UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Proyecto de aula para la enseñanza de las ciencias naturales en grado sexto por medio de la concepción del tiempo geológico. Un estudio de caso

José Alejandro Rojas Rodríguez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Medellín, Colombia

Proyecto de aula para la enseñanza de las ciencias naturales en grado sexto por medio de la concepción del tiempo geológico. Un estudio de caso

José Alejandro Rojas Rodríguez

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director (a):

Miguel Monsalve Gómez

Matemático Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2018

Dedicatoria o Lema

A mi novia Natalia, quien con su amor y acompañamiento hizo posible la culminación de este trabajo.

A mis maestros Miguel Monsalve y Carlos Vieira, que con sus enseñanzas me han permitido ver la vida con otros ojos.

A mi familia: mi madre, mi padre y mis hermanos que supieron apoyarme y esperar con paciencia.

Cualquier niño bobo puede aplastar a un escarabajo. Pero ningún catedrático del mundo, ni siquiera todos juntos, son capaces de crear uno nuevo.

Arthur Schopenhauer

Agradecimientos

Doy infinitas gracias a las personas que me acompañaron en este sueño, porque todo cuento que se hace realidad primero se desea en sueños. Fueron muchas las noches en las que medió lo onírico con lo real para desenredar las ideas que se agolpaban en mi cabeza. Estoy seguro de que todas esas noches, mis familiares y mis amigos me regalaron de sus sueños, pedacitos de esa fantasía con la que debemos tejer día a día nuestra realidad. A todos ellos, gracias.

Gracias a Gloria Ruiz y a Lina, asistentes de coordinación de la Maestría, quienes con su sonrisa y amabilidad siempre me apoyaron. A las demás directivas de la Maestría también infinitas gracias. A Estelita Vergara, Danner Enrique Córdoba, Jaime Echavarría y demás compañeros del colegio y del magisterio; quienes siempre me animaron a seguir adelante, y a las directivas de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.

Mil gracias a mis alumnos, que me regalaron con sus corazones, sus letras y sus números una parte de sus vidas. De igual manera a mis compañeros de la Maestría. Gracias también a Don Fabio Correa quien con su comida saludable alimentó mi cuerpo y mi mente.

A la Gobernación de Antioquia por haber apoyado este sueño.

Resumen

El presente trabajo es un proyecto de aula para la concepción del tiempo geológico a través del dimensionamiento de los números grandes. Fue desarrollado en la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del Municipio de San Pedro de los Milagros, al norte del departamento de Antioquia. Se trabajó con los estudiantes del grado sexto y desarrolló competencias matemáticas y científicas que se hallan inmersas en el currículo de las ciencias naturales. Se realizaron cuatro experiencias pedagógicas que evidenciaron las dificultades de los estudiantes con ciertos conceptos de geociencias y la necesidad del aprestamiento matemático para el manejo de números grandes que permita dimensionar la magnitud de las escalas temporales en los procesos geológicos y biológicos que caracterizan la historia del Planeta Tierra.

Palabras clave: Pensamiento numérico, tiempo geológico, números grandes.

Abstract

This work is a classroom project aimed to develop the conception of geological time through the sizing of large numbers. It was developed in the Educational Institution Padre Roberto Arroyave Vélez located in the Municipality of San Pedro de los Milagros, north of the department of Antioquia. It was done with the participation of the sixth-grade students, with the purpose of developing mathematical and scientific competences that are immersed in the natural sciences curriculum. There were four pedagogical experiences that showed the students' difficulties with certain geoscience concepts and the need for a deeper mathematical approach, to help students manage large numbers that allow them to dimension the magnitude of the temporal scales in the geological and biological processes that characterize the history of the Planet Earth.

Keywords: Numerical thinking, geological time, large numbers.

Contenido

Agradecimientos ..... *VI*

Resumen ..... *VII*

Abstract ..... *VII*

Contenido ..... *IX*

Lista de figuras ..... *XIII*

Lista de tablas ..... *XIV*

Introducción *15*

1. Aspectos Preliminares *17*

1.1. Tema **17**

1.2. Planteamiento del Problema **17**

1.2.1. Antecedentes 17

1.2.2. Formulación de la pregunta 21

1.2.3. Problema 21

1.3. Justificación **23**

1.4. Objetivos **25**

1.4.1. Objetivo General 25

1.4.2. Objetivos Específicos 25

2. Marco Referencial *26*

2.1. Marco Teórico **26**

2.1.1. Aprendizaje Basado en Proyectos o Problemas 26

2.1.2. El número natural desde el proceso del "contar" 27

2.1.3. Entender el valor posicional en el sistema decimal para leer números grandes 28

2.1.4. El tiempo geológico y la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica secundaria 28

2.2. Marco Conceptual-Disciplinar **30**

2.3. Marco Legal 31

2.4. Marco Espacial 35

3. Diseño metodológico 36

3.1. Análisis de experiencias (o estudio de caso) 36

3.2. Método 37

3.3. Tipo de investigación y enfoque 37

3.4. Instrumentos de recolección de la información 38

3.5. Población y Muestra 38

3.6. Delimitación y Alcance 39

3.7. Planificación de actividades 39

4. Trabajo Final 41

4.1. Desarrollo y sistematización de la propuesta 41

4.1.1. Visitando el planeta del geógrafo 41

4.1.2. La edad de la Tierra en granos de arroz 42

4.1.2.1. Origen y propósito de la práctica 42

4.1.2.2. Predicción y conteo de arroces 44

4.1.2.3. Análisis y puesta en común de los resultados del conteo 45

4.1.2.4. Taller de La edad de la Tierra en granos de arroz 46

4.1.3. El pulso del tiempo 47

4.1.3.1. Origen en el pulso cardíaco, de "El pulso del tiempo" 47

4.1.3.2. Objetivos de la práctica, materiales y situación problema 48

4.1.3.3. Tomando el pulso en parejas 49

4.1.3.4. Ahora ¡Vamos a calcular! 49

4.1.4. De lo instantáneo a lo eterno 50

4.2. Resultados 51

4.2.1. Visitando el planeta del geógrafo 51

4.2.1.1. Análisis de los resultados del formulario en línea 52

4.2.2. La edad de la Tierra en granos de arroz 58

4.2.2.1. De Arquímedes y su texto El arenario, a los granos de arroz.....58

4.2.2.2. La edad de la Tierra en granos de arroz en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional 60

4.2.2.3. Que cada uno cuente a su manera.....63

4.2.2.4. Del contar arroces al dimensionamiento del tiempo geológico 70

4.2.3. El pulso del tiempo.....71

4.2.3.1. De los latidos del corazón a los números grandes 71

4.2.3.2. Importancia del valor posicional en la multiplicación y en el dimensionamiento de números grandes.....73

4.2.4. De lo instantáneo a lo eterno 75

5. Conclusiones y consideraciones finales 77

5.1. Conclusiones.....77

5.2. Consideraciones finales.....78

Referencias 80

Anexos..... 83

Anexo A: Consentimiento informado de padres 83

Anexo B: Formulario en línea..... 84

Anexo C: La edad de la Tierra en granos de arroz. Formato de predicción y conteo de arroces..... 89

Anexo D: La edad de la Tierra en granos de arroz. Taller. 90

Anexo E: La edad de la Tierra en granos de arroz. Tabla de Excel. Hoja 1. Número de arroces contados..... 92

Anexo F: La edad de la Tierra en granos de arroz. Tabla de Excel. Hoja 2. Peso promedio de un arroz..... 93

Anexo G: Visitando el planeta del geógrafo. Estudiantes respondiendo el formulario en línea..... 94

Anexo H: La edad de la Tierra en granos de arroz. Práctica de predicción y conteo de arroces..... 95

Anexo I: El pulso del Tiempo. Guía de la práctica..... 96

Lista de figuras

Figura 1 ¿Conoces el nombre de tus bisabuelos? 68

Figura 2 Las rocas son la evidencia de la evolución geológica. Según su origen, las rocas terrestres se clasifican en tres tipos. ¿Conoces sus nombres?.....68

Figura 3 ¿Sabes en que consiste la teoría de las placas tectónicas? 68

Figura 4 ¿Sabes qué es un fósil? ¿Crees que los fósiles están relacionados con la evolución biológica de la Tierra?.....68

Figura 5 ¿Cuantas extinciones masivas crees que han ocurrido a lo largo de la historia del planeta Tierra?.68

Figura 6 ¿Cómo crees que se divide el tiempo geológico?.....55

Figura 7 ¿Cuáles son las unidades básicas para medir el tiempo geológico?.....56

Figura 8 ¿En cuál de las siguientes opciones identificas el nombre de una era geológica?.....57

Figura 9 ¿Que tan vieja crees que es la Tierra? 57

Lista de tablas

Tabla 1 Leyes y decretos *31*

Tabla 2 Normagrama *32*

Tabla 3 Planificación de actividades *39*

Introducción

El tiempo geológico es un concepto que subyace las ciencias naturales y transversaliza los contenidos presentados en el currículo del grado sexto. Su importancia radica en que es un referente que permite ubicar los diferentes procesos biológicos que fundamentan y explican el fenómeno de la vida sobre el planeta Tierra. Pero para acceder a la comprensión integral de concepto de tiempo geológico es necesario que los estudiantes desarrollen las competencias matemáticas que les permitan dimensionar las escalas temporales inmersas en tal concepto.

El proceso de contar es poco utilizado en las prácticas pedagógicas, debido a que ha sido considerado trivial en el desarrollo de habilidades numéricas; sin embargo, en el trabajo de maestría de la docente Isabel Caro Otálvaro se apoya la importancia del proceso de contar como herramienta para llegar a la noción de número. El abordaje del tiempo geológico requiere la comprensión de números grandes, para lo cual es de fundamental importancia el reconocimiento del valor posicional en el sistema decimal. El docente Oscar Alonso Ramírez en su trabajo de maestría, identifica la dificultad de los estudiantes de grado sexto para reconocer este valor posicional. En el ámbito internacional también han sido reconocidas las mismas dificultades en la aprehensión del tiempo geológico fundamentadas en el pensamiento espacial y la comprensión de números grandes.

El objetivo general del presente trabajo consiste en el diseño, implementación y evaluación de un proyecto de aula en el grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez que contribuya a la enseñanza de las ciencias naturales desde la concepción del tiempo geológico. Se emplea la investigación acción participativa y el método utilizado presenta un enfoque mixto; cualitativo por emplearse un estudio de caso, producto del análisis de cómo los estudiantes del grado sexto dimensionan los números grandes y de esa manera se apropian del concepto de tiempo geológico; y cuantitativo, en el sentido de que luego de dicha recolección se emplearon herramientas estadísticas en algunas de las prácticas de aula.

Este trabajo abre la posibilidad de la integración de diferentes áreas del currículo en la institución educativa mediante un trabajo interdisciplinario que convoque al aprendizaje significativo de las ciencias naturales por medio del concepto de tiempo geológico y la diversidad de sus significados. El tiempo es una concepción que permea todas las áreas del conocimiento y es necesario que se haga una reflexión a conciencia de su significado en la vida de nuestros niños y nuestros jóvenes, y sólo es posible que ese significado tome relevancia si estos últimos son conscientes de su transcurrir.

El mayor estímulo que ha recibido este trabajo es la aceptación por parte de los estudiantes de las diferentes prácticas de aula que se realizaron a lo largo del tiempo de ejecución del proyecto.

Este documento se ha organizado de la siguiente manera: primero, se presenta un marco teórico que incluye la importancia del contar como fundamento para adquirir la noción de número, el aprendizaje basado en proyectos y las situaciones problema como mediadores de nuevos aprendizajes; segundo, un referente disciplinar donde se aborda los principales conceptos sobre el tiempo geológico y los contenidos sobre los cuales se realizó la intervención; tercero, el diseño y la implementación y la evaluación de las prácticas didácticas de aula las cuales se llevaron a cabo en el grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez; cuarto las conclusiones que se generaron a partir del trabajo realizado y por último se presentan las referencias.

1. Aspectos Preliminares

1.1. Tema

La enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica secundaria desde la concepción del tiempo geológico.

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Antecedentes

La ley general de educación del año 1994 plantea como uno de sus fines el acceso al conocimiento científico. En consecuencia, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), para el alcance de dicho fin, presenta los lineamientos curriculares para el Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Estos lineamientos establecieron que la educación en ciencias naturales debería cambiar, transformando la escuela en una comunidad en la cual los estudiantes aprendan ciencias a través de la indagación. Además, sentenciaron que la enseñanza en ciencias tenía que dejar de ser una mera presentación de información por parte de los educadores, para convertirse en una práctica donde los estudiantes se eduquen a través de un compromiso activo. El pedagogo Alfred E. Friedl (2009) en su libro *Enseñar ciencias a los niños*, plantea la importancia de la indagación y de presentarles a estos prácticas basadas en experiencias discrepantes, que despierten el asombro y la inquietud por el conocimiento científico.

Los lineamientos también presentaron reflexiones acerca de lo que el movimiento filosófico de la fenomenología, movimiento creado por Edmund Husserl (1859-1938),

acuñó como El Mundo de la Vida. Y es en ese "Mundo de la Vida" donde se desarrolla el problema tratado en el presente trabajo, es decir; la dificultad para concebir el tiempo geológico por parte de nuestros estudiantes de básica secundaria debido a sus deficiencias para dimensionar números grandes. Esta última carencia está fundada en los problemas con el uso del sistema de numeración decimal y la construcción del concepto de número natural.

