Aproximaciones teóricas sobre el desarrollo del pensamiento numérico en educación primaria

Theoretical approaches on the development of numerical thinking in primary education

*Ana Yamile Montaña Cadena**
*Aldemar Pérez Aguirre***
*Nidia Yaneth Torres Merchán****

**Institución Educativa Técnica Ramón Ignacio Avella – Boyacá – Colombia*
anayamile2205@hotmail.com

***Institución Educativa Técnica Ramón Ignacio – Boyacá – Colombia*
aldemarperezaguirre@yahoo.es

****Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia – Boyacá – Colombia*
nidia.torres@uptc.edu.co

Fecha de recepción: 1 de octubre de 2015
Fecha de aprobación: 15 de abril de 2016

Artículo de Reflexión

Resumen

El artículo aborda la relación y representación de números racionales (fraccionarios y decimales), como contenido fundamental en la práctica didáctica de la educación primaria en el área de Matemáticas. Describe los aportes teóricos de la pedagogía, la sociología, la ontología, la semiótica y la didáctica; así como algunas reflexiones sobre el pensamiento numérico dentro del contexto de Escuela Nueva, obtenidas a partir del desarrollo de una investigación que se desarrolla con un grupo de estudiantes de los grados cuarto y quinto de Básica Primaria en la Institución Educativa Técnica Ramón Ignacio Avella, acerca de la representación decimal y fraccionaria de números racionales. Finalmente, se describe un ejemplo sobre la aplicación de una actividad desarrollada en una secuencia didáctica.

Palabras clave: pensamiento numérico, interaccionismo simbólico, racionalidad infantil, transposición didáctica.

Abstract

The article deals with the relationship and representation of rational numbers (fractional and decimal), as fundamental content in the didactic practice of primary education in the area of Mathematics. It describes the theoretical contributions of pedagogy, sociology, ontology, semiotics and didactics; as well as some reflections on the numerical thinking in the context of New School, obtained from the development of a research carried out with a group of students in fourth and fifth grades of Basic Primary at the Technical Educational Institution Ramón Ignacio Avella, about decimal and fractional representation of rational numbers. Finally, an example is described on the application of an activity developed in a didactic sequence.

Keywords: numerical thinking, symbolic interactionism, children's rationality, didactic transposition

Introducción

Reflexionar sobre el concepto de pensamiento numérico en la práctica educativa, es necesario para promover el desarrollo cognitivo de los estudiantes; por ello, en este escrito se presentan diferentes perspectivas, como fundamento pragmático en el aula. Por lo tanto, el artículo busca construir, desde diferentes miradas, una noción de pensamiento numérico, a partir de un recorrido dialógico que interrelaciona algunos elementos de la sociología y la didáctica que permiten comprender la racionalidad infantil. De la misma manera, se presentan algunas reflexiones derivadas de una investigación, relacionada con el desarrollo del pensamiento numérico en educación primaria, en el tema 'relación y representación de números racionales: decimales y fraccionarios'.

La investigación se basa en el diseño e implementación de una secuencia didáctica, como parte de un proyecto de aula, que detecta como problema un bajo desempeño en los niveles de competencia en el área de matemáticas, específicamente en los conceptos relacionados con los números racionales (fraccionarios y decimales), observados en los resultados obtenidos de un test (diagnóstico) aplicado en un grupo representativo de 41 estudiantes de cuarto y quinto de Básica Primaria, en un contexto educativo de la llamada Escuela Nueva. Modalidad que, según Torres (1992), busca la flexibilidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es horizontal en las relaciones de poder entre estudiante y docente, busca el diálogo de saberes y la reflexión en las actividades desarrolladas, así como la participación activa del educando en su proceso formativo.

El tema de esta investigación se justifica teniendo en cuenta que los números racionales y su representación constituyen un campo numérico en los procesos de interpretación y solución de situaciones que se enfrentan en la vida diaria. Cotidianamente, circula mucha información que debe ser cuantificada o utilizada en términos de fracciones y decimales. Por ejemplo, investigaciones realizadas por Obando (2003) deducen que una buena comprensión de los números racionales y decimales, es fundamental en la estructura cognitiva de los estudiantes. Al igual que Vizcarra y Gairín (2005), quienes recomiendan reforzar el concepto de fracción en los estudiantes.

Posada *et al.* (2005) señalan que el pensamiento numérico se concibe como la comprensión que tiene una persona sobre los números y las operaciones que realiza en un contexto determinado; junto con la habilidad y la inclinación a usar dicha comprensión en formas flexibles, para hacer juicios matemáticos y para desarrollar estrategias útiles en la relación que establece con su entorno.

En este sentido, los Estándares Básicos de Matemáticas publicados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en 2006, proponen que el estudio de los números debe hacerse desde el desarrollo del pensamiento numérico, haciendo énfasis en la comprensión, representación, uso, sentido y significado de los números, sus relaciones y operaciones dentro de cada sistema numérico.

La investigación se basa en el diseño e implementación de una secuencia didáctica, como parte de un proyecto de aula, que detecta como problema un bajo desempeño en los niveles de competencia en el área de matemáticas

De tal forma que, las actividades pedagógicas deberán permitir que los niños avancen en la construcción conceptual del número, su representación, y su utilidad práctica. Aprovechando los conceptos intuitivos que poseen (potencial de conocimiento informal), combinado con el conocimiento académico, se lograría la transposición didáctica que plantea Chevallard (1985); esto implica la inclusión de estrategias para entender el conocimiento disciplinar, lo que se denomina el saber enseñado, para que potencialice su significatividad (Ausubel, Novak y Hanesian, 2009).

El conocimiento informal está fundamentado en los símbolos, imaginarios y representaciones que residen en la racionalidad y que se adquieren desde antes de dar inicio al proceso escolar, relacionándose con todos los tipos de pensamiento matemático (espacial, métrico, aleatorio, variacional y el numérico) de forma natural. Estos procesos de pensamiento están muy relacionados con las competencias básicas que plantea el MEN (2006); es decir, "saber hacer en contexto", lo cual requiere ser hábil, eficaz y eficiente en la praxis del pensamiento numérico.

Newcombe (2002) propone que el pensamiento numérico debe ser considerado como una forma de pensamiento superior pues su adquisición deviene desde la primera infancia, y va evolucionando en la medida en que los estudiantes piensan numéricamente en contextos significativos.

