseñanza son un problema complejo. Muchos docentes se cuestionan ¿Por qué los estudiantes no aprenden? ¿Por qué les huyen a las matemáticas? Al respecto, Muñoz (2014) menciona que los estudiantes que cursan la asignatura sufren y los que ya pasaron no quieren saber nada de ella; entonces, ¿Qué pasa? ¿En dónde está el problema?

Autores como Butto y Rojano (2010) afirman que el estudio del álgebra se introduce en edad ya avanzada y proponen que es oportuno iniciar con el pensamiento algebraico a edades tempranas, entre diez y once años, con el objeto de potenciar el desarrollo del pensamiento algebraico. En correspondencia con esta propuesta, Rodríguez (2010) abunda que se debe mostrar la matemática desde el nivel inicial de estudio como parte de la vida en los juegos y cultura confinante del niño a fin de evitar el rechazo de la matemática por enmarcarla en experiencias alejadas de su vida y que provoca la frustración y abandono escolar; es necesario, entonces, favorecer un proceso que por medio del juego el niño desarrolle los aspectos psíquicos, emocionales y cognitivos que coadyuven a formar estudiantes con valores objetivos y encuentren motivación por las matemáticas. Asimismo, deben diseñarse estrategias de juego de interacción entre los estudiantes para introducir conceptos y el formalismo de la lógica de argumentación o contestación directa, fundamentos del pensamiento matemático. Por su parte, Duval, y Sáenz (2016) proponen atender las dificultades que tienen los estudiantes en la comprensión matemática por medio de representaciones de los conceptos.

A niveles superiores al de preescolar, se puede imputar parcialmente la culpa del bajo rendimiento en matemáticas, al sistema educativo, al estudiante o al docente. En cuanto a los estudiantes, debe hacerse notar que tienen actualmente muchos distractores a la mano, e.g. el teléfono celular (móvil) y el uso excesivo de la computadora para actividades superfluas como la consulta indiscriminada de las redes sociales; lo cual puede conllevar, primero, a una falta de atención en la clase y después a que los contenidos expuestos no se entiendan y, consecuentemente, no se aprendan.

Empero, debe acotarse que lo descrito no es un juicio pernicioso sobre el uso de la tecnología en el coetáneo proceso de enseñanza y aprendizaje, sino una llamada de atención, por un lado, a la generación de estrategias didácticas que se puedan implementar para promover, utilizando la tecnología (móvil, computadoras, Smartphones y tablets) para comprender los conceptos inherentes al tema que se va a exponer en clase, ya sea por consulta directa a la información o por contraste; pues, hay una ingente cantidad de información en las redes; pero el estudiante no cuenta con los elementos cognitivos necesarios para discernir si es verdadera o falsa; consecuentemente, si la debe aprehender o desechar.

Por otro lado, con las reservas particulares que los casos ameriten, Madrid y Flores (2014) arguyen que los docentes no reflexionan ni investigan; por lo tanto, no pueden contribuir a cristalizar una profunda formación en el estudiante, pero ¿esto es garante de un aprendizaje profundo? Adicionalmente, como lo señala Corona, Romero, y Romano (2019) es urgente que el docente sustente cátedra en vez de clase; empero, en nuestro caso, sostenemos que

el susodicho, además, debe ser capaz de dirigir permanentemente las pingües investigaciones nacidas de las inquietudes del estudiante.

Adicionalmente, urge romper el paradigma de que las TIC sirven solo como distractores; pues se pueden utilizar también como adminículos en el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero esto amerita más tiempo para pensar sobre los contenidos a incluir en la clase y las actividades a realizar, a través de las TIC, para fortalecer el aprendizaje; esto implica diseñar un nuevo perfil del docente; pues, éste debe ponerse a la par en la búsqueda de la información a través de las TIC que realiza el estudiante e ir al encuentro de sus pensamientos y complementarlos; pues como lo señala Serres (2013), el estudiante actual es diestro en buscar información y generar pensamientos a gran velocidad, pero a costa de la abstracción. En este escenario, el docente, además, debe estar preparado para guiar al estudiante que, con *presunción de competencia*, (Serres, 2013, p. 80) defiende obstinadamente información falsa, argumentando que es correcta porque la leyó en internet, e.g. la que se encuentra en Influencer y Edutuber.

Sobre el sistema educativo, cundimos que las laxas maneras de evaluar: como aprobar, con flagrante desacuerdo con los procedimientos establecidos para evaluar el aprendizaje, conduce a una carencia de conocimientos fundamentales que serán la estructura de los aprendizajes posteriores. Por todo lo antes expuesto, es de interés para la investigación matemática buscar nuevos métodos que motiven y provoquen en el estudiante un cambio significativo en el diario aprendizaje, pero desde la edad temprana, en nuestro caso, segundo y tercer grado de preescolar –cuando adquieren los conceptos de largo, corto, lejos cerca, mucho poco-, esto es, entre cuatro y cinco años, aunque esta sugerencia no excluye probar las propuestas desde el primer año del preescolar, tres años.