En el ámbito nacional se han presentado estudios que abordan los problemas inherentes a la construcción del concepto de número natural y al uso del sistema de numeración decimal. Los primeros dos trabajos que se mencionarán a continuación se gestaron en el programa de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

En primera instancia se reseña el trabajo del año 2015 de Isabel Caro Otálvaro, profesora de la institución educativa Villa del Socorro, del municipio de Medellín; llamado: *Propuesta pedagógica para la enseñanza de la noción de número en el nivel preescolar.* Este trabajo a pesar de estar enfocado en un aula del preescolar, presenta una fundamentación teórico-práctica que puede ser aplicada en otros grados de escolaridad.

El objetivo que se planteó la docente fue el de diseñar una propuesta pedagógica que brindara orientaciones para el proceso de enseñanza para que los docentes de la institución se fundamentaran conceptual y metodológicamente en sus prácticas pedagógicas.

El trabajo fue desarrollado como una experiencia de aula, enmarcada dentro del enfoque de Investigación Acción Educativa.

Como una de las conclusiones fundamentales la investigadora afirma:

> Favorecer un acercamiento a la noción de número desde el aula (…) es un trabajo ineludible para el docente, justificado al menos por dos razones: la presencia
>
> constante de lo numérico en el contexto del estudiante; y la necesidad de cimentar bases sólidas para posteriores construcciones cognitivas en el campo matemático. (Caro, 2015, p.100).

El segundo trabajo abordado es el trabajo de grado del docente Oscar Alonso Ramírez Castro, trabajo del año 2011 que fue titulado: *Aprendizaje del valor posicional en*

estudiantes del grado sexto. Este trabajo fue realizado en la Institución Alianza Educativa Colegio Jaime Garzón, de la ciudad de Bogotá.

Esta propuesta plantea una reflexión teórica sobre las dificultades en el aprendizaje de los sistemas de numeración decimal con los números Naturales y señala que el desconocimiento del valor de una cifra según su posición en el número representado afecta de manera significativa la comprensión y el desarrollo del pensamiento numérico, trayendo consigo problemas para los estudiantes, que en el devenir matemático de años posteriores, tienen dificultades para escribir, interpretar y operar con números Racionales, Irracionales y Reales.

La metodología del trabajo se desarrolló en seis etapas, de las cuales se puede resaltar la propuesta de talleres con problemas basados en el sistema numérico babilónico.

Como conclusión relevante de la propuesta se presentó que los estudiantes utilizaron características del sistema de numeración decimal para representar números en el sistema babilónico, con la dificultad de la relación de la posición del símbolo y el valor del número.

Ya en el ámbito internacional podemos reseñar el artículo que en el año 1996 publicó la revista Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. La propuesta: *Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos,* de Leandro Sequeiros, Emilio Pedrinaci y Pedro Berjillos. Estos autores hacen un llamado a abordar el tiempo geológico como eje central en la educación secundaria y de cómo, al utilizar este concepto como eje transversalizador del currículo, es posible lograr un acercamiento histórico y epistemológico a las ciencias de la Tierra¸ o Geociencias, como también se las puede llamar.

Este trabajo presenta una perspectiva práctica para la enseñanza del concepto de tiempo geológico. Pedrinaci y Berjillos (como se citó en Sequeiros, Pedrinaci y Berjillos, 1996) afirman acerca del tiempo geológico que:

> se trata de un concepto complejo que no parece adquirirse de una sola vez ni siguiendo un proceso lineal, sino más bien gracias a adquisiciones parciales que van relacionándose e integrándose. Un aprendizaje significativo de este concepto demanda su desarrollo a lo largo de los diversos cursos de la Educación Secundaria.

La anterior propuesta apoya la idea de que el concepto del tiempo geológico, y otros más de las geociencias, pueden ser vitales para el desarrollo del currículo de las ciencias naturales en los grados sexto, séptimo, octavo y noveno.

El segundo trabajo internacional reseñado fue realizado en el año 1998 por el investigador Roger Trend, se tituló: *Una investigación para la comprensión del tiempo geológico en niños entre 10 y 11 años*. Esta investigación fue realizada en el Reino Unido y se centró en la comprensión del tiempo geológico que estos poseían. El estudio fue llevado a cabo en dos etapas e involucró a 189 niños de varias escuelas. La primera etapa o estudio preliminar se realizó con 12 niños, con el objetivo de identificar las técnicas más apropiadas para la recolección de información para el estudio central o segunda etapa. El estudio central involucró la secuencia de eventos geológicos en tres tareas muy parecidas, pero realizadas de forma aislada.

Los resultados indicaron que los niños de esta edad, en el Reino Unido, tienen una idea general de eventos importantes como la Era del Hielo y el movimiento de los continentes, pero una idea vaga de la cronología de estos sucesos. Los niños conciben dichos eventos agrupándolos en dos categorías temporales: “extremadamente antiguos” y “menos antiguos”

Una de las hipótesis manejadas es que hay una falta generalizada de entendimiento del tiempo profundo o tiempo geológico y una falta de entendimiento relacionada con los conceptos geológicos en general. Según el autor una consecuencia de lo anterior es que este conocimiento permanece dentro de los sectores universitarios, comerciales e industriales.

El anterior estudio es pertinente para la presente propuesta puesto que las edades allí descritas (10 y 11 años) se aproximan a las edades promedio de los niños del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.

Para finalizar, mencionaremos un trabajo internacional realizado más recientemente, en el año 2013, por la doctora en educación Kim Cheek: *Como razonan los aprendices de geociencias sobre la duración temporal: El rol del pensamiento espacial y los números grandes*. Este estudio fue realizado con 17 estudiantes universitarios de un curso de introducción a la geociencia. Estos alumnos participaron en una entrevista cualitativa basada en cinco tareas: Las dos primeras tendientes a evaluar la incidencia del

razonamiento espacial en el temporal y las tres últimas trabajaron líneas de tiempo elaboradas por los estudiantes en tiras de papel, para determinar sus ideas sobre números grandes y sus relaciones con eventos geológicos. La investigadora concluyó que se debe realizar una exploración más a fondo sobre la relación entre razonamiento espacial y duraciones temporales de los procesos geológicos. También para ella:

> En un mundo donde los números grandes son frecuentes en las noticias, en muchas disciplinas por fuera de la geociencia (por ejemplo, la economía), el sentido numérico para números muy grandes (y muy pequeños) es importante. Ayudar a los estudiantes a desarrollar un mejor razonamiento numérico podría contribuir a mejorar el conocimiento conceptual en una gran variedad de campos.

A continuación se presentará el problema subyacente que soporta la presente propuesta.

1.2.2. Formulación de la pregunta

¿Cómo se puede contribuir a una mejor comprensión de las ciencias naturales en la básica secundaria a través de la concepción del tiempo geológico y los números grandes con niños del grado sexto de la Institución educativa Padre Roberto Arroyave Vélez?

1.2.3. Problema

En el actual siglo XXI la temática ambiental ha cobrado sentido. La humanidad se ve enfrentada a grandes problemáticas ambientales, cuyo efecto es la destrucción de la biosfera, y por ende se pone en peligro la subsistencia de todas las especies, daños que en la mayoría de casos son irreversibles.

> Cuanto más estudiamos los principales problemas de nuestro tiempo, más nos percatamos de que no podemos entenderlos aisladamente. Se trata de problemas sistémicos, lo que significa que están interconectados y son interdependientes. Por ejemplo, sólo se podrá estabilizar la población del globo cuando la pobreza se reduzca planetariamente. (Capra, 1996).

Los estudiantes no son ajenos a esta realidad, pero para interpretarla requieren de varios elementos, tales como: comprender dicho carácter sistémico, y adoptar una actitud crítica

frente a la contribución de las ciencias naturales a estas problemáticas. Esa postura crítica no puede ser lograda si la enseñanza de las ciencias naturales, propuesta en el currículo, es fragmentada e inconexa, y si esta postura no tiene lo suficientemente claro que el concepto de tiempo geológico repercute en la valoración y el sentido de apropiación del fenómeno de la vida y sus procesos.

Además, para que los estudiantes puedan concebir el concepto del tiempo geológico es necesario que puedan dimensionar las escalas de tiempo que son representadas al manejar tal concepto. Por ello en este trabajo se abordarán los problemas relacionados con el pensamiento numérico de los estudiantes, es decir: sus dificultades en el manejo y uso del sistema de numeración decimal con los números Naturales.

La deficiencia para identificar el valor de una cifra según la posición que ocupa ésta en la representación del número deriva en que el estudiante no pueda leer correctamente un número, en especial, si el número es de un rango inusual para el alumno.

También en la enseñanza de las ciencias naturales en la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez se han evidenciado, al realizar las prácticas pedagógicas en esta área, que los estudiantes del grado sexto en general presentan las siguientes falencias: desconocen la edad que posee el planeta Tierra; ignoran los episodios de la historia del planeta; carecen del dimensionamiento de la cantidad de tiempo requerido para la generación de los eventos geológicos y biológicos; adolecen de referencias para apreciar las diferentes unidades del tiempo más allá de su experiencia vital. Por lo tanto, no comprenden el equivalente de los cambios geológicos en proporción al tiempo de la escala humana (sus pocos años de vida), lo que se traduce en una falta de habilidad para la reconstrucción de una historia del planeta Tierra.

Para los estudiantes, el tiempo más allá del “antes de Cristo”, o antes de sus propios abuelos, es un enigma. Los guarismos que manejan en sus mentes los alumnos que pasan de la primaria al bachillerato, en lo relativo a los intervalos temporales, son limitados e imprecisos y para ellos, pensar en miles de millones de años, e incluso en millones, es imposible, porque en su cotidianidad el tiempo está fraccionado de tal manera, que un segundo, no es nada; un minuto (o hasta 5) es el tiempo que dura una canción; y una hora… de clase, es una eternidad, si de una clase “maluca” se trata.

En consecuencia, la incomprensión del concepto de tiempo y, en especial, la del tiempo geológico y la falta de su dimensionamiento no facilita el entendimiento cabal del proceso evolutivo del planeta, así como el desconocimiento del costo que le representa a la naturaleza generar los elementos esenciales relacionados con el origen y la evolución de sus especies y la importancia de cada una dentro de la trama de la biosfera. Por el contrario, el conocimiento del concepto de tiempo geológico y su dimensionamiento generan motivación en los estudiantes por las ciencias naturales y, además, contribuye a asumir una visión holística de la problemática ambiental, visión que les permitirá considerar muy importante el Mundo de la Vida y su preservación.

1.3. Justificación

En los estándares y los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998) se establece la necesidad de conocer la historia y la evolución del planeta Tierra, temática íntimamente ligada con el Mundo de la Vida.

En concordancia con los lineamientos del Ministerio, la presente propuesta responde a una necesidad sentida por los docentes del área de Ciencias naturales y Educación ambiental de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez de mejorar sus prácticas pedagógicas, en el sentido de que pretende acercar a los estudiantes del grado sexto, al aprendizaje de las ciencias naturales a través del concepto de tiempo geológico, en una forma lúdica y dinámica; reemplazando las anticuadas clases magistrales, al privilegiar el planteamiento de situaciones problema. Las situaciones problema que se presentan en el desarrollo de esta propuesta pedagógica pretenden, además, acercar a los estudiantes al dimensionamiento de números grandes. Que aprendan, a través de prácticas de aula, a escalar desde números pequeños hasta números grandes.

Esta propuesta beneficia a los estudiantes del grado sexto porque les permite interpretar la magnitud y las escalas dentro del concepto de tiempo geológico. El conocimiento del tiempo geológico es una herramienta fundamental y necesaria para la apropiación de las temáticas abordadas en las ciencias naturales en el currículo, no solo del grado sexto, sino también de la básica secundaria.

Además, al ser los estudiantes permeados por el concepto de tiempo geológico, son invitados a adquirir un compromiso socio ambiental, “La naturaleza del concepto de

tiempo, en particular del tiempo geológico, contribuye, por su propia extensión, para que los ciudadanos se den cuenta de que tienen el inalienable deber de respetar y hacer respetar los principios estructurales de la naturaleza". (Medina et al, 2013). Así, es necesario, que los estudiantes conozcan la complejidad de los procesos que dieron origen a la vida, para que le asignen a ésta su verdadero valor.

Debido a que es en el contexto del Mundo de la Vida de cada uno de nuestros estudiantes en donde se presenta el acto pedagógico, es su esencia la que nos debe invitar a la reflexión, y en este acto deben surgir infinidad de preguntas sobre lo que se debe enseñar y lo que nuestros estudiantes deben aprender en la escuela. ¿Es acaso accesorio lo que enseñamos? o, por el contrario, ¿es totalmente necesario lo que se imprime en las aulas? En el prólogo del fascinante libro *La cabeza bien puesta, repensar la reforma-reformar el pensamiento* del sociólogo francés Edgar Morin se cita al poeta alemán Ewald Christian von Kleist quien bellamente se preguntó:

> Me gustaría tanto seguir con mi educación puramente humana, pero el saber no nos hace mejores ni más felices. ¡Si fuésemos capaces de comprender la coherencia de todo! ¿Pero acaso el comienzo y el fin de cualquier ciencia no están rodeados de oscuridad? ¿O tengo que usar todas estas facultades, estas fuerzas, esta vida, para conocer tal especie de insecto, para saber clasificar tal planta en la serie de las reinas? (Morín, 1999, p.9).

La verdadera educación no es la que se da de cabeza a cabeza; sino la que se presenta de corazón a corazón. Es a través del currículo y los contenidos que se transmite el conocimiento; pero este último sólo puede ser perenne si es atravesado por la emoción, como lo sugiere la palabra recordar que viene del latín re-cordis que significa: volver a pasar por el corazón.