Para abordar la temática del artículo, se va a desarrollar la siguiente estructura: en primer lugar, se trabaja el concepto de racionalidad infantil del pensamiento numérico; posteriormente, los elementos teóricos aportados desde el interaccionismo simbólico (Blumer, 1968); seguidamente, se profundiza en el concepto de semiótica de Saussure (1983), junto con el concepto de sintagma semiótico; y, finalmente, se presenta un ejemplo de la aplicación de una actividad planteada en una secuencia didáctica, propuesta en el marco de un proyecto de investigación actualmente en proceso de ejecución: Desarrollo del pensamiento numérico en Escuela Nueva: Educación Básica Primaria.

Naturaleza del pensamiento numérico

Utilizar el pensamiento numérico es una acción inherente al desarrollo del pensamiento humano, de tal forma que resulta fundamental reconocer su carácter ontológico (Godino, 2002). Las nociones numéricas, en general, son inseparables de los procesos cognoscitivos superiores (Dreyfus, 1991); así mismo, Piaget (1973) destaca que en el contexto comprensivo del pensamiento interactúan muchos procesos mentales de carácter simbólico, donde su formalización deviene de una larga secuencia de actividades de aprendizaje, estructuración simbólica que inicia desde los primeros años de vida.

Newcombe (2002) propone que el pensamiento numérico debe ser considerado como una forma de pensamiento superior pues su adquisición deviene desde la primera infancia, y va evolucionando en la medida en que los estudiantes piensan numéricamente en contextos significativos. Desde esta perspectiva, la educación primaria tendría que esforzarse por contextualizar didácticamente el pensamiento numérico desde situaciones reales vividas por el niño y de acuerdo con los estadios de desarrollo intelectual que este presenta (Piaget, 1971).

Así, el aprendizaje del número no es solo una cuestión que evoca el desarrollo cognitivo del educando, también implica tener en cuenta el contexto sociocultural en el que el niño despliega sus actividades intelectuales (contexto subjetivo), ya que cada uno desarrolla su pensamiento de forma singular y solo él puede determinar los logros que puede alcanzar en su formación (Dreyfus, 1991).

El pensamiento numérico, de acuerdo con Posada *et al.* (2005), es conceptualizado como la comprensión que tiene una persona sobre los números y las operaciones, junto con la habilidad y la inclinación a usar esta comprensión en formas flexibles para hacer juicios matemáticos y para desarrollar estrategias útiles al manejar números y operaciones.

De hecho, el MEN (1998) plantea que los números en la vida cotidiana pueden ser usados de muchas formas: como secuencia verbal, para cuantificar objetos, medir, expresar un orden, para etiquetar, para marcar una locación, etc. Razones que exaltan la importancia que tiene en la vida práctica el desarrollo del pensamiento numérico. Por otra parte, el niño aprende no solo por el hecho de conocer el concepto de número, sino también por vivir la experiencia numérica; el aprendizaje se enriquece entonces al unir el pensamiento con la acción, y no solamente a partir de la acción de repetir memorísticamente las palabras o conceptos de forma monótona y sin sentido (Chevallard, Bosch y Gascón, 1997).

Entonces, es preciso comprender la importancia de desarrollar el pensamiento numérico en la educación primaria, teniendo en cuenta las características culturales, contextuales, simbólicas y subjetivas del estudiante. Aquí, es donde cobra pertinencia el uso de nuevas herramientas o estrategias didácticas (por ejemplo, los simuladores virtuales), pues estos permiten al estudiante controlar sus propios ritmos y procesos de aprendizaje; e igualmente, interactuar mejor con el saber (interaccionismo simbólico); para lograr la construcción conjunta del conocimiento y su participación activa, teniendo en cuenta sus necesidades y características tanto individuales como contextuales.

El pensamiento numérico desde la racionalidad infantil

La racionalidad infantil, profundizada por Egan (1991), concreta un universo complejo, que no conoce las limitaciones que condiciona el pensamiento racional, el cual estructura el pensamiento formal. Se puede afirmar que dicha racionalidad infantil está mejor fundamentada en la tesis del interaccionismo simbólico que plantea el sociólogo Blumer (1968), que en la mirada positivista del conductismo clásico (Skinner y Ardila, 1977).

Castorina (2009) relaciona el pensamiento numérico con las aportaciones teóricas de las representaciones sociales, pues al concebir dicho concepto como un sistema simbólico de configuración social (relaciones intersubjetivas), permite vislumbrar nuevos horizontes en la apropiación del conocimiento matemático dentro de la práctica didáctica, ya que las representaciones

El pensamiento numérico, de acuerdo con Posada et al. *(2005), es conceptualizado como la comprensión que tiene una persona sobre los números y las operaciones, junto con la habilidad y la inclinación a usar esta comprensión en formas flexibles para hacer juicios matemáticos y para desarrollar estrategias útiles al manejar números y operaciones.*

sociales facilitan el tránsito de intercambios significativos, conceptos e información.

Por ejemplo, un docente que pretenda desarrollar el pensamiento numérico, puede hacer uso de objetos (reales o simbólicos) propios del contexto, por ejemplo, aspectos de sus costumbres, representaciones elaboradas desde su cultura, así como los artefactos interactivos (virtuales) con los que interactúa cotidianamente; aspectos cimentados en aquello que Berger y Luckman (1986) han definido como construcción social de la realidad legitimada e institucionalizada.

En este orden de ideas, se puede inferir que la racionalidad infantil también está fundamentada con dichas representaciones, puesto que sería producto de la extensión de un saber colectivo, de un acervo cultural o de un conocimiento específico (Castorina, 2009). Lo anterior lleva a reflexionar sobre por qué el educando tiene cierta dificultad en la aprehensión del conocimiento matemático; una de las posibles razones puede derivar de la inexistencia de una elaboración satisfactoria de un proceso de transposición didáctica, que tenga en cuenta la subjetividad de los estudiantes (Chevallard, 1985).

Egan (1991) afirma que la subjetividad infantil refleja el elemento que proporciona racionalidad, vida y energía al pensamiento lógico, lo cual implica que la racionalidad infantil puede ser abordada desde el desarrollo del pensamiento numérico bajo la concepción del interaccionismo simbólico, la Semiótica, las representaciones sociales, la acción comunicativa y la didáctica.