Ausubel, Novak y Hanesian (2019), teóricos cognoscitivistas, postulan que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones, ideas, conceptos y esquemas que el aprendiz posee en su estructura cognitiva; así mismo, Díaz y Hernández (2002) cita que el aprendizaje no es una simple asimilación pasiva de información literal, pues el sujeto la transforma y estructura de tal manera que los materiales de estudio y la información exterior se interrelacionan e interactúan con los esquemas previos de conocimiento y las características personales del aprendiz. Para el desarrollo del pensamiento matemático, se requiere que el estudiante se disponga mental y emocionalmente, ya que se requiere de un alto nivel de abstracción y de un uso bien estructurado del lenguaje; pero esto, lo debe aprender el estudiante desde edad temprana. En adición, a las formas metodológicas de enseñanza que el docente utilice, Durón, León y Hernández (2011) señalan que es pertinente que el docente investigue permanentemente sobre nuevas estrategias metodológicas que sirvan de apoyo para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje y que faciliten al estudiante el desarrollo del pensamiento algebraico, utilizando material concreto en la enseñanza de los contenidos matemáticos.

En el marco del bagaje de conceptos expuestos, en el presente trabajo se pone a consideración la manera de inducir al niño, por medio del juego, al conocimiento del pensamiento algebraico en el nivel preescolar, utilizando un juguete como material didáctico. Expuesto así el propósito, no es solo diversión, sino que incide en los terrenos de la gamificación; pues tiene un contenido didáctico: la aprehensión del concepto de

equilibrio e igualdad, ataviado con actividades como las siguientes: libertad para divertirse con lo que tiene en sus manos, curiosidad que lo motiva a armar lo que quiera sin miedo a equivocarse, asertividad en la consecución de sus acciones hasta lograr lo que inicialmente se propusieron y colaboración con sus pares, además de haber sentido el reto —armado de la balanza— como un desafío.

Las risas permanentes entre ellos mostraban gran emoción. Empero, debe apuntarse que lo que no diseñamos fue una estrategia de beneficio, i.e. ofrecerle algo al niño a cambio de algo; pues notamos que, si el niño está emocionado con lo que está aprendiendo, los premios salen sobrando.

Acorde con lo que alude Rodríguez, (2010), consideramos pertinente iniciar al niño desde preescolar al pensamiento matemático, pero fijándonos más en el significado filosófico inherente a la formulación matemática y no en su traducción tradicional directa. Se ha escogido el signo igual y se ha asociado con el concepto físico-filosófico de equilibrio. Es de esperarse que, si esto se entiende desde edad temprana, cuando el niño vea, en su formación secundaria la ecuación $1+x=8$, entenderá que debe haber siempre equilibrio entre la parte izquierda y la derecha de esta ecuación, en consecuencia, la solución debe ser el valor de x para mantener el equilibrio.

Sin embargo, esto nos es inmediato ni plausible sólo con un juguete, ni mucho menos habiendo jugado con él pocas veces; por esta razón, estamos diseñando una serie de variaciones del juguete a fin de ir introduciendo conceptos matemáticos paulatinamente, al tiempo que se está patentando para poder fabricarlo en serie y ponerlo a disposición de los niños; pues, Villarroel y Sgreccia (2011) mencionan --citando a Alsina, Burgués y Fortuny (1988)--, que estos objetos, aparatos o medios son los que ayudan a descubrir, consolidar o entender conceptos en las diferentes fases del aprendizaje; sin embargo, se experimentó que a esta edad el niño quiere sentir el juguete como de su propiedad, este sentimiento, seguramente, está ligado a la emoción que el niño asoció con la novedad, características también de la gamificación.

El desarrollo del presente trabajo se formula en dos partes, la primera, consiste en la revisión de documentos científicos: investigaciones que dan solución a problemáticas similares, respecto al aprendizaje y a la enseñanza de las matemáticas, específicamente los que tratan sobre el desarrollo del pensamiento algebraico utilizando materiales didácticos. Para esto, se revisaron los artículos que versan sobre propuestas matemáticas y se fijó la atención en aquellos cuyos autores proponen metodologías constructivistas. Se examinaron, además, invenciones de dispositivos didácticos; en específico, balanzas educativas; incluso, se consideraron algunas patentes registradas en los Estados Unidos con la finalidad de diseñar nuestro juguete didáctico como objeto único. En la segunda parte, se diseñó para nivel de preescolar el juguete que se presenta en la Figura 1.

En la revisión de documentos científicos, nos encontramos con diversas propuestas respecto al aprendizaje y a la enseñanza de las matemáticas, las cuales se desarrollan en distintos ambientes y diferentes circunstancias; pero descubrimos que persiguen una metodología en que se lleve al estudiante a un *aprendizaje significativo* (aprehensión inteligible). Recogemos para el caso que nos ocupa, a Ausubel, Novak y Hanesian (2019)

postulando que el aprendizaje implica una reestructuración activa de las percepciones y conceptos y a Moreira (2005, 2017) afirmando que el aprendizaje significativo es necesario como referente para la organización de la enseñanza en una cultura educativa en la que se tomen en cuenta diferentes aspectos como aprender a formular preguntas en lugar de enseñar a responderlas.

Para lograrlo, es necesario utilizar los materiales que coadyuven a percibir y a representar al mundo, cuidar que el lenguaje esté involucrado en toda la realidad, reaprender que el significado está en las palabras y no en las personas –reafirmando esta diferencia desde la edad temprana, el niño aprenderá a debatir ideas sin recurrir a la argumentación *ad hominem* para destruir argumentos, muy socorrida, por cierto, en nuestro medio escolar actual-. Aún más, se le debe enseñar a aprender de los errores, desaprender cosas irrelevantes y aprender metodologías diversas para usar lo menos posible el pizarrón. En suma, son varios los conceptos que se tienen que interrelacionar para crear clases dinámicas encaminadas a la obtención de un aprendizaje significativo

Por su parte, Celis, et al. (2014), mencionan que las estrategias didácticas deben señalar claramente los procedimientos, técnicas y recursos que motiven una fácil comprensión de los aprendizajes. Así mismo, Medrano (2015) sostiene que, debido a los bajos desempeños obtenidos por los estudiantes al empezar con el aprendizaje algebraico en la secundaria, se deben implementar estrategias educativas que incorporen el álgebra desde los primeros años de la educación formal; de esta manera, incorporando elementos, conceptos y prácticas algebraicas desde la educación primaria, se promueve el pensamiento algebraico y se posibilita una comprensión sólida; sin embargo, desde nuestro punto de vista, es prudente hacerlo desde preescolar.