En consecuencia, el presente trabajo busca que los estudiantes se motiven en las clases de ciencias naturales. Esta propuesta, los obliga a movilizar sus pensamientos, dejando de un lado el simple aprendizaje mecánico, relacionado con la exposición estática de las ciencias, que supere el paradigma de que el todo es simplemente la suma de sus partes.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un proyecto de aula en el grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez que contribuya a la enseñanza de las ciencias naturales desde la concepción del tiempo geológico

1.4.2. Objetivos Específicos

- Identificar, mediante una prueba diagnóstica consistente en un formulario en línea, algunas dificultades que presentan los estudiantes del grado sexto con conceptos de geociencias relacionados con el tiempo geológico.
- Diseñar tres prácticas de aula, que a través de situaciones problema, ayuden a los estudiantes a dimensionar números grandes para facilitar en ellos la concepción del tiempo geológico.
- Desarrollar las prácticas de aula, orientadas a la comprensión y el dimensionamiento de números grandes que faciliten la concepción del tiempo geológico con los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.
- Evaluar las prácticas de aula desarrolladas con los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.

2. Marco Referencial

En el presente capítulo se abordan los aspectos teóricos, disciplinares, legales y espaciales de la propuesta.

Dentro del marco teórico se realiza: una breve descripción de la teoría del aprendizaje basado en proyectos o problemas; un acercamiento a la enseñanza del concepto de número natural desde el proceso del "contar"; la importancia del valor posicional en el sistema de numeración decimal; y la relación entre la enseñanza de los números grandes y la concepción del tiempo geológico.

En segunda instancia se presentan los temas clave del saber disciplinar del grado sexto respondiendo al objeto de estudio de la presente propuesta, es decir, la noción del tiempo geológico y cómo este puede ser abordado desde el dimensionamiento de los números grandes.

Finalmente se contextualiza el trabajo a través del Marco Legal y el Marco Espacial.

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Aprendizaje Basado en Proyectos o Problemas

En los últimos años se ha enfatizado mucho en las diferentes estrategias empleadas para la enseñanza de las ciencias. En épocas anteriores, en dicha enseñanza, los contenidos ocupaban un lugar privilegiado, relegando los procesos a un último lugar; pero en la actualidad, éstos últimos han cobrado mayor importancia. Es aquí donde entra en juego el Aprendizaje Basado en Proyectos o Problemas, el cual está fundamentado en los procesos y el hacer. Propuesto por William H. Kilpatrick en su texto "The Proyect Method" (1918), este modelo de trabajo en el aula consiste en una metodología en la cual se les asigna un proyecto a los estudiantes, su desarrollo se inicia con un interrogante, el cual,

para su respuesta, requiere un conjunto de etapas y procesos que comprenden unas tareas básicas y unas complejas, terminando con un grupo de conclusiones y elaboraciones.

El método contempla dentro de sus tareas una serie de experiencias, las cuales se convierten en inesperadas, en el sentido de que sorprenden al estudiante, como si fuese un niño en sus primeros años de vida, asociando el goce y la curiosidad con el conocimiento científico.

Ferrer, Algás y Martos (Como se citó en Trujillo, 2012) afirman que los proyectos “no son una fórmula, ni una metodología concreta, ni tienen un protocolo de actuación, son mucho más. Los proyectos de trabajo son un posicionamiento personal y profesional del maestro ante la vida y la escuela.” (p 8).

Se consideró pertinente adoptar este enfoque para la presente propuesta porque fomenta el trabajo colaborativo: haciendo partícipes a los alumnos de su propio aprendizaje y el de sus compañeros; además fomenta el espíritu investigativo y el desarrollo del pensamiento crítico, indispensables para la adquisición del concepto del tiempo geológico y otros fundamentales en ciencias naturales.

2.1.2. El número natural desde el proceso del “contar”

Para entender el proceso de la construcción del concepto de número, especialmente el de número natural, se pueden mencionar dos acercamientos teóricos que abordan tal proceso.

El primer acercamiento se debe al epistemólogo, psicólogo y biólogo suizo Jean Piaget (1896-1980) quien afirmó que para que el sujeto pueda adquirir el concepto de número son necesarias e indispensables ciertas nociones lógicas como: seriación, inclusión de la parte en el todo, conservación de cantidad y correspondencia término a término. Este autor, a su vez, da menos importancia al proceso de “contar”.

Por otro lado, otros autores como Baroody (como se citó en Caro, 2015) plantean que: “La experiencia de contar es esencial para que los niños desarrollen paulatinamente la comprensión del número y lleguen a dominar aplicaciones numéricas” (p. 31). Siguiendo esta línea, en la presente propuesta, se le da un valor fundamental al “contar” en la construcción del concepto de número y, especialmente, en la de los números naturales

(entre ellos los “números grandes”). Hay que recordar que los números nacieron como respuesta al hecho de que desde siempre hemos querido “contar lo que nos rodea”, tema íntimamente ligado al nacimiento del cálculo.

Obando (como se citó en Caro, 2015) plantea de igual manera que “centrar el trabajo sobre el conteo y las estrategias del conteo a través de la solución de problemas sencillos, trae grandes desarrollos en los procesos de conceptualización de los alumnos” (p. 32). Por ello en la presente propuesta se abordan con los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez unas tareas específicas que parten de preguntas sencillas y prácticas fundamentadas en el conteo para introducir otras concepciones más complejas como la del tiempo geológico.

2.1.3. Entender el valor posicional en el sistema decimal para leer números grandes

El valor posicional en el sistema decimal es fundamental para la comprensión y el dimensionamiento de los números grandes. Sobre el valor posicional Castro (2011) afirma que:

> Se llega al valor posicional con el asocio de dos significados: el número del lugar que ocupa el elemento en el conjunto, con la cantidad de elementos del conjunto. En este proceso están inmersas las actividades contar, agrupar y el valor posicional, características del sistema de numeración decimal, con las que el niño le da significado a todo lo anterior puesto que adquiere herramientas más eficaces que le permiten el manejo de números más grandes. (p. 4)

Así, al dar estas herramientas para que los estudiantes mejoren sus procesos operativos con los números naturales y en especial con el sistema posicional decimal se hace posible que su pensamiento numérico adquiera las dimensiones necesarias para entender las escalas espacio-temporales inmersas en el concepto de tiempo geológico.

2.1.4. El tiempo geológico y la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica secundaria

La enseñanza de la historia de la vida en la Tierra solo puede ser generada desde una perspectiva evolutiva que permita ver al tiempo geológico y cosmológico como un marco conceptual valido para los estudiantes. Este marco contiene dificultades inherentes a la presentación de los contenidos en ciencias naturales. Es difícil enseñar en un tablero de sólo dos dimensiones, unos modelos científicos que implican experiencias vitales que, en realidad, se desenvuelven en las tres dimensiones del espacio y, el tiempo, como una cuarta dimensión. Porque en realidad el tiempo es poco trabajado en las aulas de clase, y esto quizás sea por la complejidad de su abstracción.

El tiempo, y en especial el tiempo geológico, es un concepto que sólo se puede abordar de manera efectiva desde una práctica interdisciplinaria; es decir, que es necesaria la intervención de las otras áreas del currículo, que apoyen de manera transversal la apropiación de este concepto. Por ejemplo, es vital la participación de los conceptos matemáticos que permitan dimensionar apropiadamente las escalas del tiempo geológico: Si un proceso biológico o geológico se desarrolla a lo largo de millones de años, es esencial que los estudiantes puedan dimensionar lo que representa numéricamente un millón. Más aún, como se mencionará más adelante es necesario que los estudiantes disciernan entre períodos de millones de años y los de miles de millones de años.

También, en relación con las geociencias, Compiani y otros en 1996 (como se citó en Silva y Compiani, 2006) argumentan que:

> en términos estrictamente pedagógicos la importancia de las geociencias se debe a características intrínsecas de su contenido que implica el uso y también amplía las nociones de espacio y tiempo, de relaciones de causalidad, de argumentar y de narrar procesos históricos y de una visión menos antropocéntrica de la naturaleza. (p. 209)

Esta visión menos antropocéntrica de la naturaleza es la que permite que nuestros estudiantes bajen del pedestal en el que los ha subido la sociedad contemporánea y en especial, una ciencia, que, como una nueva religión, los ha hecho creer amos y señores del universo. Ser otra especie más de la naturaleza, y no los dueños del mundo, es lo que nos permite desarrollar un respeto intrínseco por los seres vivos que nos rodean, y que, en términos evolutivos, tienen más tiempo que nosotros sobre el planeta Tierra.

2.2. Marco Conceptual-Disciplinar

De acuerdo con los lineamientos curriculares, la orientación del área de ciencias naturales debe ser la de permitir que los estudiantes reconozcan y comprendan los fenómenos químicos, físicos y biológicos y cómo se relacionan con la cultura, así como los efectos de dichas relaciones sobre el equilibrio del medio ambiente. De todo esto se debe apropiar el estudiante, de tal manera que pueda comprender la secuencia evolutiva a través de la cual él ha pasado como ser vivo para llegar a la actual especie que representa, un *Homo sapiens*. Para dicha comprensión el estudiante debe requerir del concepto de historia y especialmente el de prehistoria, donde el tiempo geológico es indispensable.

Existen varias definiciones para definir el tiempo geológico planteadas por diferentes autores, Albritton (1984), "aludiendo a esa diversidad de significados, señala que para unos corresponde al período comprendido entre la constitución de la Tierra como planeta y la aparición de las primeras civilizaciones, aunque para otros sólo llegaría hasta que se tiene noticia de la presencia del hombre". Prefiere aludir Albritton, con este término, al tiempo comprendido desde la constitución de la Tierra como planeta hasta nuestros días, dejando abierto hacia el futuro dicho período.

Desde este significado, se deduce que el tiempo geológico es el tiempo comprendido, a partir de la constitución del planeta, hasta el momento presente. Constituye entonces el tiempo geológico, una herramienta adecuada para apreciar las ciencias naturales. Su importancia dentro de dichas ciencias radica en que es una herramienta que nos permite ubicar, en ciertos períodos de tiempo, la manifestación de la vida de determinadas especies, o su extinción, la aparición de nuevas características de un organismo determinado, la ocurrencia de cambios climáticos, la presencia de elementos diversos que incidan favorablemente o desfavorablemente sobre el planeta Tierra.

El tiempo geológico se encuentra organizado en una escala, que en comparación con la escala humana es superada notablemente, ésta se encuentra subdividida y fragmentada en subtiempos geológicos, en un orden descendente, es decir de mayor a menor, así: Eones geológicos, los cuales se asocian con el mayor subtiempo geológico de la escala, el cual es equivalente a 1000 millones de años terrestres, y se clasifica en Arcaico,

Proterozoico, Fanerozoico. Las Eras por su parte poseen un rango de decenas a centenares de millones de años terrestres, éstas a su vez se clasifican en paleozoica, mesozoica y cenozoica, siendo ésta última la más reciente. Luego vienen los Períodos geológicos correspondientes a las subdivisiones de las Eras geológicas ya mencionadas, estos pueden ser, por ejemplo: Triásico, Jurásico, Cretácico (era mesozoica). Y finalmente se encuentran en esta escala las Épocas, las cuales son las subdivisiones de los períodos geológicos, algunos nombres de estas eras son: Paleoceno, Eoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno. Todos estos nombres tienen relación con los fósiles encontrados en determinado tiempo.

En los lineamientos y los estándares del grado sexto es preciso contar con el concepto de tiempo geológico debido a que toda la primera unidad se trata sobre el origen del universo y de la vida en el planeta Tierra. Allí se aborda el tema del Big Bang y las otras teorías científicas que explican el origen del universo. Es por ello por lo que los estudiantes deben dimensionar el tiempo cosmológico debido a que se considera que el universo apareció hace aproximadamente 15 000 millones de años. Es en esta primera cifra que los estudiantes deben realizar un dimensionamiento que los saque de su noción de tiempo “cotidiana” y los lleve hasta este número, que verdaderamente es un número grande si lo comparamos con los que los estudiantes de sexto grado están acostumbrados a leer.

También el tema del origen de la vida en la Tierra representa un reto para los estudiantes que llegan de la primaria porque se enfrentan con la lectura y el dimensionamiento de números a una escala geológica, es decir, a números del orden de los miles de millones. Así es posible que los estudiantes entiendan que la vida, con casi 4000 millones de años de antigüedad, es tan antigua como la misma Tierra.

2.3. Marco Legal

Tabla 1 Leyes y decretos

CONSTITUCION NACIONAL DE 1991: (Derecho a gozar de un ambiente sano - Participación en el control de la gestión ambiental)
Ley 99 DE 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se organiza el

Sistema Nacional Ambiental SINA.
LEY 115 DE 1994: Ley general de educación – Establece la obligatoriedad de la Educación Ambiental)
LEY 1549 DE 2012: Institucionaliza la Política Nacional de Educación Ambiental (PNEA) y su incorporación efectiva en el desarrollo territorial.
DECRETO 1337 DE 1978: Inclusión en el currículo de los temas de ecología, preservación ambiental y recursos naturales renovables.
DECRETO 1860 DE 1994: Reglamenta la ley 115 de 1994. Incorporando el PEI para las I.E. y la inclusión del componente PRAE.
DECRETO 1743 de 1994: Por el cual se instituye el PRAE para todos los niveles de educación formal y crea los CIDEA.

Tabla 2 Normagrama

Marco legal	TEXTO	CONTEXTO
Ley 99 de 1993	Con esta se crea el ministerio del medio ambiente, se reordena el sector público encargado de la conservación y gestión del medio ambiente.	Importancia de esta ley que respalda los procesos ambientales.