Según Egan (1991), tratar de asimilar los conceptos del discurso científico o racionalidad adulta para los niños, no es un proceso fácil de lograr. En la vida práctica, los niños motivan o argumentan sus acciones desde la fantasía, la imaginación o desde sus representaciones sociales, donde ellos construyen o recrean constantemente su propia realidad.

Al afirmar que el pensamiento numérico, puede ser desarrollado desde la propia racionalidad del niño (mundo imaginario), es una idea que no se opone a la concepción objetiva del racionalismo científico. Habermas (1989) la reitera claramente, al sostener que el carácter objetivo del conocimiento se construye desde la acción comunicativa. Sin embargo, esta requiere a su vez la transferencia de símbolos (unidades de información) que, en términos semióticos de Saussure (1983), constituirían un sintagma o encadenamiento de signos estructurados por significados y significantes, que entrelazarían un discurso coherente.

Desde este punto de vista, Egan (1991) afirma que la subjetividad infantil refleja el elemento que proporciona racionalidad, vida y energía al pensamiento lógico, lo cual implica que la racionalidad infantil puede ser abordada desde el desarrollo del pensamiento numérico bajo la concepción del interaccionismo simbólico, la Semiótica, las representaciones sociales, la acción comunicativa y la didáctica.

El interaccionismo simbólico en el pensamiento numérico

Los postulados de Godino (2002) hacen comprender que la matemática es esencialmente una actividad simbólica. Este hecho es posible si se explora a fondo la naturaleza y efectos subjetivos del símbolo, el signo, la imagen o el significado del pensamiento numérico en el campo de la didáctica, a la luz de la tesis del interaccionismo simbólico de Blumer (1968) y algunas aportaciones de Berger y Luckman (1986), desde su obra "La construcción social de la realidad".

Blumer (1968) plantea que la interacción simbólica se refiere a un proceso comunicativo en el cual los seres humanos interactúan con símbolos para construir significados. Mediante este proceso se adquiere información e ideas, pero también conocimientos que permiten identificar el sentido de un discurso y su apropiación interior. Los símbolos se comportan, entonces, como expresiones e indicadores de experiencias intersubjetivamente estructuradas, representadas y vinculantes. Esto induce a pensar que el conocimiento numérico necesita correlacionar una cantidad concreta de símbolos para elaborar un discurso, teorema o un algoritmo específico. Sin ellos caería en la ambigüedad de su estructura y su sentido.

En el pensamiento numérico, los signos matemáticos constituyen originariamente la unidad de sentido; por ejemplo, al observar una operación tan básica, como lo es una suma, realizada con números naturales, es claro que ellos se comportan como significantes portadores de significado perceptibles. Es así como el número pasa a constituir significados socialmente reconocidos.

El conocimiento se trasmite en forma de signos, lo cual es una condición necesaria para la aparición de estructuras de significado complejo y de sintagmas semióticos. Entonces, el pensamiento numérico sería un macrosistema de signos, utilizado en la práctica académica o en la resolución de problemas del entorno.

Al articularse en un sistema complejo, los significados numéricos subjetivados, producto de la experiencia de una transposición didáctica, como afirma Chevallard (1985), se transforman en configuraciones objetivas que afectan la realidad; es decir, lo abstracto cobra materialidad en lo concreto.

El pensamiento numérico necesita, tanto para su comprensión como para su transmisión, la ayuda de los procesos comunicativos que aportarían sentido desde una óptica racional, como lo plantea Habermas (1989) en su teoría de la acción comunicativa, y/o desde un enfoque ontológico semiótico, como lo sustentan las investigaciones realizadas por Godino (2002). Lo cual implica no solo usar el lenguaje verbal o escrito, sino valerse del lenguaje simbólico que conoce el estudiante; este hecho no invalidaría la objetividad de la enseñanza, al contrario, le daría mayor significatividad; investigaciones realizadas por Guerra (2005) en Guatemala, lo han demostrado. Esto indica que en la construcción de significados no se puede dar lugar a la ambigüedad. Cuando, por ejemplo, no existe un significado compartido entre docente y estudiante de un objeto de conocimiento, es necesario transportarlo simbólicamente a otro plano, a otro discurso que sea comprensible.

De esta forma, es imposible desarrollar un ejercicio u operación numérica si

Blumer (1968) plantea que la interacción simbólica se refiere a un proceso comunicativo en el cual los seres humanos interactúan con símbolos para construir significados.

no existiese coherencia lógica entre los múltiples signos o símbolos que la representan. Entonces, la matemática es en sí misma un lenguaje universal (Ramírez y Usón, 2003); estructurada por aquello que Saussure (1983) ha denominado sintagma semiótico. Concepto que explica las relaciones que establecen los significantes para darle significado a los discursos, en este caso matemáticos, como los acuerdos simbólicos comprensivos dados entre el docente y el estudiante.

La semiótica en la configuración del pensamiento numérico

Pardo (1998) define la semiótica como la ciencia que estudia las formas de representación que el hombre hace del mundo, dentro del proceso de interacción social y el proceso comunicativo. Aquello que Bajtín y Vigotsky (1993) llamarán *dialogismo*; proceso en el cual, sin interacción interpretativa, no es posible la comunicación ni el entendimiento. La ciencia semiótica cobra pertinencia en el pensamiento numérico debido, según Saussure (1983), a que todo conocimiento por más objetivo que parezca, debe obedecer a unas reglas de interpretación socialmente adquiridas, como lo han demostrado Habermas y Husserl (1995). Esto, necesariamente, ubica al lenguaje formal de la matemática en uno o varios intérpretes (educandos) que inexorablemente requieren hallar sentido (significado) a un objeto de conocimiento (significante), dentro de una relación social de aprendizaje (docente–estudiante).

Teniendo en cuenta que el signo es dinámico y permite el encadenamiento de sentidos, para asimilar nuevos conocimientos de forma efectiva, es preciso presentar al estudiante patrones significativos propios de su contexto cercano

Por tanto, la semiótica como un sistema general de signos, aporta el concepto de sintagma al desarrollo del pensamiento numérico, como encadenamiento de sentido o construcción estructural de significado. De esta forma, permite que, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, el estudiante requiera de una construcción o reestructuración de significados, partiendo desde diferentes unidades de signos o símbolos, que entrelazarían un discurso coherente en términos matemáticos, un proceso de socialización, aquello que Piaget (1997) denominó el juego simbólico.