1.1 Contexto de la educación matemática en la región de aplicación de la propuesta

En nuestra experiencia como docentes, encontramos que a los estudiantes se les dificulta el aprendizaje de las matemáticas cuando se presenta una situación descontextualizada de aprendizaje. Cruz Cruz, Báez, y Corona (2018) mencionan que, en este caso los estudiantes no logran desarrollar procesos cognitivos que los lleven a razonar y afianzar el conocimiento a fin de que puedan utilizarlos más tarde para resolver problemas cotidianos. Esta manera de presentar las matemáticas, resolviendo, sin recato, los problemas expuestos en los libros y, en el peor de los casos, sólo los ejercicios resueltos en ellos, impera en zonas escolares alejadas de la fiscalización pertinente de las autoridades encargadas de hacerlo. Aunado esto al hecho de que algunos docentes se resisten a los cambios e innovaciones que requiere nuestra enseñanza y persisten en las mismas prácticas antiguas y tediosas, basadas en exposiciones en el pizarrón (manifestación expresa del tipo de enseñanza conductista en donde el docente explica y el estudiante solamente escucha), se tiene un bajo aprovechamiento de los chicos en la materia de matemáticas.

Finalmente, debe señalarse que el nuevo sistema educativo en nuestro país, en el que se pretende una participación activa del estudiante, se ha complicado debido a la falta de claridad de los programas de estudio. Soto, Mosquera y Gómez (2005) mencionan que hay que animar al docente a buscar alternativas y estrategias que contribuyan al desarrollo de

nuevas metodologías basadas en lo lúdico; que ayuden al niño a desarrollar su mente y sus potencialidades intelectuales, sensitivas, afectivas y físicas de un modo armonioso, por la semejanza de estructura entre el juego y la matemática. Por esta razón, soslayando los necios lineamientos oficiales, es importante buscar metodologías que ayuden al estudiante a una mejor comprensión de los conceptos, pero desde la edad temprana.

1.2 Planteamiento del problema de investigación y postulación de una solución

Una de las problemática que nos encontramos en los estudiantes de secundaria y del nivel medio superior es el proceso del cambio de la aritmética al álgebra; muchos escolares no logran relacionar los conceptos algebraicos con ideas posteriores y ligeramente más complejas dentro de la misma materia de álgebra; por ejemplo, modelar una ecuación algebraica de primer grado que represente un problema contextualizado al que tengan que darle solución; sin embargo, si se les presenta una relación o igualdad ya formulada y se les pide resolverla lo hacen mecánicamente sin problema alguno, pero ya en los exámenes aplicados dos semanas después, no recuerdan los conceptos fundamentales. Dado que el aprendizaje del álgebra en nuestro país, inicia en el nivel secundario, para resarcir este problema, nos vino a la mente introducir el concepto de equilibrio desde el nivel de preescolar, asociándolo con el signo matemático “=” con miras a entender el mismo concepto que se debe mantener en la solución de las ecuaciones algebraicas.

1.3 Objetivos de la propuesta

La finalidad de este trabajo es utilizar una balanza *sui generis*, como material didáctico, para desarrollar el pensamiento algebraico en niños de nivel preescolar, encaminado a la solución de ecuaciones de primer grado; se maneja en el juguete que se diseñó, el concepto de equilibrio con la pretensión de que el niño, jugando con este concepto físico-filosófico, abstraiga el concepto de igualdad y que, por medio del juego, adquiera habilidades psicomotrices, se relacione con sus pares, aprenda a tomar decisiones y se motive para estudios posteriores.

1.4 Justificación de la investigación

A nivel de preescolar, el programa de estudio 2011 de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2011) está estructurado con seis campos formativos: Lenguaje y comunicación, pensamiento matemático, exploración y conocimiento del mundo, desarrollo físico y social y, por último, expresión y apreciación artísticos. En el nuevo modelo educativo que entró en vigor en 2018, se retoman los primeros tres campos y los siguientes se ampliaron y se dividieron formando once campos ahora llamados ámbitos de aprendizaje. Se debe señalar, además, que tienen el propósito de desarrollar conocimientos, habilidades, actitudes y valores. Restringiéndonos al área matemática, en dicho documento se establecen algunos propósitos de la educación preescolar; de ellos podemos mencionar algunos: usar el razonamiento matemático en situaciones que demanden utilizar el conteo, comprender las relaciones entre datos de un problema y razonar para comparar y medir longitudes de objetos y la capacidad de recipientes: largo-corto, alto-bajo, poco-mucho lejos-cerca, mas-menos, lleno-vacío. Nuestro planteamiento toma en cuenta estos conocimientos previos de la aritmética y los relaciona con los elementos del álgebra.