Ley 115 de 1994, artículo 5. Fines de la educación	La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los recursos naturales.	Nacional Dentro del Proyecto Ambiental Escolar PRAE se debe fomentar la sensibilización, la reflexión crítica.
Ley 115 de 1994, artículo 22. Objetivos de la educación básica secundaria	El desarrollo de actitudes favorables al conocimiento, valoración y conservación de la naturaleza y el ambiente	Nacional Mediante la experimentación, el desarrollo de conceptos y la aplicación de ellos en contexto, se pretende impulsar la conservación del medio ambiente
Ley 1229 de 2006, por el cual se modifica el artículo 14 de la ley 115 de 1994	La enseñanza de la protección del ambiente, la ecología y la preservación de los recursos naturales	Mediante las orientaciones pedagógicas del conocimiento específico, que impulsen la competencia científica
Lineamientos curriculares del Men	Son orientaciones pedagógicas y curriculares que establece el Men para el desarrollo de las áreas	Son una ruta para desarrollar el trabajo en la parte ambiental
Estándares básicos de competencia	Busca que los estudiantes, maestros y maestras se acerquen al conocimiento de las ciencias como científico y como investigadores	Son las capacidades que deben llegar a cumplir los alumnos para desenvolverse en el ser y en el saber hacer.

Plan Nacional de Desarrollo (2014-2018) (Camara de Representantes, 2014)	´´Consolidar a Colombia como el país más educado, mejorando las competencias en matemáticas, lenguaje y ciencias´´.	El gobierno nacional tiene como objetivo mejorar las pruebas Pisa y otras pruebas de índole internacional. Desde el presente proyecto se hace un aporte buscando que el alumno plantee soluciones y desarrolle habilidades y competencias científicas.
Plan decenal nacional (2006-2016)	´´Estructurar y articular los grupos de investigación en ciencia y tecnología en los diversos sectores productivos y comunidades organizadas de la región y los centros e instituciones educativas y las instituciones de educación superior que coadyuven a la solución de problemas en sus planes de desarrollo, PEI y entorno¨.	Con este proyecto se busca compartir experiencias con otras instituciones educativas interesadas en realizar futuros trabajos investigativos, con miras a Plantear soluciones a problemas ambientales.
Plan Educativo Institucional (2015) de la I.E Padre Roberto Arroyave Vélez	¨La comunidad de la institución educativa Padre Roberto Arroyave Vélez, busca una educación integral del individuo que responda a las exigencias del momento, además	Este proyecto se encamina a apoyar el PEI, ayudando a que el alumno, mediante actividades de enseñanza, le permitan ser capaz de plantear soluciones a problemas en las

	pretende formar un individuo consciente y conocedor de la realidad que lo rodea, capaz de transformarla convirtiéndose en agente y artífice de su propio desarrollo partiendo de la investigación y el desarrollo individual´´.	diferentes áreas del saber, específicamente en el área de las ciencias naturales y la educación ambiental.

2.4. Marco Espacial

La Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez del Municipio de San Pedro de los Milagros, está ubicada en el norte de Antioquia, a los 6° 19´19´´ de latitud norte y a 1° 37´ 40´´ de longitud occidental, con una temperatura media de 16° C, a una altura sobre el nivel del mar de 2 475 metros y a una distancia de 44 kilómetros del Municipio de Medellín. La Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez, cuenta con una población estudiantil, según el SIMAT, de 1 103 estudiantes entre mujeres y hombres; las edades de los alumnos oscilan entre 5 y 18 años, en niveles de preescolar, básica primaria, secundaria y media, divididos en una sede urbana y tres rurales.

Su modelo educativo es humanista y desarrollista. La primaria se trabaja con mono docente hasta el grado segundo y en el grado cuarto, quinto y el bachillerato se labora por profesorado. Actualmente cuenta con 34 docentes, 1 coordinadora y 1 rector, al igual que personal administrativo de apoyo en la institución. Los docentes son en su mayoría licenciados y otros profesionales no licenciados, algunos tienen especialización y se preparan 13 docentes de la institución en diferentes maestrías en distintas áreas del conocimiento.

Este proyecto se centra en la básica secundaria y se realizó con los 43 estudiantes del grado sexto A, compuesto por 17 niñas y 26 niños, estos estudiantes tienen un promedio de edad de doce años, y constituyen un 5% de la población estudiantil.

3. Diseño metodológico

En este capítulo se presenta un panorama del proceso que se utilizó para desarrollar la propuesta pedagógica planteada. Para ello, se abordaron los pasos relevantes y las estrategias necesarias para llevar a cabo el enfoque metodológico adoptado.

3.1. Análisis de experiencias (o estudio de caso)

El estudio de caso o análisis de caso es un instrumento para investigar, cuyos orígenes se remontan a la investigación en medicina y psicología; pero que también ha sido empleado en campos como la sociología. Este instrumento ha sido utilizado como método de evaluación cualitativa. En la evaluación educativa fue utilizado por el psicólogo Robert E. Stake quien fue uno de los primeros en aplicarlo.

En educación, se puede hacer un estudio de caso de un alumno, un profesor, un aula y hasta un colegio. Este instrumento es muy útil para analizar problemas prácticos o situaciones concretas. En el estudio se formula el problema de manera descriptiva, por medio de recursos narrativos y, en algunos casos, de imágenes. En este caso concreto el análisis de experiencias tuvo lugar en un grupo del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.

En la presente propuesta se realizaron algunas experiencias con prácticas pedagógicas, que se describen en el método y más a profundidad en la sistematización de la propuesta. Luego de realizar dichas prácticas, se hicieron comparaciones con otros estudios similares que se han reseñado en los antecedentes. Finalmente, se presentan los resultados y se emiten conclusiones y recomendaciones.

3.2. Método

Se empleó la investigación acción participativa y el método utilizado para la realización de ésta investigación presenta un enfoque mixto, porque en él se lleva a cabo un proceso de recolección de datos de tipo cualitativos y cuantitativos: cualitativos en el sentido de que se empleó un estudio de caso, producto del análisis de como los estudiantes del grado sexto dimensionan los números grandes y de esa manera se apropian del concepto de tiempo geológico; y cuantitativos, en el sentido de que luego de dicha recolección se utilizaron herramientas estadísticas para el análisis del formulario en línea y las prácticas de aula.

Durante todas las etapas se utilizó la observación directa del comportamiento de los estudiantes y paralelamente se fue guiando la recolección de datos, realizando registros de lo observado.

De esta manera, en la primera etapa se observó a través de un diagnóstico algunas concepciones de geociencias que tienen los estudiantes del grado sexto, entre ellas las relacionadas con el concepto del tiempo geológico. Para dicho diagnóstico se empleó un cuestionario en línea que los estudiantes respondieron en clase.

En la segunda etapa se diseñaron y, en una tercera, se aplicaron, tres actividades que constituyen la propuesta didáctica. Estas se diseñaron con el objetivo de que los estudiantes a través de la operacionalización con números grandes dimensionen las escalas temporales inmersas en el concepto del tiempo geológico

En la cuarta etapa se analizaron los procesos operativos de los estudiantes en las situaciones problemas de las prácticas de aula y se evaluaron los resultados obtenidos.

3.3. Tipo de investigación y enfoque

El modelo empleado es el de investigación acción educativa, porque en esta propuesta se plantea una problemática al interior del aula, cuya solución a su vez permite reflexionar sobre la práctica pedagógica, reflexión que se hará mediante un estudio de caso; el cual pretende: confirmar teorías conocidas, construir un registro de lo que sucede durante el proceso de investigación, describiendo la ocurrencia de determinadas situaciones, y permitiendo comprobar fenómenos concretos.

El enfoque cualitativo permite establecer relaciones entre variables o constructos que describen y explican un fenómeno. Según Murillo y Martínez-Garrido (2010):

> La aplicación de la investigación etnográfica al entorno educativo recibe el nombre de etnografía educativa. La etnografía se centra en explorar los acontecimientos diarios de la escuela aportando datos descriptivos acerca de los medios, contextos y de los participantes implicados en la educación con el objetivo de descubrir patrones de comportamiento de las relaciones sociales, o de las dinámicas que se producen en el contexto educativo. (p. 4)

3.4. Instrumentos de recolección de la información

Los instrumentos empleados en la propuesta para realizar la recolección de la información requerida para su desarrollo son:

Las fuentes primarias: El cuestionario, la observación directa, y la práctica de aula.

Las fuentes secundarias: revistas, documentos de archivos y artículos.

El cuestionario en línea fue elaborado con preguntas de fácil comprensión que permitieron compilar la información deseada y aplicarlo a un buen número de estudiantes. La observación directa facilitó ahondar en las conductas de los estudiantes en su contexto. La práctica de aula permitió examinar los procesos operativos de los estudiantes con respecto al sistema posicional decimal y el manejo de números grandes, para finalmente relacionar los números grandes con las escalas temporales manejadas en el concepto de tiempo geológico.

3.5. Población y Muestra

Para esta investigación se seleccionó una muestra perteneciente al grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez, específicamente el grupo 6ºA, que está compuesto por 49 estudiantes (de los cuales todos realizaron el formulario en línea, y 43 realizaron la práctica “La edad de la Tierra en granos de arroz”). Sus edades promedio son entre 11 y 12 años.

3.6. Delimitación y Alcance

Este trabajo tiene como alcance, presentar una propuesta didáctica que permita mejorar el acercamiento a las ciencias naturales del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez a través de unas prácticas de aula enfocadas en la concepción y el dimensionamiento del tiempo geológico y los números grandes.

3.7. Planificación de actividades

A continuación, se presentan las actividades programadas para este proyecto:

Tabla 3 Planificación de actividades

FASE	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
Diagnóstico	Identificar, mediante una prueba diagnóstica consistente en un formulario en línea, algunas dificultades que presentan los estudiantes del grado sexto con conceptos de geociencias relacionados con el tiempo geológico.	1.1. Visitando el planeta del Geógrafo: Aplicación de un cuestionario en línea por medio de la herramienta de Google Docs. 1.2. Revisión bibliográfica sobre las teorías y las hipótesis sobre la enseñanza y la aprehensión del concepto de tiempo geológico.
Fase 2: Diseño de las actividades base para las prácticas de aula: La edad	Diseñar tres prácticas de aula, que a través de situaciones problema, ayuden a los estudiantes a	2.1 Diseño y construcción de la práctica de aula “La edad de la Tierra en granos de arroz”. 2.2 Diseño y construcción de la práctica de aula “El pulso del tiempo”. 2.3 Diseño y construcción de la práctica de

de la Tierra en granos de arroz; El pulso del tiempo; De lo instantáneo a lo eterno.	dimensionar números grandes para facilitar en ellos la concepción del tiempo geológico.	aula “De lo instantáneo a lo eterno”.
Fase 3: Implementación de las prácticas de aula: La edad de la Tierra en granos de arroz; El pulso del tiempo; De lo instantáneo a lo eterno	Desarrollar las prácticas de aula, orientadas a la comprensión y el dimensionamiento de números grandes que faciliten la concepción del tiempo geológico con los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.	3.1. Ejecución de la práctica: La La edad de la Tierra en granos de arroz. 3.2. Ejecución de la práctica: El pulso del tiempo. 3.3. Ejecución de la práctica: De lo instantáneo a lo eterno.
Fase 4: Evaluación	Evaluar las prácticas de aula desarrolladas con los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.	4.1. Análisis de los resultados obtenidos después de la implementación de las prácticas de aula en el grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.

4. Trabajo Final

4.1. Desarrollo y sistematización de la propuesta

En esta fase del trabajo se implementaron cuatro prácticas de aula. En la primera, a manera de diagnóstico, los estudiantes desarrollaron un formulario en línea: cuestionario que tuvo como objetivo sondear algunos conceptos relacionados con geociencias, números grandes y la noción del tiempo geológico.

La segunda, llamada La edad de la Tierra en granos de arroz, fue dividida en tres momentos: primero, una experiencia de predicción y conteo de arroces; segundo, un análisis y puesta en común de los resultados obtenidos en el conteo; y, para finalizar, se desarrolló un taller donde se dimensionó la edad geológica de la Tierra.

La tercera práctica de aula, llamada El pulso del tiempo, desarrolló a partir de un conteo sencillo, por medio de la medición del pulso cardíaco, la operacionalización con números grandes.

La cuarta y última práctica fue desarrollada a partir de un artículo de revista titulado “De lo instantáneo a lo eterno” (Labrador, 2002). Este artículo realiza una exposición de las unidades de tiempo, desde los episodios más efímeros hasta las duraciones más largas con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con escalas inusuales de tiempo y números grandes; desde escalas subatómicas, hasta el tiempo geológico y cosmológico.

4.1.1. Visitando el planeta del geógrafo

Inicialmente, para identificar algunas dificultades que presentan los estudiantes del grado sexto con relación a temas de geociencias y, en especial, para adquirir el concepto de tiempo geológico, se implementó un cuestionario y se utilizó una de las herramientas que

actualmente brindan las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación); un formulario de Google Docs.

Para el desarrollo del cuestionario, se tomaron extractos del capítulo 15 del libro El principito, del autor francés Antoine de Saint Exupéry, como preámbulo a las preguntas. Este capítulo presenta una acertada introducción a muchos de los conceptos utilizados en geociencias y especialmente en la disciplina de la geología. Allí se narra el encuentro entre el principito y el geógrafo, sabio que tenía a su disposición un planeta maravilloso, pero que desgraciadamente no conocía, porque carecía de exploradores.

El principito y el sabio plantean cuestiones fundamentales sobre la noción del tiempo geológico, que se mueve entre lo “efímero” y lo “eterno”. Los textos utilizados permitieron ambientar y acercar a los estudiantes de una manera más lúdica a las preguntas formuladas.

El formulario constó de 9 preguntas de selección múltiple, que fueron desarrolladas por los estudiantes durante dos horas de clase. Para el desarrollo del cuestionario los 49 estudiantes del grupo 6A utilizaron sus celulares inteligentes y 10 tabletas facilitadas por la institución educativa.

Los estudiantes respondieron el formulario y posteriormente estas respuestas fueron analizadas en el aparte de los resultados. El formulario puede ser observado en los anexos del trabajo final.