Teniendo en cuenta que el signo es dinámico y permite el encadenamiento de sentidos, para asimilar nuevos conocimientos de forma efectiva, es preciso presentar al estudiante patrones significativos propios de su contexto cercano, tales como: personajes animados, simulaciones virtuales, juegos de su interés, entre otros, acordes con su propia lógica o lenguaje mejor conocido (imaginación, emoción, curiosidad), con efectos más significativos que los obtenidos en el discurso abstracto del lenguaje estructuralmente formalizado del adulto (Egan, 1991).

Lo anterior evoca la necesidad de diseñar nuevas acciones didácticas, atractivas en los procesos de enseñanza y más cercanos a la racionalidad de los estudiantes, dentro de su ambiente escolar; como diría Habermas (1989), una racionalidad comunicativa compartida en el mundo de la vida.

Descripción de algunas actividades para el desarrollo del pensamiento numérico

Para contextualizar lo ya mencionado, a continuación se presenta algunos ejemplos de actividades desarrolladas en el marco del Proyecto: desarrollo del pensamiento numérico en Escuela Nueva, con estudiantes de grado cuarto y quinto. Actividades que pertenecen al tema: relación y representación de fracciones y decimales, dentro del concepto de número racional; específicamente, toda fracción derivada de un entero se puede escribir en forma decimal y viceversa, para ello basta efectuar la división no entera del numerador entre el denominador.

Estas actividades se desarrollaron a partir del uso didáctico de un simulador virtual denominado "Minecraft"; se trata de un dispositivo que permite facilitar la transposición didáctica que Chevallard (1985) plantea al involucrar el uso de herramientas dentro de una realidad virtual, como por ejemplo el uso de bloques de colores, construcciones y muros, que permiten potencializar el proceso de interacción simbólica que plantea Blumer (1968) y que descubren los estudiantes cuando "juegan" con las relaciones numéricas planteadas (Piaget e Inhelder, 1997).

Dicho simulador también facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje, al involucrar algunos elementos que plantea Egan (1991) sobre la racionalidad infantil. Por ejemplo, al hacer uso de un personaje animado "Minecraft" en un mundo virtual, el estudiante logra vincular sus fantasías, energía o deseos (volar, construir, crear) de su racionalidad infantil a la lógica del pensamiento numérico. Tal hecho le permite, no solo divertirse fantaseando, sino aprender significativamente matemáticas, relacionando una serie de símbolos (objetos, seres animados, colores, formas) para formar conceptos coherentes con el tema (ver figura 1).

Figura 1. Simulación de rebaño de ovejas en el parque virtual.

En la actividad se aborda el tema haciendo uso de un computador, un televisor y un tablero acrílico; el docente proyecta el escenario virtual, dirige al personaje haciendo varios recorridos y acciones según se profundice; posteriormente, el docente da una orientación desarrollando un ejercicio, el cual consiste en abrir un libro virtual, los estudiantes y el docente leen la explicación, se utiliza al personaje animado para ir construyendo varios objetos (muros, huerta casera, rebaño de ovejas) que actúan como significantes y que permiten interactuar simbólicamente (sintagma semiótico) a las unidades de sentido del tema abordado, con las características de dichos significantes. Luego, los estudiantes en grupos de trabajo empiezan a desarrollar la guía de ejercicios propuesta por el simulador (representación gráfica y numérica de una fracción, relacionada con un entero y la equivalencia entre fracciones y decimales), para posteriormente socializarla.

La temática que fundamenta la actividad propuesta en el simulador, es la representación de números racionales desde el concepto de fracción y decimal, para lo cual se toma como referencia el triángulo de transposición didáctica de Chevallard (1985). Se hace uso del personaje virtual para facilitar dicho proceso, el cual utiliza bloques tridimensionales (significantes) para construir objetos que van relacionando las unidades de sentido (significado) del concepto de número racional y su relación entre fracciones y decimales. Se presenta, en forma secuencial, varios ejemplos de actividades que se van resolviendo, utilizando también animales (animados) y objetos tridimensionales, que funcionan como dispositivos de modelación y objetivación del conocimiento adquirido.

El docente inicia la actividad reforzando conocimientos básicos del concepto de fracción (numerador y denominador), clases de fracciones (propias, impropias), y la relación entre fracciones y decimales; para ello, hace uso de algunos bloques lógicos (torres y muros) de diferentes colores, construidos dentro del simulador virtual, relacionando las imágenes con los temas y recordando dichos conceptos en el tablero. Luego, los niños pueden observar y modelar otro ejemplo explicativo, utilizando bloques lógicos, carteles de madera y un rebaño de ovejas que existe en el parque virtual.

Es importante aclarar que, se correlacionó los símbolos utilizados (cubos, carteles, colores) con las nociones numéricas, para poder elaborar los algoritmos correctos (ya explicados) y formalizar sistemas de sentido coherente (sintagma semiótico), teniendo como referencia que los procesos numéricos son, en esencia, una actividad simbólica (Godino, 2002).

El maestro introduce la expectación imaginativa del estudiante de forma creativa (racionalidad infantil), para que comprenda cómo se puede abordar un problema desde el concepto de fracción hasta llevarlo al concepto de decimal, inicialmente desde su conocimiento informal, hasta ser comprendido en términos numéricos. Se utilizó los siguientes algoritmos: para convertir fracciones a decimales, se dividió el numerador entre el denominador (2/6 = 2 dividido en 6); y para hallar la fracción generatriz de un número racional expresado en forma decimal exacto, se colocó como numerador el número decimal sin el punto, y como denominador la unidad seguida de tantos ceros como cifras decimales haya, por ejemplo: *(f = 0.abc)* = (f = abc/1000). (Ver ejercicios propuestos en anexo 1).

Es importante aclarar que, se correlacionó los símbolos utilizados (cubos, carteles, colores) con las nociones numéricas, para poder elaborar los algoritmos correctos (ya explicados) y formalizar sistemas de sentido coherente (sintagma semiótico), teniendo como referencia que los procesos numéricos son, en esencia, una actividad simbólica (Godino, 2002).