1.5 Referencias conceptuales sobre el tema de investigación

Del análisis de las propuestas que se discutieron líneas arriba, se colige que tratan la problemática del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas con una tendencia común: están enmarcadas en una metodología en la que el estudiante sea activo: el protagonista en la adquisición del conocimiento, restringiendo la actividad del docente a la de un organizador, guía y creador de diferentes estrategias y materiales didácticos que coadyuven al estudiante a apropiarse de los conocimientos. Cuevas, Martínez, y Pluinage, (2012) introducen el concepto de pensamiento funcional (o cuarto estrato del pensamiento) como una etapa cognitiva del pensamiento matemático que hace posible que el estudiante pueda interactuar con el mundo real, mientras que Pimienta (2012) argumentan a favor de que las estrategias de enseñanza y aprendizaje ayudan a los docentes a desarrollar conocimientos, habilidades y actitudes que facilitan los procesos en la generación de conocimientos.

De la generalidad de los estudios analizados, se infiere que consideran de suma importancia abordar la problemática inherente al aprendizaje y a la enseñanza de los contenidos y se pone énfasis en las metodologías empoderadas en materiales concretos, pero ninguno de ellos considera idóneo iniciar con el desarrollo de pensamiento algebraico desde el nivel inicial (preescolar). De manera excepcional, Escobar (2006) menciona que: las acciones educativas en los primeros años de vida deben estar dirigidas a estimular el desarrollo cognitivo, emocional, de lenguaje, físico motor, social, moral y sexual de los niños, de tal manera, que no se pierda el espacio más relevante en la vida del ser humano y se potencialicen sus capacidades teniendo en cuenta su entorno, y estímulos que se le brinden.

Más concretamente, en cuanto al aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas en los primeros años de vida, los autores Butto y Rojano, (2010) proponen que es oportuno iniciar al estudiante en el pensamiento algebraico a edades tempranas, entre los siete y once años. Sin embargo, proponemos que debe ser inducido desde los tres años con juguetes como el que se pone a consideración, el cual tiene varias facetas de extensión, pero por el momento presentamos la primera.

En cuanto a la gamificación, según Gallego y de Pablos, es la confluencia de estrategias de marketing, psicología y juegos para crear una expectativa. Obviamente, para su aplicación en educación, desechamos la primera vertiente y nos restringimos a la parte psicológica, relacionando emociones, sentimientos y motivación, más su relación con el juego (Cf Zepeda et al, 2016); pues, de acuerdo con Gallego et al. (2014), se pretende que el niño aprenda jugando. El juguete que se diseñó está enfocado al aprendizaje del concepto de equilibrio e igualdad, como leitmotiv, y aliñado con curiosidad, libertad para divertirse jugando, frescura frente a la realidad próxima, sin miedo a enfrentarla o a errar en la elección del camino, sentimiento de experimentación (Cf. Martínez, 2017) y espíritu de cooperación.

1. 6 Metodología

Esta propuesta consiste en la manipulación de una balanza ensamblable de madera en forma de rompecabezas como juguete didáctico. Se aplicó en el segundo semestre del ciclo escolar agosto 2017 a junio 2018 en dos grupos de diferente nivel, uno de 32 niños que curso el tercer grado de preescolar y otro grupo de 30 niños del segundo grado, ambos pertenecientes a la escuela Jardín de niños Sayil que se encuentra en la comunidad de Azumbilla, ubicada en el municipio de Nicolás Bravo en el Estado de Puebla, México. El trabajo se planeó en tres sesiones clase de 40 minutos para desarrollar una por día.

En la primera sesión, los niños ensamblaron las piezas formando diferentes estructuras en equilibrio, pero también se construyó la balanza. En la segunda sesión, experimentaron con la posición de equilibrio, utilizando piedrecillas, arena, tierra y, en la tercera, con canicas y maíz. Debe hacerse notar que en la Figura 1, debajo de las piedrecillas que se observan, hay arena. La utilización de estos diferentes materiales, se hizo *ex profeso* y con la finalidad de establecer un bagaje experimental propicio para entender las fracciones de una unidad; trayectoria didáctica que está en preparación. Antes de terminar la segunda sesión, se solicitó a los niños que dibujaran en una hoja blanca la situación de equilibrio de la balanza (Cf. Figuras 1 y 2).

2. Desarrollo de la propuesta

Es importante reiterar que el juego didáctico consiste en un rompecabezas en forma de balanza. Las piezas que la componen se pueden acoplar entre sí para formar distintos cuerpos abstractos, pues no se persigue un solo patrón en el armado. Esto se hizo con la finalidad de que el niño manipule las piezas y juegue con ellas armando distintas formas hasta que logre armar por sí sólo la balanza. Dado que el niño no conoce de inicio la forma final del rompecabezas, armó diferentes formas geométricas. El diseño del juguete, así expuesto, induce al niño a observar, razonar, socializar y desarrollar habilidades psicomotrices finas, al tiempo que juega con sus pares y se motiva a tomar decisiones propias. A continuación, se describe paso a paso la estrategia.

2.1 Sesión 1

En esta sesión el objetivo era lograr el armado de la balanza. Para ello el docente organizó 15 parejas de niños y los invitó a que se acomodara una pareja por mesa de trabajo. Después de haber repartido un juego de piezas del rompecabezas a cada pareja, se invitó a iniciar con el juego, acompañando la invitación con las preguntas ¿han jugado con un rompecabezas? y ¿saben qué es una balanza? Este cuestionamiento está enmarcado en la propuesta de Moreira (2005, 2017): enseñar al niño a hacer preguntas. De acuerdo a las respuestas que se emitieron, se infirió que sería un buen desafío para ellos el armado del juguete. De inicio, algunos niños se dedicaron a observar las piezas. Posteriormente, experimentaron y, finalmente, devino el ensamblado esperado. Una vez armada la balanza, mencionaron que se parecía a un sube y baja, incidiendo este comentario en la asociación del conocimiento nuevo con uno que ya se tenía; tal como lo arguye Díaz y Hernández (2002). Enseguida, Se les invitó a observar la balanza, verificar si estaba en la posición de equilibrio y asociaron la posición horizontal de la regleta con el concepto de equilibrio.