4.1.2. La edad de la Tierra en granos de arroz

4.1.2.1. Origen y propósito de la práctica

La práctica se gestó el 22 de enero del año 2011 como una inquietud generada a partir de una lectura de un texto del suplemento del periódico El Colombiano sobre la Tierra, su dinámica y su edad cronológica; establecida en 4 560 000 000 años. ¿Cuántos kilos de arroz pesa el tiempo geológico de la Tierra? Fue la pregunta que surgió a partir de ese momento.

Luego fue necesaria la conjunción de una tarde libre en el transcurrir del domingo 23 de enero, con una idea creativa para hacer realidad este proyecto.

Los materiales que se convirtieron en cómplices de la práctica fueron: Una libra de arroz, y no precisamente para hacer un arroz con leche; dos cucharas, primero, una mediana y, finalmente, por ensayo y error, una de las pequeñas; un pocillo “tintero”; un recipiente de plástico grande; una balanza gramera de hasta 2 kg y precisión de 10 g; un lapicero; un cuaderno y una calculadora.

El objetivo no era muy claro al principio, pero con el pasar de los minutos, la dinámica experimental y el disfrute del ocio creativo, la práctica fue teniendo sentido. El sentido práctico que, para “matar el tiempo” sólo es necesario olvidarse de él.

Fue así entonces que la primera pregunta apareció en escena:

¿Cuántos gramos pesan 30 cucharadas medianas de arroz?

La respuesta requirió de 8 repeticiones del siguiente proceso: Poner en la gramera, una a una, 30 cucharadas medianas rebozadas con granos de arroz crudo. El resultado promedio indicó que estas 30 cucharadas pesaron aproximadamente 240g.

Seguidamente se calcularon cuántas cucharadas medianas había en una libra de arroz, tomando la libra con una equivalencia de 500 g. Así:

$$500g * \frac{30\ cucharadas}{240g} = 62{,}5\ \approx 62\ cucharadas$$

Todo iba marchando bien hasta que se trató de contar todos los granos de arroz que cabían en una cucharada mediana a rebosar. Esta dificultad técnica, que pareció una eternidad, hizo que se tomara la decisión de repetir la pregunta inicial, pero con una cuchara pequeña.

Al repetir el proceso inicial, pero utilizando la cuchara pequeña, fue posible establecer que las treinta cucharadas pequeñas pesaron en promedio 140g, y que en 500g de arroz hay, aproximadamente, 107 cucharadas pequeñas.

Posteriormente se calculó cuánto pesaba en promedio 1 cucharada pequeña de arroz:

$$1\ \cancel{cucharada\ pequeña} * \frac{140g}{30\ \cancel{cucharadas\ pequeñas}} = 4{,}6g$$

Y después, ahora sí, se contaron en 5 ocasiones, el número total de granos de arroz que cabían en una cucharada pequeña de arroz:

1=240 2=286 3=246 4=236 5=244

Así, aproximadamente, cabían en promedio 250 granos de arroz.

Jugando, jugando se llegó a una pregunta esencial para la práctica:

¿Cuánto pesa en promedio 1 grano de arroz?

Y a su evidente respuesta: Si 250 granos pesaban 4,6g, ¿Cuánto pesaría 1 grano?

$$1\ \cancel{grano} * \frac{4{,}6g}{250\cancel{granos}} = 0{,}0184g \approx 0{,}02g$$

Teniendo como base que un arroz pesaba 0,02g, es decir, que haría falta juntar 50 arroces para sumar 1 gramo de ellos, apareció la pregunta tendenciosa de la inquietud original:

¿Cuántos kilos de arroz pesa el tiempo geológico de la Tierra, si un arroz fuera un año? Lo anterior pensando en que un grano de arroz pesaría 0,02g, que cada grano representaría un año y que la edad geológica de nuestro planeta es de aproximadamente 4 560 000 000 años, o lo que es igual a 4 560 millones de años.

$$4\ 560\ 000\ 000\ \cancel{años} * \frac{0{,}02g}{1\ \cancel{año}} = 91\ 200\ 000g = 91\ 200Kg = 91{,}2toneladas$$

Entonces se pensó que para acercar estás cantidades a algo más tangible y que pudiera ser visualizado más fácilmente por los estudiantes, se les preguntaría ¿Cuántas "volquetadas" harían falta para cargar todo el tiempo geológico de la Tierra? Tomando en cuenta que una volqueta pudiera cargar 5 toneladas de arroz.

$$91{,}2\cancel{toneladas} * \frac{1volquetada}{5\cancel{tonelasdas}} = 18{,}2volquetadas \approx 18\ volquetadas$$

Finalmente el objetivo de la práctica quedó al descubierto: Permitir que los estudiantes dimensionen la magnitud de la edad geológica del planeta Tierra. Además: que se familiaricen con el uso de unidades de medida como el gramo (g); adquirir destreza en el uso de la balanza gramera; y utilizar factores de conversión en la solución de problemas.

4.1.2.2. Predicción y conteo de arroces

En esta etapa, se inició con el ejercicio de predicción y conteo de granos de arroz.

Al principio de esta actividad a cada estudiante se le dio una cucharadita rebozada de arroces crudos. Los estudiantes debían predecir el número de arroces contenidos en el montoncito y anotar este número en un formato (ver anexos). Seguidamente debían contar, a su manera, el número total de arroces y encontrar la diferencia entre la predicción y el resultado del conteo. Se permitió que los estudiantes se tomaran todo el tiempo necesario para contar los arroces, debido a que por experiencias previas se sabía que el proceso de contar los arroces no era tarea fácil.

Al finalizar el conteo de los arroces por parte de los estudiantes, se tomaron los arroces contados y se depositaron en un recipiente plástico grande, el cual fue pesado en la balanza gramera con el fin de obtener el peso total de los arroces contados y calcular posteriormente el peso promedio de un solo grano de arroz.

Esta acción del conteo de arroces crudos que caben en una cuchara pequeña permitió que los estudiantes se acercaran a uno de los procesos matemáticos más primitivos; el cálculo. Es en este ejercicio, en el que los estudiantes pudieron empezar a dimensionar que una cantidad puede ser mucho mayor de lo que ellos esperaban y así, ayudarles a entender un poco que la edad geológica del planeta Tierra consiste en una cantidad enorme pero ciertamente imaginable y perceptible.

4.1.2.3. Análisis y puesta en común de los resultados del conteo

Una tercera etapa consistió en la sistematización y exposición en clase de los resultados obtenidos en la experiencia del conteo de arroces. En este proceso se utilizó un video beam para proyectar la tabla en Excel (ver anexos) que permitió hacer los correspondientes estadísticos para la práctica de aula.

La tabla de Excel que se elaboró contenía dos hojas de cálculo. La hoja 1 presentaba, en su primera columna, los nombres de los alumnos; en la segunda se anotaron las edades de los estudiantes, para tener un referente temporal que los identificara; en la tercera se organizaron las cantidades de arroces contados de menor a mayor número; en la cuarta se calculó por medio de la función de sumatoria de Excel el total de los arroces contados por los alumnos; la quinta columna presentó la cantidad promedio de arroces por cucharadita y, finalmente, en la sexta columna se calculó la desviación estándar de los datos.

La hoja 2 de Excel (ver anexos) tenía por objetivo calcular el peso promedio de un grano de arroz. El anterior cálculo se obtuvo mediante la división del peso total de los arroces por la cantidad total de arroces contados por los estudiantes.

Cada uno de los resultados obtenidos fue discutido con los estudiantes para que se permearan de la operacionalización posterior que puede conllevar un simple conteo, además de la importancia de sistematizar, utilizando números grandes, por medio de las herramientas del programa de Excel, que posiblemente utilizarán en un futuro cercano.

4.1.2.4. Taller de La edad de la Tierra en granos de arroz

En la cuarta fase del trabajo de campo de la presente práctica se desarrolló el taller donde se dimensionó la edad geológica de la Tierra a partir del peso promedio de un solo grano de arroz. Para lograr este objetivo se utilizó un formato (ver anexos) en que se consignaron unas preguntas que los estudiantes debieron responder en equipos de dos personas.

Los estudiantes iniciaron anotando en el taller los datos y los cálculos arrojados en las anteriores etapas de la práctica: ¿En promedio cuántos granos de arroz (crudos) caben en una cucharadita pequeña (rebozada)?, ¿Cuántos fueron en total los arroces contados por todos los estudiantes?, ¿Cuál es el peso total de todos los granos de arroz contados por los estudiantes?, ¿Cuánto pesa en promedio un (1) grano de arroz?

Después, los estudiantes, con ayuda del docente, realizaron los respectivos cálculos necesarios para responder a las preguntas finales del taller: ¿Cuántos arroces hay aproximadamente en una libra de arroz? ¿Cuántos gramos, cuantos kilogramos y cuantas toneladas de arroz representan el tiempo geológico del planeta Tierra? ¿Cuántas “volquetadas” de arroz son necesarias para cargar todo el tiempo geológico del planeta Tierra? (Teniendo en cuenta que la Tierra tiene una edad aproximada de 4.560 millones de años, que el peso promedio de un grano de arroz equivale a un (1) año y que una volqueta puede cargar aproximadamente 5 toneladas). Es decir, si una volqueta puede cargar 5 toneladas de arroz, ¿Cuántas serán necesarias para cargar todo el tiempo geológico del planeta Tierra?

La práctica finaliza con la idea de que los estudiantes hayan percibido; o por lo menos visualizado en algo tangible, como lo son las “volquetadas” de arroz; la magnitud de la edad geológica del planeta Tierra.

4.1.3. El pulso del tiempo

4.1.3.1. Origen en el pulso cardíaco, de “El pulso del tiempo”

> Nadie se daba cuenta de que, al ahorrar tiempo, en realidad ahorraba otra cosa. Nadie quería darse cuenta de que su vida se volvía cada vez más pobre, más monótona y más fría. Los que lo sentían con claridad eran los niños, pues para ellos nadie tenía tiempo. Pero el tiempo es vida, y la vida reside en el corazón. Y cuanto más ahorraba de esto la gente, menos tenía.
>
> (Ende, 1973, p. 74)

En el capítulo 6 del libro “Momo” del escritor alemán Michael Ende se hace una hermosa reflexión sobre el tiempo y en especial sobre esa frase tan típica que supuestamente nos permitirá ser más felices, esa frase que dice que todo se soluciona “ahorrando tiempo”. Este capítulo, llamado: “La cuenta está equivocada, pero cuadra” narra cómo el barbero de la historia, el señor Fusi, es abordado en su negocio por uno de los hombres grises de la caja de ahorros del tiempo. El agente número XYQ/384/b le plantea al señor Fusi que, definitivamente, él pierde su tiempo en muchas actividades innecesarias, y que sólo ahorrando tiempo en la caja de ahorros del tiempo le será posible tener un ahorro de donde sacar tiempo.

En este capítulo el personaje del agente presenta al señor Fusi una serie de cálculos que terminan sobrecogiéndolo y convenciéndolo de que debe ahorrar al máximo posible su preciado tiempo. Son estos cálculos presentados en el capítulo los que motivaron al desarrollo de la práctica, que parte del segundo como unidad de tiempo; porque puede ser representado por un lapso equiparable a la duración entre un primer golpe y un segundo golpe de los latidos cardíacos.

La práctica de aula también se apoya en una idea que nace de la participación en la brigada de emergencias y atención de desastres de la Institución Educativa. Se gesta como la conjunción entre la importancia de que los estudiantes aprendieran a tomarse el

pulso cardíaco, uno de los principales signos vitales que se le debe tomar a una persona en caso de una emergencia, y la necesidad de realizar un conteo básico de algo tan cercano como nuestro corazón, pero a veces tan ajeno, para afianzar la noción de número y dimensionar números grandes.

Para esta práctica se pensó en que los estudiantes podían ir escalando desde un número pequeño; como es el representado por el número de latidos generados por el corazón de cada estudiante a lo largo de 15 segundos; hasta un número tan grande como el representado por el número de latidos que el corazón del estudiante generaría en un lapso de 75 años.

4.1.3.2. Objetivos de la práctica, materiales y situación problema

El objetivo general se estableció para que, a partir de un conteo sencillo, por medio de la medición del pulso cardíaco, los estudiantes realicen operaciones para llegar al dimensionamiento de números grandes.

Los objetivos específicos de la práctica son: Aprender a tomarse el pulso cardíaco, calcular el número de latidos por minuto (lpm) y dimensionar la magnitud del número de latidos que un niño, un adulto y un adulto mayor pueden llegar a tener a lo largo de sus vidas.

La práctica tiene la ventaja de poderse realizar con materiales de fácil acceso: Un cronómetro, una calculadora, papel y lápiz. Los dos primeros materiales se tienen a la mano en los celulares de los estudiantes.

La pregunta problematizadora inicial que permite el desarrollo de la práctica parte de una estimación aproximada:

En estado de reposo, ¿Cuántas veces crees que late tu corazón en 1 minuto?

Luego se presentan las preguntas problematizadoras orientadoras:

¿Hay alguna diferencia entre el número de latidos por minuto (lpm) de un niño, un adulto joven, y un adulto mayor?

¿Cuántas veces ha latido tu corazón a lo largo de tu vida?

¿Cuántas veces habrá latido tu corazón cuando tengas 75 años?

Luego del planteamiento inicial de las preguntas se pasó al desarrollo de la práctica.

4.1.3.3. Tomando el pulso en parejas

A veces es necesario sentir el latir de un corazón ajeno para hacerse partícipe del propio. La primera instrucción dada para iniciar con la práctica fue la de tomarse con calma la respiración para luego sentir el latir del corazón en las diferentes partes del cuerpo. De arriba a abajo fue posible percibir el pulso cardíaco en: la sien, el cuello, la parte interna del brazo, la arteria radial de la muñeca, la parte trasera de la rodilla y el tobillo.