Posteriormente, se utilizó el personaje virtual para orientar a los estudiantes hacia el desarrollo de tres actividades que permitieron darle mayor significancia al conocimiento adquirido; básicamente, se centró en tres problemas planteados en forma escrita, en carteles de madera o en libros virtuales que contiene un baúl dentro del escenario general del simulador. Estas actividades se desarrollaron con cada estudiante, así

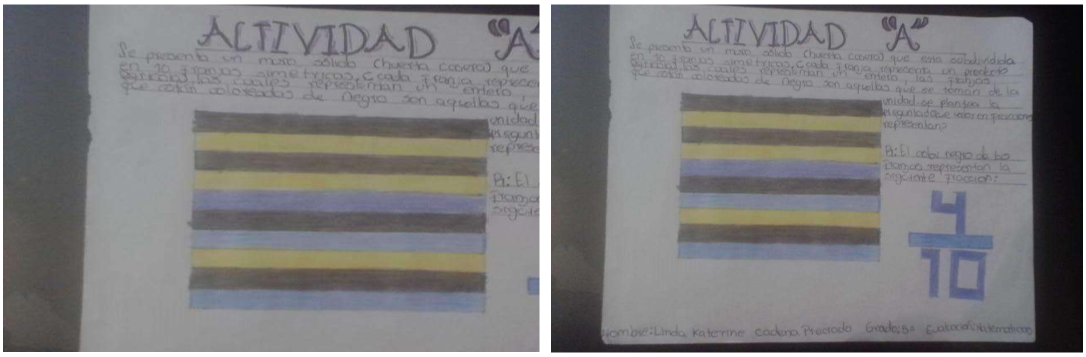


Figura 2. Representación de fracciones: ejercicio planteado y ejercicio resuelto.

como en pequeños grupos, haciendo uso directo del simulador virtual.

Algunas de las actividades desarrolladas en el tema de conversión de fracciones a decimales fueron:

a. Objetivo: identificar la representación numérica de una fracción expresada gráficamente.
   Se presenta un muro sólido (representa un entero) que está subdividido en 10 franjas simétricas (cada franja representa un producto agrícola o una fracción). Las franjas que están coloreadas de negro son aquellas que se toman de la unidad. Se plantea la pregunta: ¿Qué valor en fracciones representan?

b. Objetivo: identificar el valor racional en fracciones y decimales de una representación gráfica.
   Ahora, hay tres lotes (tres enteros) también subdivididos, cada uno de ellos en diez partes (fracciones). Teniendo en cuenta la combinación de los dos colores (unidades simbólicas) que tienen dichas franjas (amarillo y azul), ¿cuánto representan en fracciones y en decimales las franjas de color amarillo? ¿Y las de color azul?

c. Objetivo: identificar números racionales, en fracciones.
   Se pide a los estudiantes que observen la columna que está elevada desde el suelo, está hecha de dos clases

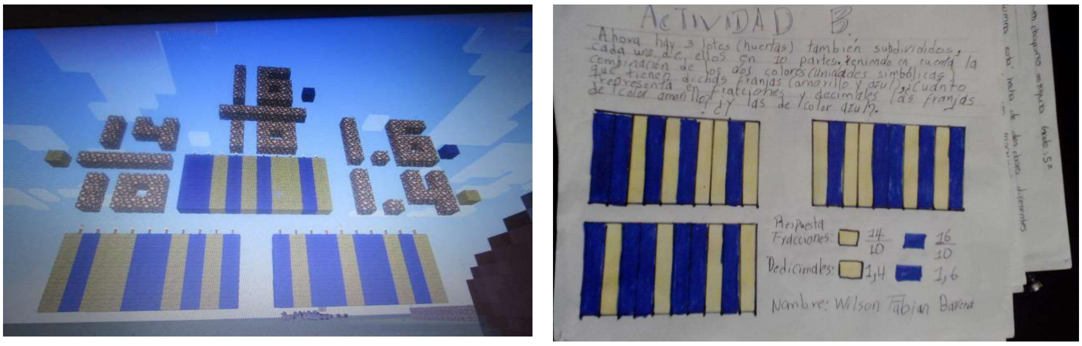


Figura 3. Cantidades representadas en fracciones y decimales, ejercicio planteado y resuelto.

Figura 4. Ejercicios desarrollados sobre torre de fracciones y decimales.

diferentes de bloques (símbolos) que representan una unidad, en cada bloque hay una inscripción que dice el valor que tiene en decimales (de 0,1 hasta 1). Teniendo en cuenta lo anterior, se le pide a cada estudiante que responda las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántos bloques de color azul en fracciones y en decimales hay en la torre? Respuesta correcta: 1/2 (5/10) y 0.5.
2. Si se quitaran tres bloques de piedra brillante que existen en la torre, ¿cómo se expresaría en decimales y en fracción la cantidad de bloques restantes? Respuesta correcta: 7/10 y 0.7.
3. Todos los bloques unidos o sumados, ¿qué representan? Respuesta: un entero (1).

Teniendo clara la relación entre fracción y decimal, ahora los estudiantes deben socializar el proceso de conversión de decimales hacia fracciones y viceversa. Para ello, es necesario volver al baúl que guarda la explicación del tema y los algoritmos ya especificados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre el desarrollo de las actividades, como forma de establecer niveles de comprensión dentro de la representación decimal y fraccionaria de los números racionales. Respecto a la primera actividad "a", donde se aborda el valor numérico en fracciones como partes de una cantidad, se observa que 30 de los 41 estudiantes lograron responder acertadamente, evidenciando altos niveles de comprensión en cuanto a la representación gráfica de una fracción.

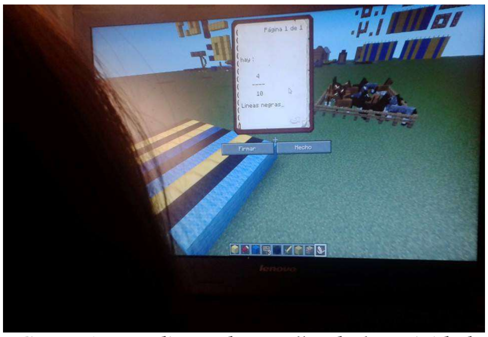


Figura 5. Estudiante desarrollando la actividad "a" en el simulador.