2.2 Sesión 2

Desde el inicio de esta sesión, continuaron el proceso de experimentación del fenómeno físico-filosófico de equilibrio con los objetos que tenían a la mano. A continuación, se proporcionó a los niños un par de recipientes (cubetitas con asa) para que las suspendieran en los extremos de la balanza; los cuales fueron llenados con arena y piedras; o la combinación de ambos, tal como se puede observar en la Figura 1.



Figura 1

b) Para reforzar el conocimiento adquirido sobre concepto de equilibrio, se pidió a los niños que dibujaran la balanza cuando se encontraba en tal posición. Para ello, se les dieron hojas blancas y en la Figuras 1 y 2, se muestran las evidencias del proceso y un resultado.

2.3 Sesión 3

La experimentación continuó; pues todos los niños empezaron a armar su balanza y con maíz y canicas lograron el equilibrio. Como ya se mencionó arriba, se incitó a jugar con objetos grandes (canicas), de menor tamaño (piedrecillas y maíz) y pequeñitos (tierra y arena) a fin de preparar el terreno para la introducción del concepto de fracción. Finalmente, se infiere de los dibujados que los niños habían comprendido el significado de equilibrio, no solo como término; sino, también, como una abstracción cognitiva que ayuda a la comprensión de los conceptos de igualdad y desigualdad.

3. Resultados.

Para Ausubel (2019), el aprendizaje significativo es la adquisición de conocimientos nuevos, en donde la concatenación de tal nuevo conocimiento con los anteriores, juega un papel muy importante; sin embargo, en nuestro caso, el aprendizaje significativo es la aprehensión de la idea o concepto, como dato primero e indispensable del ejercicio del pensamiento. A este

proceso de aprehensión, se le denomina también aprehensión inteligible, para diferenciarla de la aprehensión sensible que consiste, básicamente en la aprehensión de una imagen. En el ejercicio docente ambos tipos de aprehensión no son excluyentes, sino complementarios. Desde luego, cuando la aprehensión inteligible es efectiva, el educando tiene los elementos para establecer relaciones, y en el mejor de los casos, juicios. En el contexto planteado, se mostrarán los resultados que se han obtenido con la aplicación de la estrategia de enseñanza y aprendizaje que se ha propuesto.

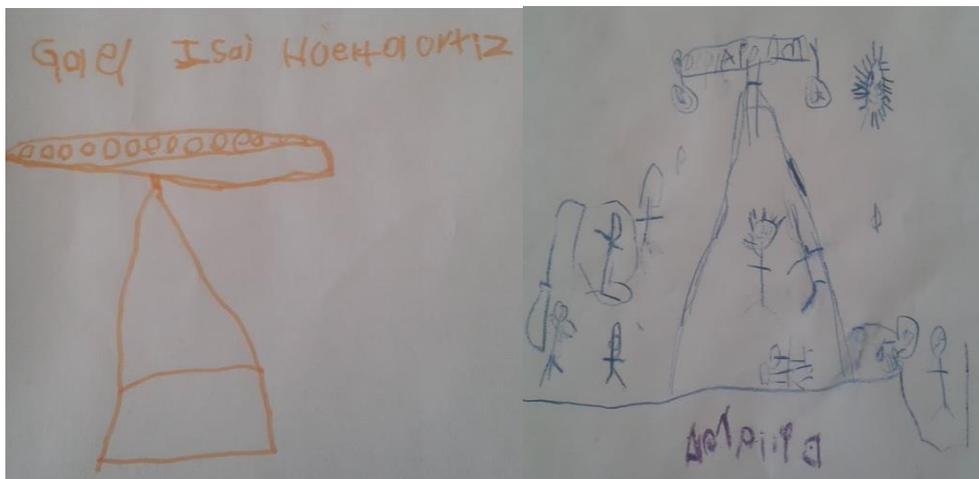


Figura 2

Primeramente, cuando, de inicio, se les preguntó a los niños si sabían lo que era una balanza y sólo uno contestó afirmativamente, trayendo a mención el parecido con un balancín, en este proceso mental recurrió a su conocimiento anterior y construyó su aprehensión sensible, al tiempo que contribuyó a que sus compañeros, construyeran la propia. Como ya se mencionó, el propósito del método era la disposición del concepto matemático de igualdad, a través de la comprensión del concepto de equilibrio, apantallado con dos atributos de la gamificación: la diversión y la experimentación. Por esta razón, se les entregó el juguete como un rompecabezas y se les dejó libres para que dispusieran lo que quisieran; así que, armaron pirámides normales, pirámides invertidas, un tobogán, un puente y figuras geométricas como producto de su imaginación, i.e., sin parangón cotidiano. Esta es una manifestación de enlace de conocimientos; pues, seguramente, algunos niños ya habían visto pirámides, puentes y toboganes; pero, también, al crear figuras irreales, ponen al descubierto su impulso de aventura en la generación de nuevo conocimiento. A esta edad, esto es laudable.