En este punto al igual que en la práctica del formulario en línea y la de La edad de la Tierra en granos de arroz es fundamental que los estudiantes sean conscientes de su nombre y de su edad.

En parejas y alternándose, cada uno se tomó el pulso a lo largo de 15 segundos que fueron medidos por el compañero. El momento de inicio del conteo lo dio quien estaba tomándose el pulso. Finalmente, el momento de terminación del conteo lo dio quien tomó el tiempo.

Cada estudiante anotó en la hoja de su taller el número de latidos contados a lo largo de los 15 segundos para posteriormente multiplicar por 4 y encontrar sus lpm (latidos por minuto).

4.1.3.4. Ahora ¡Vamos a calcular!

Luego de calcular el número de latidos por minuto (lpm) cada estudiante debía calcular la cantidad de latidos en: 1 hora, 1día, 1 semana, 1 mes y 1 año. El procedimiento matemático que implicó las multiplicaciones consecutivas fue escrito por los estudiantes en una hoja cuadriculada que se anexó a la hoja de la guía de la presente práctica.

En la guía del taller fueron utilizados algunos factores de conversión para facilitar los cálculos que debían ejecutar los estudiantes.

Finalmente, los estudiantes respondieron las preguntas iniciales que orientaban la situación problema que permitió que ellos partieran de un número pequeño, hasta llegar a un número de dimensiones de miles de millones.

4.1.4. De lo instantáneo a lo eterno

En esta práctica, para empezar la clase y motivar a los estudiantes, se leyó en voz alta un álbum ilustrado de los autores portugueses Joao Pedro Mésseder y Gémeo Luís. Este maravilloso libro llamado *El tiempo vuela* ilustra por medio de un poema la paradoja actual que representa el tiempo en nuestra vida diaria, un tiempo fragmentado e inconexo que nos aleja del juego y la contemplación, haciéndonos olvidar por completo del deleite de la vida.

A continuación, se contó un cuento africano sobre la relatividad del tiempo. Este cuento fue hallado hace un buen tiempo en un artículo de la *Revista América Negra*. El texto fue recopilado por el cuentero colombiano Nicolás Buenaventura Vidal dentro del artículo "Viaje a la tierra de los griots", escrito por él en la mencionada revista. Los griots son los cuenteros tradicionales del África, denominados así, especialmente, en Costa de Marfil, Burkina Fasso y Malí. Por medio de la narración oral o cuentería es posible interactuar con los estudiantes y hacer que las clases se hagan más entretenidas.

Después del cuento africano se presentaron unas diapositivas de unas imágenes y unos textos del tomo XIII, "Matemágicas", de la enciclopedia El mundo de los niños, de Salvat editores. Por medio de estas imágenes se explicaron algunas de las prácticas ancestrales que fundamentaron el sistema numérico decimal; como el contar con los dedos, el origen práctico de los primeros conteos al censar los rebaños, el detenerse en el diez y utilizar piedras por decenas, y la invención del ábaco como primera máquina de calcular. De esta manera los estudiantes evidenciaron que las matemáticas y el cálculo nacen de la vida cotidiana y no son una invención de los profesores para hacerles la vida imposible.

Para finalizar la práctica se utilizó el artículo de la revista Investigación y Ciencia "De lo instantáneo a lo eterno" del año 2002, con una lista confeccionada por David Labrador que se utilizó para "viajar" por las unidades del tiempo como se conciben gracias a los

avances y los conocimientos de la ciencia moderna. Se describieron eventos y fenómenos (Físicos, químicos y biológicos) que ocurren durante estas unidades de tiempo. Estas unidades se escribieron en el tablero con su respectiva cifra, dimensionando la cantidad que representaban, respectivamente: Un attosegundo (10^{-18} segundos, una trillonésima de segundo), un femtosegundo (10^{-15} segundos, una milésima de billonésima de segundo), un picosegundo (10^{-12} segundos, una billonésima de segundo), un nanosegundo (10^{-9} segundos, una millardésima de segundo), un microsegundo (10^{-6}, una millonésima de segundo), un milisegundo (10^{-3} una milésima de segundo), una décima de segundo, un segundo, un minuto, una hora, un día, un año, un siglo, un millón de años y mil millones de años.

4.2. Resultados

En esta sección del trabajo final se presentan los resultados de las actividades de aula que se describieron en la sistematización de la propuesta, con sus respectivas consideraciones enmarcadas dentro una reflexión pedagógica, acorde con los objetivos planteados al inicio. Debemos recordar que el objetivo general de la propuesta implica la elaboración de unas prácticas de aula en el grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez que contribuyan a la enseñanza de las ciencias naturales desde la concepción del tiempo geológico y su dimensionamiento a través de los números grandes.

4.2.1. Visitando el planeta del geógrafo

En esta actividad pedagógica se pusieron en evidencia no sólo algunas falencias sino también algunas fortalezas que presentan los estudiantes frente a algunos conceptos que se manejan dentro de las geociencias, conceptos fundamentales para abordar los temas del currículo del grado 6º.

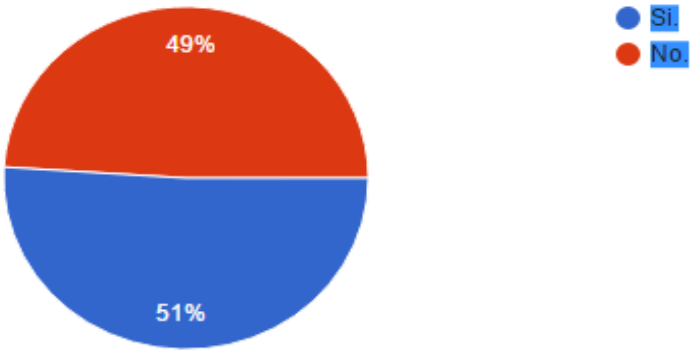
En la malla curricular del grado 6º se debe enfatizar en la necesidad de manejar nociones que permitan dimensionar la magnitud del tiempo geológico y cosmológico, ya que la

primera unidad del curso desarrolla el origen del universo y el origen de la vida como fenómenos claves en las explicaciones científicas modernas.

En el presente año lectivo, a través de la práctica docente, se evidenció la dificultad de los estudiantes del grado sexto para dimensionar la cantidad de años que representan el surgimiento del universo, según la moderna teoría del Big Bang, que implica que el universo tiene una antigüedad aproximada de 15.000.000.000 años. Además, cuando se trabajó el tema del origen de la vida sobre nuestro planeta, fue necesario escribir la edad aproximada, según las teorías científicas más modernas; y en esta explicación fue claro que para los estudiantes es difícil leer guarismos que sobrepasan sus concepciones dentro de su pensamiento espacial y el manejo de números grandes.

4.2.1.1. Análisis de los resultados del formulario en línea

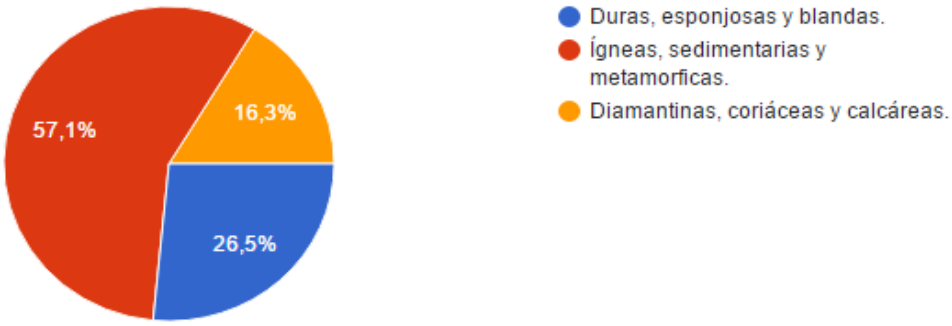
Figura 1 ¿Conoces el nombre de tus bisabuelos?



Esta pregunta fue planteada con el objetivo de orientar a los estudiantes a hacer una retrospectiva relacionada con el tiempo, iniciando por su propia familia.

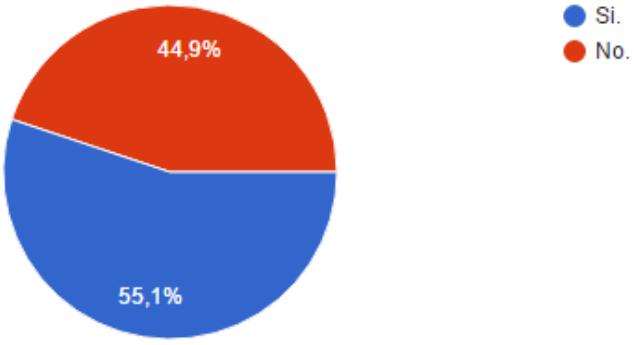
Los resultados de esta pregunta representan un empate técnico, con un solo estudiante de diferencia entre las dos opciones. Se generó curiosidad, porque en la elaboración del cuestionario, se pensó que la mayoría de los estudiantes desconocerían el nombre de sus bisabuelos; pero genera sorpresa que los estudiantes sí conozcan estos nombres. Las condiciones socio-económicas de las familias de los estudiantes de la Institución, evidenciarían que es posible que no exista una diferencia significativa entre sus generaciones pasadas y esto les haya permitido conocer a sus bisabuelos.

Figura 2 Las rocas son la evidencia de la evolución geológica. Según su origen, las rocas terrestres se clasifican en tres tipos. ¿Conoces sus nombres?



En esta pregunta 28 estudiantes respondieron correctamente. Este 57% puede evidenciar que de alguna manera los estudiantes tienen claro que los tipos de rocas terrestres son las ígneas, las sedimentarias y las metamórficas. Revisando el currículo de los niveles de la básica primaria y sondeando con algunas profesoras de la Institución se pudo establecer que estos conceptos fueron vistos anteriormente en los temas de clase. También se puede suponer que los estudiantes conocen lo que significan estas tres palabras, o por lo menos las han escuchado. Mientras que los restantes estudiantes, que también son una muestra representativa, desconocieron la respuesta más aceptada en la actualidad. Los estudiantes, en muchos casos, pueden confundirse fácilmente por respuestas familiares.

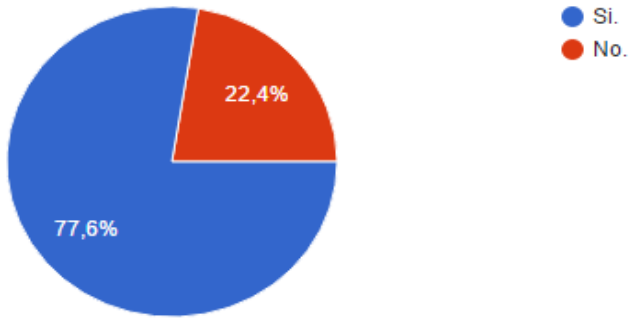
Figura 3 ¿Sabes en que consiste la teoría de las placas tectónicas?



A pesar de la cercanía de los resultados, la opción sí, con 27 de las 49 respuestas, nos indica que los estudiantes han escuchado sobre la teoría de la Tectonica de Placas, que en el cuerpo de las disciplinas geocientíficas es relevante y ampliamente difundida por los

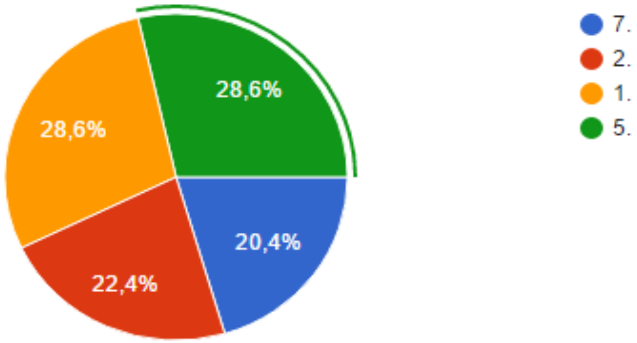
programas televisivos especializados en estos temas. El reconocimiento de al menos el nombre de la teoría de las placas tectónicas, que técnicamente es llamada como la tectónica de placas, nos da un insumo pedagógico en el inicio de la enseñanza de la biogeografía; que es una disciplina que nos puede explicar la distribución y el cambio del fenómeno de la vida en el planeta Tierra.

Figura 4 ¿Sabes qué es un fósil? ¿Crees que los fósiles están relacionados con la evolución biológica de la Tierra?



A pesar de parecer una pregunta clara, evidente y hasta circular; el resultado nos demuestra que 11 del total de 49 estudiantes desconocen la importancia de los fósiles. Es importante recordar que los fósiles nos han permitido establecer la historia natural de nuestro planeta y ver cómo la vida ha cambiado a lo largo del tiempo geológico.

Figura 5 ¿Cuantas extinciones masivas crees que han ocurrido a lo largo de la historia del planeta Tierra?