En cuanto a los resultados obtenidos en el cuestionamiento "b", se observó que 33 de los 41 estudiantes lograron solucionarlo sin errores; sin embargo, se identificó dos factores que se repitieron en una gran cantidad de estudiantes (28 de 41), se trata de cierta confusión en

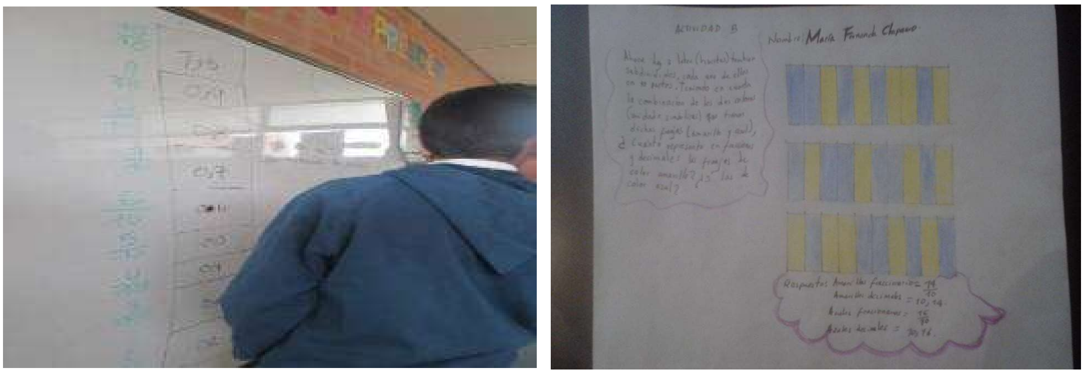


Figura 6. Desarrollo de la actividad "b".

diferenciar un entero (cada huerta) de tres enteros (las tres huertas); se aprecia también que 17 de los 41 estudiantes no lograron asimilar inmediatamente la relación equivalente que existe entre la representación fraccionaria de un número racional y su respectiva representación decimal (ver figura 6), observándose cierta confusión al momento de convertir un número fraccionario a su correspondiente número decimal. Sin embargo, en análisis posteriores y después de haber rectificado el problema, se evidenció que 30 de los 41 estudiantes ya habían asimilado dichas deficiencias.

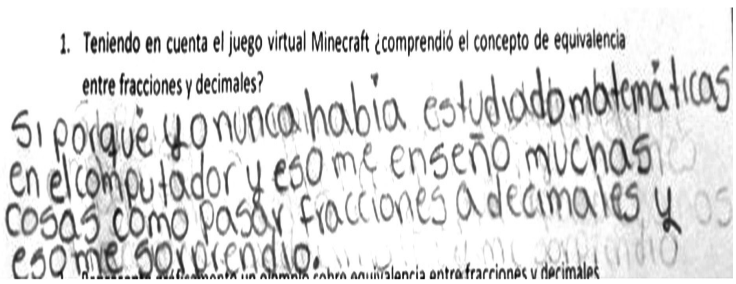
Respecto al segundo problema que solicitaba la representación racional de la cantidad de colores (amarillo y azul), correspondiente a la representación de números fraccionarios y decimales, 38 de los 41 estudiantes lograron acertar correctamente en el ejercicio. Lo cual muestra la efectividad del dispositivo "bloques lógicos" empleados en la explicación inicial.

Otro aspecto importante que se puede señalar es el asombro que expresaron los niños, al comprender que existe una equivalencia simétrica entre una cantidad expresada en fracciones y en decimales, por ejemplo:

"Juan", quien al responder el interrogante: ¿Comprendió el concepto de equivalencia entre fracciones y decimales? Argumentó lo siguiente:

"Si porqué yo nunca había estudiado matemáticas en el computador y eso me enseñó muchas cosas, como pasar fracciones a decimales y eso me sorprendio" (sic).

Respecto a los resultados obtenidos en el ejercicio "c", 32 de los 41 niños lograron resolver las preguntas; cinco de ellos acertaron en dos respuestas, mientras que tres solo acertaron en una. Ante el propósito de describir la comprensión de



1. Teniendo en cuenta el juego virtual Minecraft ¿comprendió el concepto de equivalencia entre fracciones y decimales?

Si porqué yo nunca habia estudiado matemáticas en el computador y eso me enseño muchas cosas como pasar fracciones a decimales y eso me sorprendio.

Figura 7. Opinión de Juan sobre la actividad b.

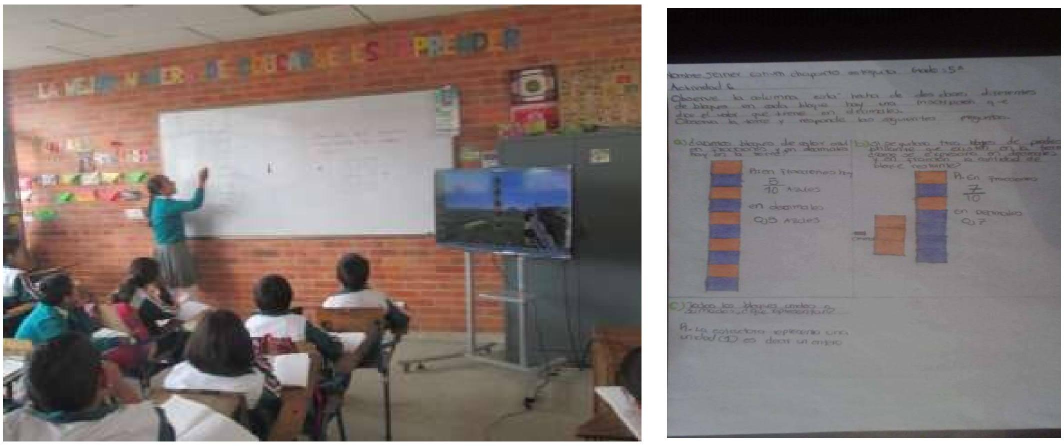


Figura 8. Partes de la unidad: actividad “c”.

la representación decimal y fraccionaria de los números racionales, se analizó las respuestas según cada tipo de pregunta, observándose que el interrogante que hace alusión a la cantidad de bloques azules expresada en decimales y fracciones es la que mayor aciertos obtiene, seguida por el cuestionamiento que hace reflexionar sobre la integración de los bloques para formar la unidad; y, finalmente, la pregunta que hace referencia a la sustracción de tres bloques de piedra. Se infiere que a los estudiantes se les facilita identificar una representación fraccionaria y decimal preestablecida, así como integrar sus partes para formar la unidad, que ejecutar operaciones de cálculo relacionadas con la sustracción de decimales o fracciones.