Después de haber armado la balanza, comenzaron a experimentar con la idea de conseguir ponerla en equilibrio con los objetos que tenían a su alcance. Lo primero que hicieron fue llenar todos los huecos de la balanza con piedrecillas; seguramente, su intuición los indujo a comenzar así su experimento. Sin embargo, descubrieron que no lo conseguían colocando objetos de diferente peso o acomodados en orificios antisimétricos de la regleta. Entonces, como primera opción, intercambiaron los objetos de lugar; posteriormente, dejaron huecos vacíos, pero, cuando se les dio el maíz y las canicas, solventaron la dificultad. Con estas actividades descubrieron que debían colocar las canicas a la misma distancia del centro y,

cuando no lograron el equilibrio completo y tuvieron que utilizar maíz, entonces, se dieron cuenta que las canicas no pesaban lo mismo y necesitaban fracciones de la unidad, la canica en este caso, por eso utilizaron maíz. Debe señalarse, además, que lograron el equilibrio respetando el brazo de palanca con objetos del mismo peso; pero también con objetos de diferente peso y con diferentes brazos de palanca.

La primera apreciación que se tuvo del grupo, fue la curiosidad, la cual los impulsó a manipular las piezas del rompecabezas. Cabe resaltar que se motivaron estupendamente a tal grado que no quisieron dejar la actividad hasta terminar el tiempo asignado a la clase. Asimismo, observamos que los niños mostraron confianza, autonomía, decisión y desarrollo psicomotriz fino; pero era necesario cerciorarnos de la efectividad de la aprehensión inteligible del concepto físico-filosófico de equilibrio y su asociación con el concepto de igualdad. Entonces, se les solicitó un dibujo de la balanza en equilibrio, el cual todos entregaron. Nadie entregó dibujo con balanza fuera equilibrio; luego entonces, se puede tomar el dibujo como evidencia de conformidad entre la percepción y afirmación del concepto de equilibrio.

La pregunta ¿Por qué no está en equilibrio la balanza? con las respuestas que se proveyeron, en su propio lenguaje, como: “porque esta cubetita pesa más que la otra”; o bien, “porque aquí tiene menos y acá tiene más”, refiriéndose a la cubetita con menos maíz, son prueba fehaciente de que el niño es capaz de establecer relaciones. Enseguida, con la pregunta ¿Qué tienes que hacer para que la balanza quede en equilibrio? con la correspondiente respuesta activa de poner la balanza en equilibrio quitando y poniendo maíz, más la pregunta ¿Cómo quedaron las cubetitas? con sus respuestas “iguales”; así como “lo que tiene aquí es igual a lo que tiene allá” son manifestación expresa de que el niño, después de la práctica fue capaz de establecer juicios. En consecuencia, el método funciona para proveer al niño de preprimaria, conocimiento significativo y coadyuva al desarrollo del pensamiento matemático.

4. Discusión

En este apartado describiremos los resultados, obtenidos a partir de un análisis cualitativo, centrado en la serie de valores que los niños mostraron durante el desarrollo de la dinámica; entre ellos, es importante resaltar las actitudes de observación y de reflexión, así como su comportamiento ante el nuevo conocimiento; todo ello, en el marco del objetivo planteado. El utilizar un juguete didáctico y desarrollar la propuesta como un juego, provocó que los niños mostraran un abanico de valores. De acuerdo al avance del juego, observamos lo siguiente: el trabajo por pares motivo la socialización, el respeto a la opinión del otro, pues el uno se quedaba callado escuchando cuando el otro hablaba; se generó trabajo colaborativo entre ellos; además, se despertó la curiosidad.

Durante el proceso de cada una de las actividades que componen la estrategia de enseñanza y aprendizaje planteada, se han obtenido resultados positivos; pues el niño se motiva a jugar, tratando de satisfacer su curiosidad, y experimentando con la balanza; la cual fue manipulada llenando los huecos y las cubetas con los diferentes materiales que encontró en el aula, en su mochila o en el patio de la escuela hasta que descubrió por sí mismo cuándo la balanza se encuentra en equilibrio. La seriación de cada actividad que realiza el niño genera un proceso cognitivo gradual en el desarrollo del pensamiento algebraico; pues el juguete, obedece uno de los cánones de la gamificación: apantallar el conocimiento que se desea transmitir con la

diversión. Al finalizar cada una de las sesiones, los niños estaban muy contentos, lo cual se podría interpretar como una manifestación de motivación para experimentar con el juguete. En efecto, jugaron mucho hasta lograr poner la balanza en equilibrio; pero esto no es suficiente para asegurar que hayan comprendido el concepto de equilibrio y su relación con el concepto matemático de igualdad, que era el objetivo que se perseguía. En consecuencia, queda pendiente el diseño de una estrategia de medición de la alegría, satisfacción y felicidad del niño en la adquisición del conocimiento.

Se debe resaltar que, para poder lograr el éxito de la estrategia es importante que el docente tenga presente los conocimientos previos que posee el niño, organice al grupo formando pares, así como los materiales necesarios. Además, es fundamental darles libertad para que los niños jueguen solos y no se debe intervenir en lo que están haciendo; de esta manera, aprende a tomar decisiones propias sin temor a equivocarse. Terminada la actividad, todos los niños entregaron a la maestra sus dibujos y por falta de espacio no se muestran todos, pero absolutamente todos los niños entregaron sus dibujos con buenos resultados: la balanza dibujada en equilibrio.

El haber entregado canicas y dejarlos lograr el equilibrio con maíz y arena, se hizo con la intención de encaminar al niño a concebir la diferencia entre un entero y una fracción; así como la diferencia entre una cantidad grande, una mediana, una pequeña y una más pequeña, estableciendo así el concepto de relación. Para terminar, es necesario señalar que no se tomaron algunas fotografías para mostrar como combinaron canicas, maíz, arena y tierra hasta lograr poner el equilibrio la balanza. La filmación de la aplicación completa de la estrategia hubiera sido maravillosa.