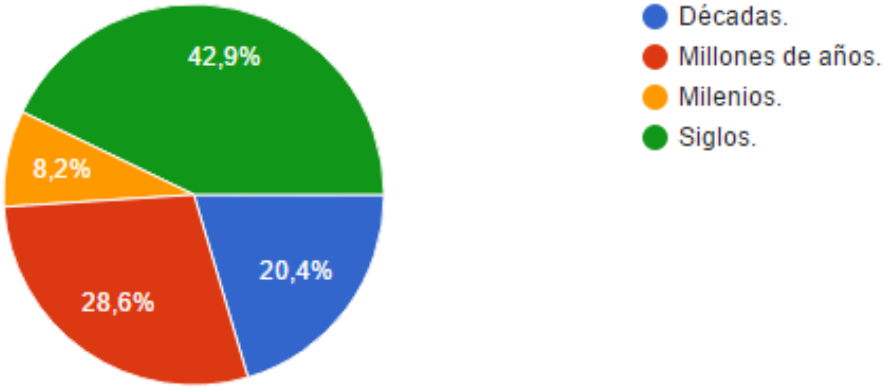
Las respuestas, en general, fueron igualmente significativas. Pero es posible observar que más del 50%; (28 estudiantes), optaron por las respuestas de 1 extinción y 5 extinciones. La primera de estas dos respuestas, puede ser explicada por la asociación mental que

tienen los estudiantes que en la Tierra sólo ha ocurrido una extinción: la gran extinción de los dinosaurios; la segunda puede ser debida a que los estudiantes sí conocen realmente, que durante la historia natural de nuestro planeta, han ocurrido 5 grandes extinciones. Partiendo de este conocimiento se puede implementar en la práctica pedagógica que las extinciones de las especies son fenómenos catastróficos pero normales en el curso de la historia vital del planeta; así es posible ver con los estudiantes, que en la actualidad se está presentando la sexta extinción y, que sólo es posible detenerla con la ayuda de todos y cada uno de los seres humanos que vivimos en él.

Figura 6 ¿Cómo crees que se divide el tiempo geológico?

Esta pregunta evidencia que esos 20 estudiantes que optaron por dividir el tiempo geológico en antes de Cristo y después de Cristo están inmersos en una matriz donde el pensamiento y los referentes históricos son establecidos por la Iglesia Católica; religión predominante en el municipio de San Pedro de los Milagros. También fue sorpresivo en los resultados que en lo respectivo al tiempo geológico una importante cantidad (18 estudiantes) hubiese escogido la respuesta correcta. Lo anterior muestra una gran oportunidad de enseñar a través del tiempo geológico el escalamiento progresivo de sus divisiones fundamentales para trabajar los episodios de transformación de nuestra Tierra. Los 11 estudiantes que respondieron que el tiempo geológico se divide en antigüedad y modernidad indican que la diferencia entre historia y prehistoria es difusa. También se presenta una ambigüedad entre la historia humana y la historia del planeta, que en realidad, debe ser enseñada como una sola, sólo que con una escala espacio-temporal diferente.

Figura 7 ¿Cuáles son las unidades básicas para medir el tiempo geológico?



Al igual que en la pregunta anterior, los estudiantes dimensionan el tiempo geológico desde sus preconceptos sobre el tiempo que, en la mayoría de los casos, están mediados por su experiencia vital y sus conocimientos escolares. Los 21 estudiantes que escogieron los siglos como unidades básicas para medir el tiempo geológico, claramente dan a entender que no conocen ni el significado, ni la dimensión, del concepto de tiempo geológico. Esta deficiencia se convierte en fortaleza si la miramos como la posibilidad de explorar la dimensión real que poseen nuestros estudiantes sobre el tiempo pasado, el presente (su vida personal) y su futuro (lo que sueñan ser).

La opción de que las unidades básicas para medir el tiempo geológico son los millones de años fue escogida por 14 estudiantes, demostrando así que tienen una idea aproximada que para medir los lapsos de tiempo que describen los cambios geológicos, son necesarias unidades de tiempo tan grandes como los millones de años.

Por otro lado, que 10 estudiantes hayan escogido a las décadas como unidades básicas demuestra la desconexión entre los conceptos de lapsos de tiempo medidos en años, y las divisiones del tiempo geológico, que se miden en millones de años.

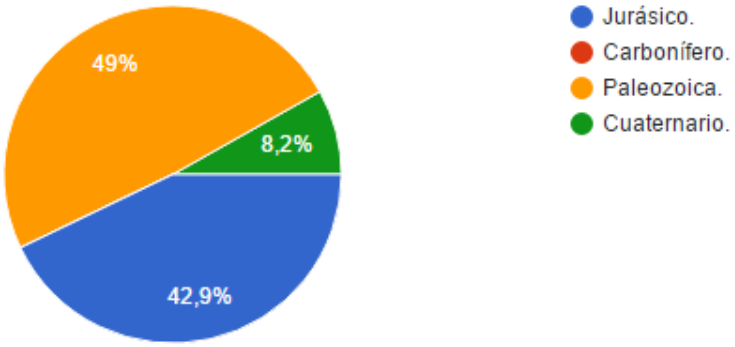
Al respecto de los eventos y las duraciones temporales, Trend (1998) afirma en su investigación con niños entre 10 y 12 años, en el Reino Unido, que:

> Los niños de esta edad tienen una idea general de eventos importantes como la Era del Hielo y el movimiento de los continentes, pero que una cronología clara es prácticamente inexistente. En dichas edades los niños conciben los eventos agrupándolos en dos categorías temporales distintas: ´extremadamente antiguo´ y

´menos antiguo´. Esta concepción puede conducir a enfoques más efectivos para la enseñanza y el aprendizaje. Puede ser el caso que esta polarización representa una etapa temprana en el desarrollo de la comprensión de los niños del tiempo geológico. De ser así, ¿en qué medida deberían los profesores utilizar esta forma de ver este asunto y cómo encaminar los esfuerzos para refinar la comprensión de los niños a través de actividades de aprendizaje bien orientadas?

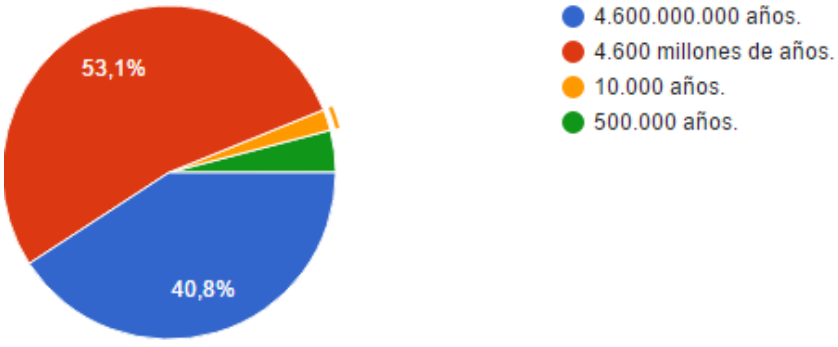
(Trend, 1998, p. 987)

Figura 8 ¿En cuál de las siguientes opciones identificas el nombre de una era geológica?



En este gráfico, se refleja con optimismo, una clara tendencia de que los estudiantes identifican que la era Paleozoica hace parte de la historia natural de la Tierra. En segundo lugar, podemos ver que 21 estudiantes optaron por el Jurásico como nombre de una era geológica, posiblemente debido al fenómeno mediático que ha resaltado el período Jurásico.

Figura 9 ¿Que tan vieja crees que es la Tierra?



Esta pregunta muestra que los estudiantes en general acertaron con más del 90 % en las dos respuestas mayoritarias, ambas correctas. En este resultado se hace evidente que los estudiantes ya conocían las dos cifras, ya que al inicio del presente año se trabajó el tema del origen de la vida y del universo, y se hizo referencia a la edad de la Tierra.

4.2.2. La edad de la Tierra en granos de arroz

4.2.2.1. De Arquímedes y su texto El arenario, a los granos de arroz

Así como los humanos tienen un nombre que los caracteriza y los designa para abstraerlos del común y singularizarlos, los números también poseen el suyo propio. Arquímedes nombró números de magnitudes enormes en su obra los Principios (obra que desapareció), en la cual presentó las bases de la numeración helénica. Pero a pesar de que esta obra se perdió, hoy es posible revivir sus pensamientos sobre la aritmética a partir de su texto El arenario.

Los griegos tenían una enorme aversión al infinito, porque este último no hacía parte de sus necesidades de orden práctico. Entonces aparece en El arenario el genio arquimediano proponiendo que

> Si tuviéramos una esfera de arena tan grande como la de las estrellas fijas que supone Aristarco, se podría demostrar que entre los números citados en el libro de los Principios hay algunos que superan el de granos de arena contenidos en dicha esfera.
>
> (Vera, 1970, p. 206)

Así, plantea Arquímedes que una cantidad que parecería infinita, a los ojos de la gente común e inclusive para los matemáticos de su época, es posible de ser numerada. Más aún, para su cálculo, Arquímedes se vale de una equivalencia entre los granos de arena y las semillas de amapola; utilizando estas últimas como contenedores de los granos de arena, para compararlas luego con un dedo

> Suponiendo ahora que un grano de arena es menor que una semilla de amapola, que esta no contiene más de una miríada de granos de arena, y que el diámetro

> de la semilla no sea menor que la cuarentava parte de un dedo (1 dedo = 0,0001 estadio), coloqué semillas de amapola en fila sobre una regla de modo que se tocaran mutuamente y, al observar que veinticinco semillas ocupaban una longitud mayor que lo ancho de un dedo, supuse que el diámetro de la semilla era más pequeño aún: solo la cuarentava parte de un dedo para que no hubiese contradicciones en lo que me había propuesto.
>
> (Vera, 1970, p. 212)

Es posible ver en este texto como se puede ir escalando de lo pequeño a lo grande. Es factible entender que es necesario dimensionar a partir de lo tangible y cercano, una semilla de amapola y un dedo, algo tan pequeño como lo es un grano de arena, y algo tan enorme como es el mismo universo.

En la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz se trató de partir de un conteo de una cantidad relativamente pequeña de arroces hasta dimensionar progresivamente, con el peso de un grano de arroz, la magnitud de la edad geológica del planeta Tierra. Así frente al objetivo de las prácticas de aula que implican conteos, Caro, 2015, comenta que:

> La escuela ha de centrar sus esfuerzos en generar estrategias didácticas que apunten a la construcción del concepto de número natural de manera significativa y coherente con los diferentes marcos institucionales, sociales, ontológicos y epistemológicos que inciden en los procesos educativos.
>
> Esto implica: comprender el conteo como estrategia esencial para generar comprensiones de la noción de número, crear situaciones que requieran comunicar cantidades, y proponer actividades que posibiliten estructurar diferentes significados de número.
>
> (Caro, 2015, p. 23)

También Díaz (como se citó en Caro, 2015) señala la reivindicación del acto de contar como fuente para desarrollar la construcción del concepto de número.

Entonces ¿por qué no contar arroces? son familiares, accesibles y deliciosos.

4.2.2.2. La edad de la Tierra en granos de arroz en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional

Se hizo presencia en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín con la práctica pedagógica La edad de la Tierra en granos de arroz, y los resultados obtenidos esa mañana, sobrepasaron con creces los esperados.

A pesar de que los profesores del magisterio se encontraban por esos días en las actividades del paro indefinido de docentes, algunos de ellos se hicieron presentes para ser partícipes de esta experiencia.

En primera instancia se hizo una corta presentación del docente encargado de la práctica en cuestión. Luego se hicieron algunas lecturas que sirvieron como mediadoras entre la práctica y la literatura que invita a cargar de significados el concepto de tiempo.

La primera historia que se contó fue el cuento de los dos amigos africanos que viajaban juntos por un desierto y al pararse a descansar bajo una palmera, se desprenden, el uno del otro, para reencontrarse después, habiendo pasado décadas para uno, el más joven; y sólo unas cuantas horas de espera para el otro, el más viejo. Este cuento, reseñado anteriormente en la sistematización, fue escuchado y celebrado con gusto por los profes.

La segunda historia fue la lectura del capítulo XV del libro El principito, que permitió introducir a los docentes dentro de algunas concepciones que presenta este capítulo, sobre el tiempo y algunos conceptos clave sobre geociencias.

La tercera historia se construyó a partir de la reseña del capítulo 6 del libro “Momo” de Michael Ende (Ya señalado en la sistematización). Algunos de los profes, no sólo ya lo conocían, sino que también lo habían utilizado en sus prácticas.

Para poner un poco de ese espíritu científico que debe permear a los profes interesados por los conceptos de la física, se leyó una concepción sobre el tiempo, desarrollada por Newton en el Escolio de los *Principia*:

> No defino el tiempo, el espacio, el lugar ni el movimiento, porque son bien conocidos de todos. Sólo debo señalar que el hombre común no concibe estas magnitudes bajo ninguna otra noción que no sea la relación que mantienen con los objetos sensibles. Y de ello surgen ciertos prejuicios, para cuya eliminación será

> conveniente hacer la distinción entre lo absoluto y lo relativo, lo verdadero y lo aparente, lo matemático y lo común (…)
>
> El tiempo absoluto, verdadero y matemático, sin relación a lo exterior, discurre uniformemente y se llama duración. El tiempo relativo, aparente y vulgar es esa medida sensible y externa de una parte de duración cualquiera (igual o desigual), tomada del movimiento: Tales son las medidas de horas, de días, de meses, etc. Que se usan ordinariamente en lugar del tiempo verdadero.
>
> (Sepúlveda, 2012, p. 146)

El anterior texto fue relacionado con el ejercicio de “mirar el tiempo en dos relojes distintos”, práctica mediada por el segundero de dos relojes de pared: El uno, cuyo movimiento se detiene segundo a segundo, vs el otro; uno de esos segunderos que no se detiene en su caminar cíclico y que, con su continuidad, altera la vista y crispa los nervios.

También se leyó un texto del capítulo X del libro *Los negroides*, del escritor antioqueño Fernando González.

Después de los cuentos y los textos como fase introductoria, se pasaron a las dos actividades centrales de la práctica: La predicción y el conteo de arroces, y el desarrollo del taller para dimensionar la edad de la Tierra en granos de arroz.