Como resultados generales, relativos a la determinación de niveles de comprensión dentro de la representación decimal y fraccionaria de los números racionales, del pensamiento numérico, se encontró que 38 de los 41 estudiantes desarrollaron acertadamente los tres problemas planteados. Sin embargo, se vio la necesidad de diseñar y desarrollar estrategias didácticas que permitan mejorar la comprensión de estos conceptos, así como de optimizar las formas o registros de representación.

Por otra parte, según la lectura hecha en los enunciados de cada actividad, se ha observado que algunos estudiantes presentan dificultad en las competencias interpretativas; pero esta dificultad es superada cuando el estudiante hace uso de gráficas u objetos en tercera dimensión, porque establecen una relación más directa con el lenguaje simbólico.

Así mismo, se hizo necesario reforzar la identificación de la posición de los números en el sistema de numeración decimal, pues algunos estudiantes mostraron dificultad en ello, como lo demuestra la respuesta dada por la estudiante E38 (ver figura 7). Aspecto que fue resuelto al emplear la torre de bloques con el simulador. De igual forma, se observó un mayor interés hacia el aprendizaje por parte de los educandos, pues se evidencia un contexto más próximo a su realidad: vivencias rurales con animales de granja, entre otros.

Los procesos del pensamiento numérico en que los estudiantes demostraron mayor dominio fueron los siguientes: la modelación matemática, al comprender la forma de representación de una fracción y su equivalencia correspondiente en decimales; la facilidad con la que muchos estudiantes realizaron los procedimientos o instrucciones correctas (algoritmos) para solucionar las actividades. Tambien, se observó mayor apropiación en la utilización de los números racionales (fraccionarios y decimales) en contextos que lo ameritan, según la pertinencia de los problemas planteados, por ejemplo, elegir en qué situación se utiliza la representación numérica de fracción y en cuál la de decimal, o en cuál ambas.

En cuanto a los errores o dificultades presentados en la medición del pensamiento numérico, se evidenció cierta dificultad para interpretar lingüísticamente los enunciados de las actividades; así como el confundir el valor posicional de los números, tanto en la representación de fracciones como en las de decimales. También una escasa apropiación que algunos estudiantes demostraron cuando se planteó la equivalencia entre un entero, junto con su parte decimal ante una fracción.

Conclusiones

Desde las reflexiones presentadas anteriormente, se infiere que el pensamiento numérico es una forma de pensar simbólicamente la realidad (interaccionismo simbólico), de interpretarla y modificarla en términos semióticos y ontológicos, de acuerdo con las características propias de la racionalidad infantil. Específicamente, el niño necesita valerse de varios símbolos (sintagmas semióticos) para comprender y hallar sentido a las formas de representación fraccionaria y decimal del número racional, que se exige estructurar formalmente en la escuela, donde pensar numéricamente se equipara con pensar simbólicamente, y el pensamiento numérico sería inherente a las formas en que se asimila y racionaliza la realidad.

En el proceso de configuración del pensamiento numérico, es preciso tener en cuenta la influencia que ejercen las representaciones de la realidad que ha subjetivado el estudiante históricamente; concretamente, para asimilar la representación de un número racional, es necesario acudir a estructuras de sentido (sintagmas semióticos) preexistentes en su subjetividad, por ejemplo, la actividad desarrollada con el "simulador virtual" permitió demostrar que cuando se hace uso de objetos (significantes) reales o simbólicos, como bloques lógicos por ejemplo, para darle sentido y coherencia significativa al concepto de número racional (anclaje epistemológico), se hace más fácil su asimilación si se establece una nueva relación (interaccionismo simbólico) con los discursos ya conocidos, dentro de la estructura cognoscitiva del estudiante.

Desde una óptica investigativa, es pertinente que el docente de hoy actualice sus prácticas y construya nuevos elementos epistemológicos y metodológicos que permitan abordar el desarrollo del pensamiento numérico desde la propia racionalidad infantil, desde su contexto cultural de

Los procesos del pensamiento numérico en que los estudiantes demostraron mayor dominio fueron los siguientes: la modelación matemática, al comprender la forma de representación de una fracción y su equivalencia correspondiente en decimales; la facilidad con la que muchos estudiantes realizaron los procedimientos o instrucciones correctas (algoritmos) para solucionar las actividades.

referencia y sus constructos subjetivos, de tal forma que permita orientar su quehacer didáctico de forma coherente (transposición didáctica) con la realidad subjetiva y objetiva que experimenta el educando en su cotidianidad.

Por otra parte, los resultados de la actividad abordada con el simulador virtual sobre la representación de números racionales (fraccionarios y decimales) arrojan la siguiente conclusión: teniendo en cuenta la postura del Ministerio de Educación Nacional (2006), respecto al desarrollo del pensamiento numérico, en el uso, representación, sentido y significado de los números, se observó a modo general que durante la realización de las tres actividades, los estudiantes demostraron mayor eficiencia en el uso y representación de los racionales (ver figura 3 y 5), mientras que cierta deficiencia en el sentido y significado de dichos números en diferentes contextos o problemas planteados, por ejemplo, cuando se les pidió sustraer tres bloques de piedra brillante de la torre decimal.

Otro aspecto importante tiene que ver con algunas dificultades observadas en la comprensión de los enunciados; muchos niños demostraron dominio en la asimilación de los algoritmos requeridos (sintagmas semióticos) para relacionar fracciones en decimales o viceversa; sin embargo, a la hora de saber utilizar ese conocimiento objetivamente para solucionar un problema, encuentra serias dificultades. Mostrando que se puede asimilar fácilmente un algoritmo haciendo útil una sistematización lógica de símbolos, pero encuentra dificultad cuando se trata de evocarlo en alguna situación que lo amerite o lo requiera.

Desde otro punto de vista, es importante resaltar que la experiencia de usar artefactos tecnológicos que presenten una realidad virtual, llena de vida y color (símbolos, representaciones), resulta una experiencia estimulante y significativa para los estudiantes, ya que potencializa, en gran medida, varios procesos del pensamiento numérico, por ejemplo, la modelación, la representación, uso y significado contextual del número, para lograr la apropiación de conocimientos matemáticos importantes con la ayuda de nuevos significantes (seres animados, bloques lógicos…) dentro del sistema de sentido (significados numéricos) que aprende el educando. Sin embargo, cabe resaltar que hace falta profundizar más en dicho campo, al considerar la necesidad de complejizar dicho estudio.