5. Conclusiones

En el contexto descrito en el párrafo 1.1, se implementó una propuesta de aprendizaje para niños de preescolar sobre el concepto de equilibrio con miras a asociarlo con el concepto de igualdad en matemáticas. Ursini y Trigueros (2006) mencionan que, incluso a nivel profesional, los estudiantes, aún a pesar de haber aprendido muchos algoritmos, tienen dificultades para entender los significados inherentes al álgebra, principalmente en donde tienen que manejar el significado de incógnita o variable independiente de una función. Pero, sobre todo para resolver ecuaciones, lo cual implica que no han adquirido, a lo largo de su formación previa, un pensamiento algebraico adecuado; ya que sus profesores tampoco lo han tenido. Nuestra experiencia, nos ha mostrado la dificultad que tienen los profesores para comprender que, en una ecuación, el miembro de la izquierda es igual al de la derecha y dicha igualdad se debe mantener, aunque se manipule la ecuación. Si la ecuación contiene fracciones, la perplejidad aumenta, pero, si están presentes tanto fracciones como funciones trigonométricas, la confusión es mucho mayor.

Los mismos autores señalan la necesidad de pasar revista a los conceptos del álgebra y reflexionar sobre ellos hasta conocerlos, ordenando sus intuiciones y dando contenido a sus conceptos y pensamientos. Conviene agregar que, tanto el proceso de revisión y análisis, como el de reflexión hasta llegar al conocimiento, deben ser permanentes hasta transmutar los conceptos del álgebra, a veces inconexos, en un aprendizaje significativo, pero, además, se debe comenzar desde temprana edad. Skovsmose y Valero (2012) hacen alusión sobre la necesidad de poner a disposición de la población las ideas matemáticas poderosas --aunque no

lo dicen explícitamente, se infiere que es a través de las TIC, principalmente—a fin de contribuir a la consolidación de una *sociedad informacional* y disminuir la brecha entre el primero y el cuarto mundos – los excluidos--. Sin embargo, es necesario acotar que, cuando no existen las condiciones para extender las ideas a través de las TIC, se debe comunicar el conocimiento por cualquier medio, guardando el compromiso de disminuir la brecha mencionada.

En un trabajo previo, Ursini (1994) señala la necesidad de crear ambientes propicios para el aprendizaje de conceptos matemáticos antes de comenzar los estudios formales del álgebra. En un trabajo posterior, Ursini y Ramírez (2017) reportan, además, factores que propician la inequidad de género en la enseñanza de las matemáticas. Forgasz et al. (2014), (citando a Fenemma) arguyen que la equidad consiste en tener igualdad de oportunidades, igualdad de tratamiento e igualdad de resultados. En el marco de estas acotaciones, debe señalarse que la distribución de los niños en las mesas, antes de iniciar el juego con la balanza, la hizo la maestra del grupo de manera indistinta y no dio pie a discriminación alguna; pues todos tuvieron la oportunidad de jugar, fueron tratados igual cuando lograron armar la balanza y todos pudieron armar la balanza, i.e. el resultado fue igual. En consecuencia, consideramos pertinente un estudio para ubicar la discriminación en el proceso formativo del estudiante, pero, por el momento, a nivel de preprimaria, en esta experiencia no estuvo presente.

De acuerdo a las evidencias que se tienen, sobre la aplicación de la estrategia, los resultados fueron exitosos; la propuesta se fundamentó en la construcción de una balanza cortada en madera como rompecabezas. El mismo dispositivo se puede utilizar para extender la estrategia con estudiantes de nivel primaria, secundaria, preparatoria y nivel medio superior; naturalmente con objetivos de enseñanza de otro nivel, así que, en el presente trabajo, sólo se da cuenta de su aplicación en preprimaria. A nivel de primaria, con otra regleta se pueden enseñar las operaciones básicas, quebrados y manejo de fracciones. Para años más avanzados, en la clase de física se puede utilizar para calcular densidades, relaciones masa-volumen y brazo de palanca, entre otros posibles y que están en estudio y se reportarán más adelante. La parte medular de la propuesta es el diseño y construcción en madera de un objeto lúdico que el niño pueda manipular sin riesgos y para que se divierta construyendo lo que quiera con miras a desarrollar el pensamiento algebraico. Otro resultado que obtuvimos fue la motivación manifiesta del niño para buscar respuestas a sus cuestionamientos personales sobre el conocimiento físico-matemático, claro está que a su nivel. Asimismo, la aplicación de esta estrategia didáctica coadyuva al desarrollo de valores en los niños como el trabajo en equipo, la tolerancia, socialización y los induce a observar, razonar y desarrollar habilidades psicomotrices finas, a jugar con sus pares y a tomar decisiones propias.

Agradecimientos. Uno de los autores (FCC) agradece, en primer lugar, a su esposa A. Natividad Flores P., a sus hijos Daniel, Libertad e Iván por haber sobrellevado todas las horas de ausencia en la realización del trabajo. En especial, vaya nuestro agradecimiento a las profesoras Cecilia Rivera A., Brenda Ivonne R. y al Profesor Jorge Itai B. quienes apoyaron poniendo a nuestra disposición los grupos para llevar a cabo la parte práctica del presente trabajo. Finalmente, vaya también nuestro agradecimiento al árbitro anónimo que revisó el trabajo; pues sus comentarios y aportaciones sirvieron para enriquecerlo.