Desde otro punto de vista, es importante resaltar que la experiencia de usar artefactos tecnológicos que presenten una realidad virtual, llena de vida y color (símbolos, representaciones), resulta una experiencia estimulante y significativa para los estudiantes, ya que potencializa, en gran medida, varios procesos del pensamiento numérico

Referencias

Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (2009). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Editorial Trillas.

Bajtín, M., & Vigotsky, L. (1993). *La organización semiótica de la consciencia.* Barcelona, España: Editorial Anthropos.

Berger, P., & Luckman, T. (1986). *La construcción social de la realidad.* Madrid, España: Editorial Amorrortu-Murguía.

Blumer, H. (1968). *Symbolic Interaccionism. Perspective and Method*. Englewood Cliffs, E.E.U.U: Prentice Hall.

Castorina, J. A. (2009). *Representaciones Sociales: problemas teóricos y conocimientos infantiles*. Madrid, España: Editorial Gedisa.

Chevallard, Y. (1985), *La transposition didactique - Du savoir savant au savoir enseigné.* Grenoble, Francia: La Pensée sauvage.

Chevallard, Y., Bosch, M., & Gascón, J. (1997). *Estudiar matemáticas. El eslabón perdido*. Barcelona, España: ICE/Horsori.

Dreyfus, L. (1991). *Being-in-the-world: A commentary on Heidegger's Being and Time, Division I*. London, England: Mit Press.

Egan, K. (1991). *La comprensión de la realidad en la educación infantil y primaria*. Madrid, España: Ediciones Morata.

Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en didactique des Mathématiques*, *22*(2/3), 237-284.

Guerra, M. (2005). *El juego y los juguetes como unas herramientas educativas en el eje de desarrollo de las relaciones lógico matemáticas. Estudio realizado con maestros en el primer año de Educación Básica del Jardín de Infantes República de Guatemala*. (Tesis de pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Habermas, J. (1989). *Teoría de la acción comunicativa: complementos y estudios previos*. Madrid, España: Editorial cátedra.

Habermas, J., & Husserl, E. (1995). *Conocimiento e interés/La filosofía en la crisis de la humanidad europea*. Valencia, España: Universitat de València.

Inhelder, B. B. I., & Piaget, J. (1985). *De la lógica del niño a la lógica del adolescente: ensayo sobre la construcción de las estructuras operatorias formales.* México: Editorial Paidós.

Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf.

Ministerio de Educación Nacional (MEN) (1998). *Lineamientos curriculares para el área de matemáticas*. Santafé de Bogotá. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-339975_matematicas.pdf

Newcombe, N. S. (2002). The nativist-empiricist controversy in the context of recent research on spatial and quantitative development. *Psychological Science*, *13*(5), 395-401.

Obando, G. (2003). La enseñanza de los números racionales a partir de la relación parte-todo. *Revista EMA*, *8*(2), 157-182.

Pardo, N. G. (1998). *Introducción a la semiótica. Signo y cultura*. Santafé de Bogotá, Colombia: Ediciones UNAD.

Piaget, J., & Inhelder, B. (1997). *Psicología del niño*. Madrid, España: Ediciones Morata.

Piaget, J. (1971). *Psicología de la inteligencia*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Psique.

Piaget, J. (1973). *La formación del símbolo en el niño*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.

Posada, C., Ávalos, A., Quintero, M., & Rojas, A. (2005). *Interpretación e implementación de los Estándares Básicos de Matemáticas* (1a ed.). Medellín: Secretaria de Educación para la Cultura de Antioquia. Recuperado de https://es.scribd.com/doc/127284297/Interpretacion-e-Implementacion-de-los-Estandares-Basicos-en.pdf.

Ramírez Martínez A., & Usón Villalba, C. (2003). Desde la historia: Hacer de las Matemáticas un lenguaje verdaderamente universal. *Suma*, *42*, 115-119.

Saussure, F. (1983). *Course in general linguistics*. London, England: Ed. Ch. Bally.

Skinner, B. F., & Ardila, R. (1977). *Sobre el conductismo*. Recuperado de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=K7WKkwPzNqsC&oi=fnd&pg=PA3&dq=About+behaviorism+(1974)&ots=3f6Il9BqDf&sig=YeNuQhb8OuGKraOZlpfBTsATeGQ#v=onepage&q=About%20behaviorism%20(1974)&f=false.

Torres, R. M. (1992). Alternativas dentro de la educación formal: el programa Escuela Nueva de Colombia. *Perspectivas: Revista trimestral de educación comparada*, (4), 549-558.

Vizcarra, R. E., & Gairín Sallán, J. M. (2005). Modelos de medida para la enseñanza del número racional en Educación Primaria. *Unión: revista iberoamericana de educación matemática*, (1), 17-35.

ANEXO 1

A continuación, se enuncian las tres actividades realizadas.

Actividad “A”

Objetivo: identificar la representación numérica de una fracción expresada gráficamente.

Se presenta un muro sólido (representa un entero) que está subdividido en 10 franjas simétricas (cada franja representa un producto agrícola o una fracción). Las franjas que están coloreadas de negro son aquellas que se toman de la unidad. Se plantea la pregunta: ¿Qué valor en fracciones representan?

Actividad “B”

Objetivo: identificar el valor racional en fracciones y decimales de una representación gráfica.

Ahora, hay tres lotes (tres enteros) también subdivididos, cada uno de ellos en diez partes (fracciones). Teniendo en cuenta la combinación de los dos colores (unidades simbólicas) que tienen dichas franjas (amarillo y azul), ¿cuánto representan en fracciones y en decimales las franjas de color amarillo? ¿Y las de color azul?

Actividad “C”

Objetivo: identificar números racionales, en fracciones.

Observe la columna que está elevada desde el suelo, está hecha de dos clases diferentes de bloques (símbolos) que representan una unidad, en cada bloque hay una inscripción que dice el valor que tiene en decimales (de 0,1 hasta 1). Teniendo en cuenta lo anterior, responda las siguientes preguntas:

1. ¿Cuántos bloques de color azul en fracciones y en decimales hay en la torre? Respuesta correcta: 1/2 (5/10) y 0.5.
2. Si se quitaran tres bloques de piedra brillante que existen en la torre, ¿cómo se expresaría en decimales y en fracción la cantidad de bloques restantes? Respuesta correcta: 7/10 y 0.7.
3. Todos los bloques unidos o sumados, ¿qué representan? Respuesta: un entero (1).