Referencias Bibliograficas.

- Ausubel, D. P., Novak, J. D., y Hanesian, H. (2019). *Psicología Educativa un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.
- Butto, C., y Rojano, T. (2010). Pensamiento algebraico temprano: El papel del entorno Logo. *Educación Matemática*, 22(3), 55-86.
- Celis, M., Sánchez, J. M., Martínez, M., Soberanes, A., y Juárez, C. (2014). Estilos de aprendizaje de acuerdo a la teoría de cuadrantes cerebrales en estudiantes del centro universitario UAEM valle de Chalco. *El Cálculo y su Enseñanza, Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*, 5 (5), 143-145.
- Corona, M.G., Romero, F. y Romano, R. (2019). Contextualización de la concepción unamuniana de asignatura en la enseñanza de la física y las matemáticas en un país emergente. (enviado).
- Cuevas, C. A., Martínez, M., y Pluinage, F. (2012). Promoviendo el pensamiento funcional en la enseñanza del cálculo: Un experimento con el uso de Tecnologías digitales y sus resultados. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 17, 143.
- Cruz, F., Báez, J. J., y Corona, M.G. (2018). Estrategia de enseñanza y aprendizaje para el estudio de los elementos característicos de la parábola. *El cálculo y la Enseñanza Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*, 11, 62-82.
- Díaz, F., y Hernández, G. (2002). *Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos. Una interpretación constructivista*. México: Mc Graw Hill.
- Durón, A. C., León, G., y Hernández, M. (2011). Jugando con las ecuaciones: La magia del material concreto. *XIII Conferencia interamericana de educación matemática (CIAEM)* (pp. 1-3). Recife, Brasil.
- Duval, R., y Sáenz-Ludlow, A. (2016). *Comprensión y aprendizaje de las matemáticas perspectivas semióticas seleccionadas*. Doctorado interinstitucional de educación.
- Gallego, C., y de Pablos, C. (2013). La gamificación y el enriquecimiento de las prácticas de innovación en la empresa: un análisis de experiencias. *Intangible Capital*, 9(3), 800-822.
- Forgasz, H. J., Colleen, V., y Ursini, S. (2014) Technology for Mathematics Education: Equity, Access and Agency. *Mathematics Education and Tecnology-Rethinking the Terrain*, Hoyles, C. and Lagrange, J.-B. (eds.) 385-403.
- Gallego, F., Molina, R., y Llorens, F. (2014) Gamificar una propuesta docente diseñando experiencias positivas de aprendizaje. *XX Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*.
- Escobar, F. (2006). Importancia de la educación inicial a partir de la mediación de los procesos cognitivos para el desarrollo humano integral, *Laurus* 12(21), 170-185.

Juguete didáctico conducente a desarrollar el pensamiento algebraico en educación preescolar

- Madrid, H., y Flores, M. (2017). *El álgebra lineal en el entorno personal de las peticiones a internet* (recomendaciones a: música, películas, libros, compras etc.). *El cálculo y la Enseñanza Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*, 9, 64-76.
- Martínez, G. (2017). *Tecnologías y nuevas tendencias en educación: aprender jugando. El caso de Kahoot*, Opción 33 (83), 252-27.
- Medrano, A. (2015). Álgebra y solución de problemas aditivos en primaria. *Revista electrónica en Ciencias Sociales y Humanidades Apoyadas por Tecnologías*, 4(7), 14-14.
- Moreira, M., A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 6, 83-90.
- Moreira, M., A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la Enseñanza. *Archivos de Ciencias de la Educación*, 11(12), 83-97.
- Muñoz, C. (2014). *Los materiales en el aprendizaje de las matemáticas*. Publicado por la Universidad de la Rioja. publicaciones.unirioja.es
- Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje, docencia universitaria basada en competencias*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Rodríguez, M., E. (2010). La matemática: ciencia clave en el desarrollo integral de los estudiantes de educación inicial. *Revista. Zona Próxima*, 13.
- Secretaría de educación Pública (2017). Educación preescolar plan y programas de estudio 110-114. Recuperado 17 febrero 2019 de <https://www.planyprogramasdestudio.sep.gob.mx/.../preescolar/1LpM-Preescolar-DIGIT>
- Skovsmose, O., y Valero, P. (2012). *Acceso democrático a ideas matemáticas poderosas*. Educación Matemática crítica. Una visión sociopolítica del aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas. Valero, P y Skovsmose, O. (Compiladores). Universidad de los Andes, Centro de Investigación y Formación en Educación (CIFE) (pp.2561); Universidad de Aalborg, Departamento de educación y Filosofía.
- Serres, M. (2013). *Pulgarcita*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Soto, F., Mosquera, S., y Gómez, C. P. (2005). *La caja de polinomios*. Matemáticas: Enseñanza Universitaria, XIII (1), 83-97.
- Ursini, S. (1994), Los niños y las variables, *EDUCACION MATEMATICA*, 6(3), 91-107.
- Ursini, S., y Trigueros M. (2006), ¿Mejora la comprensión del concepto de variable cuando los estudiantes cursan matemáticas avanzadas? *Educación Matemática*, 18(3), 5-38.
- Ursini, S., y Ramírez, M. (2017), Equidad, género y matemáticas en la educación mexicana. *Revista Colombiana de Educación*, (73), 211-232.
- Villarroel, S., y Sgreccia, N. (2011). Materiales didácticos concretos en geometría en primer año de secundaria. *Números, Revista de didáctica de las matemáticas*, 78, 73-94.