De los eventos más sorpresivos al revisar el formato de predicción y conteo de arroces, fue que uno de los adultos participantes borró el número de su predicción y puso uno más parecido al que calculó en el conteo. Lo anterior genera sorpresa, puesto que fue el mismo comportamiento seguido por un gran número de estudiantes en la práctica realizada en el grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez. Se podría explicar esta negación del error, debido a la baja tolerancia al fracaso que imprimen los adultos, incluyendo a los docentes, en los niños y los jóvenes, en una sociedad altamente egoísta y competitiva; en donde no hay lugar para el error. Con respecto al la autovaloración y a la autocensura, Nagay (1990) dice

> En la escuela es donde por primera vez el niño se halla confrontado con el grupo de niños de su edad y comparado con los individuos que componen este grupo. Tal vez, más que los comportamientos de los compañeros y del suyo propio son las apariencias que de él hagan sus maestros, las que contribuirán a desarrollar en el niño actitudes de autovaloración o de baja autoestima.

(Nagay, 1990, p. 9)

También menciona Nagay que:

> El conocimiento de la dinámica de grupo aumenta la comprensión del maestro de cómo se desarrolla y funciona la personalidad de sus alumnos, los cuales aprenden sobre sí mismos y del mundo, gracias a diversas interacciones sociales; en donde se verán obligados a examinar, corregir y ampliar sus ideas sobre la realidad.
>
> (Nagay, 1990, p. 11)

Por lo anterior es de suma importancia valorar positivamente, no solo los aciertos; sino también, encontrar en los desaciertos de los estudiantes, la posibilidad de replantear estrategias para su crecimiento personal. La historia de las ciencias naturales está plagada de esos “errores” que, de no ser así, no hubiesen sido el “caldo de cultivo” de los conceptos que en la actualidad consideramos como válidos.

También menciona Nagay (1990): “El niño acepta, pues, la escuela por interés, por necesitar cierta autonomía o por considerarla como una aventura nueva y una posibilidad de hacer nuevas amistades” (p. 10). Por eso la escuela debe ser un espacio para el deleite y el juego, en donde equivocarse también valga.

Luego de la predicción y el conteo de arroces con los docentes participantes en el Aula Taller, se pasó al desarrollo del taller que permitió el dimensionamiento de la edad geológica de la Tierra por medio del peso de los granos de arroz.

Los docentes participantes dejaron ver sus habilidades para el manejo adecuado, tanto de las reglas de tres, como de los factores de conversión. Estos últimos, utilizados con bastante habilidad por uno de los maestros que era ingeniero.

En general todos los participantes del taller llegaron a buen término al objetivo final que era llegar a calcular las 18 “volquetadas” que harían falta para cargar las 91,2 toneladas de los 4 560 millones de arroces que representaron la edad geológica del planeta Tierra; dimensionando así que el tiempo geológico maneja unas escalas temporales con enormes números, difíciles de abstraer; pero que pueden ser concretados a través de algo tan tangible y digerible como un grano de arroz.

También, de la práctica, surgió un ejercicio que se podrá hacer con los estudiantes en un futuro. Consistió en utilizar una balanza de triple brazo para demostrar que los cálculos no fallan, y que la generalización de que un grano de arroz pesa en promedio 0,02g, es decir, la cincuentava parte de un gramo. Simplemente se corre la platina en el brazo de menor magnitud hasta un peso de 1g, para luego poner uno a uno 50 arroces y descubrir que la balanza se nivela aproximadamente con ese número de arroces.

A partir de la práctica con los docentes fue posible reflexionar que la práctica de la edad de la Tierra en granos de arroz fue apropiada para los estudiantes de la escuela. Nagay (1990) plantea que los niños con edades de los 10 a los 12 años se encuentran en la etapa de las operaciones concretas, esto es, los alumnos aprenden principalmente a través de su experiencia con los objetos. Por ello los granos de arroz y un simple conteo pueden conjugarse en una experiencia de aprendizaje altamente significativa para ellos.

4.2.2.3. Que cada uno cuente a su manera

En este aparte se resaltarán algunos resultados de la experiencia del conteo de los arroces, tanto en el Aula Taller Arquímedes, como con los estudiantes de la Institución Educativa, y se presentarán algunas de las reflexiones desprendidas de este proceso, que aparentemente parece sencillo; pero que intrínsecamente necesita el desarrollo de algunas habilidades, evidenciadas en la práctica pedagógica, como: La capacidad de abstraerse para contar, que implica un grado de concentración alto y una capacidad de coordinación y de seriación; y el registro del conteo, que tiene una relación muy profunda con la noción de número. Contar es algo muy personal. Resalta el maestro y filósofo envigadeño Fernando González al inicio del capitulo X de su libro *Los negroides*

> Es preciso que la escuela sea creadora en vez de enseñadora. Que los maestros no enseñen a los niños, sino que los instigue a la manifestación. Cada ser humano y cada pueblo tiene su método propio, así como cada fuente tiene su cauce aun antes de manar. Que cada ser humano adquiera conciencia de los números, por ejemplo, según el camino a que está determinado por la raza, por el medio, por la habituación… El maestro verdadero no enseña a resolver los problemas matemáticos, sino que instiga hacia la solución individual. El mejor método es el que cada uno tiene dentro. He ensayado con tres niños, y los tres han llegado a la solución por tres caminos. Cada hombre está llamado a llegar al Espíritu con sus propios pies. (p. 39)

Baroody (como se citó en Caro, 2015) plantea que "(…) la comprensión del número evoluciona lentamente como resultado directo de las experiencias de contar" (Caro, 2015, p. 33). La formación del concepto de número hace parte de un proceso cognitivo que requiere un tiempo considerable y que no se aprende "de una sola vez".

Obando (como se citó en Caro, 2015) también considera respecto a la estructuración del número

> Saber el número "cinco" es mucho más que reconocer una colección de cinco unidades, o reconocer el numeral "5". Es reconocer que 5 es 3+2, 4+1, 10÷2, etc., es reconocer que… 3<4<5<6<7…, es poderlo utilizar con sentido para comunicar situaciones en las que él aparece, o poder resolver situaciones problema en las que el cinco esté involucrado; y mucho más. (p. 38)

Castro et al (como se citó en Caro, 2015) relaciona la noción de numero con la definición del proceso de contar de la siguiente manera

> Contar significa asignar cada uno de los nombres de los términos de la secuencia a un objeto de un conjunto. Se establece, en un principio un apareamiento término-objeto mediante la acción de señalar. La acción de señalar interiorizada dará lugar al proceso de contar. (p. 41)

Entonces Castro et al (como se citó en Caro, 2015) señala que el proceso de contar posibilita una relación espacio-temporal que puede ser aprovechada para dimensionar el tiempo a través de un conteo: "Así, en la acción de señalar se crea una unidad espacio-temporal que conecta el objeto (que existe en el espacio) con la palabra (que existe en el tiempo)" (p 41). Es esa unión espacio temporal y la dificultad de coordinar, la que genera que el conteo se constituya en una tarea difícil para los niños. Es esta tarea y la dificultad que representa la experiencia, la que generará la valoración del tiempo invertido para más adelante llegar al dimensionamiento de la magnitud del tiempo geológico.

A continuación, como una imagen dice más que mil palabras, se ilustrarán algunas de las diferentes formas que utilizaron los profesores y los estudiantes para contar los arroces. Teniendo en cuenta que en promedio se debían contar más o menos 314 arroces se describirán algunas curiosidades encontradas para la realización del conteo.

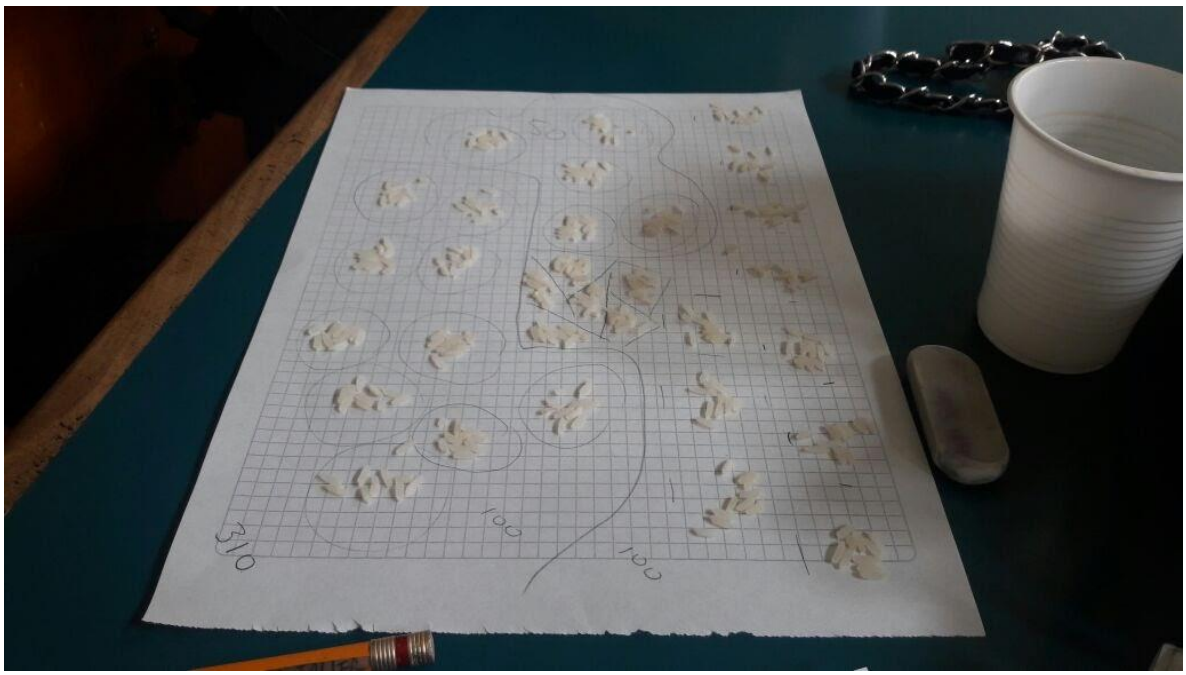


Figura 10 Fotografía tomada por María Lucia Álzate en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional el 15 de junio de 2017. Muestra la forma en la que una de las docentes participantes contó y agrupó los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

Figura 11. Fotografía tomada por José Alejandro Rojas en el laboratorio de biología de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez el día 15 de noviembre de 2016. Muestra la forma como uno de los estudiantes utilizó la herramienta del lápiz y el papel para agrupar y contar los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

Las dos anteriores figuras muestran como una docente y un estudiante, en momentos distintos, utilizaron las mismas herramientas ancestrales, el lápiz y el papel, para concretar el conteo de los arroces, y así facilitar su cálculo.

La figura 12 es realmente sorprendente pues muestra como las estudiantes de la fotografía utilizaron una matriz para agrupar los montoncitos de a 10 arroces. Nada que envidiar a los arreglos utilizados por los profesores en el Aula Taller Arquímedes (Figuras 13, 14, 15 , 16 y 17).

Figura 12. Fotografía tomada por José Alejandro Rojas en el laboratorio de biología de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez el día 15 de noviembre de 2016. Muestra la forma como unas de las estudiantes utilizaron un arreglo matricial para contar los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

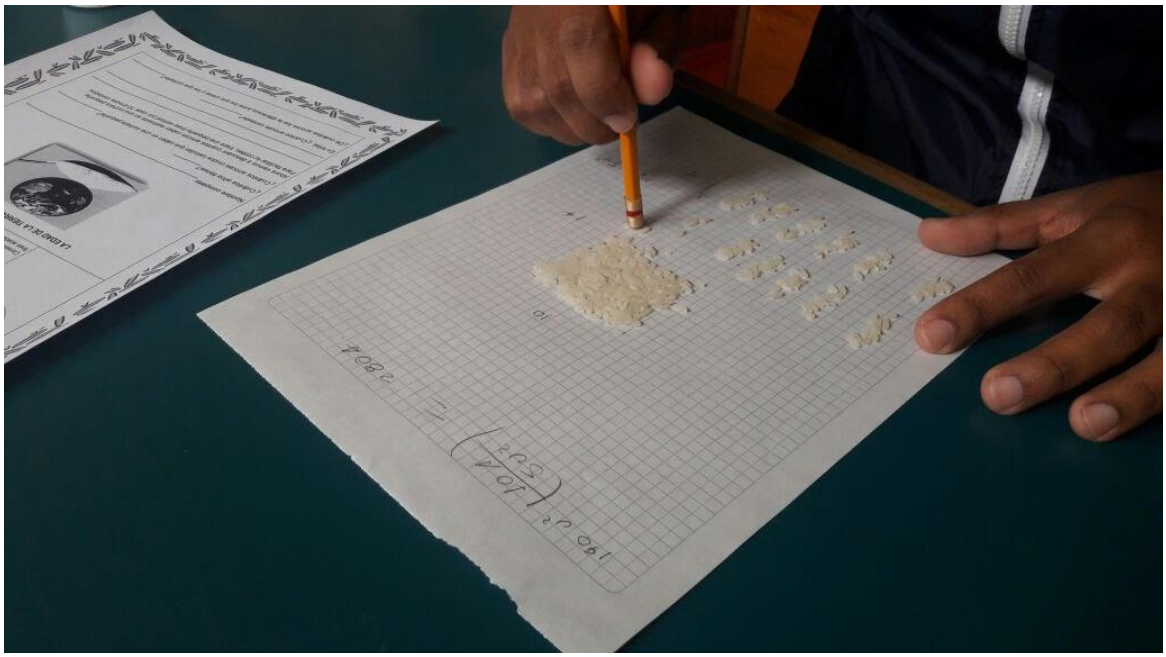


Figura 13. Fotografía tomada por María Lucia Álzate en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional el 15 de junio de 2017. Muestra la forma en la que uno de los docentes participantes contó y agrupó los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

Figura 14. Fotografía tomada por María Lucia Álzate en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional el 15 de junio de 2017. Muestra la forma en la que una de las docentes participantes contó y agrupó los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

Figura 15. Fotografía tomada por María Lucia Álzate en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional el 15 de junio de 2017. Muestra la forma en la que una de las docentes participantes contó y agrupó los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

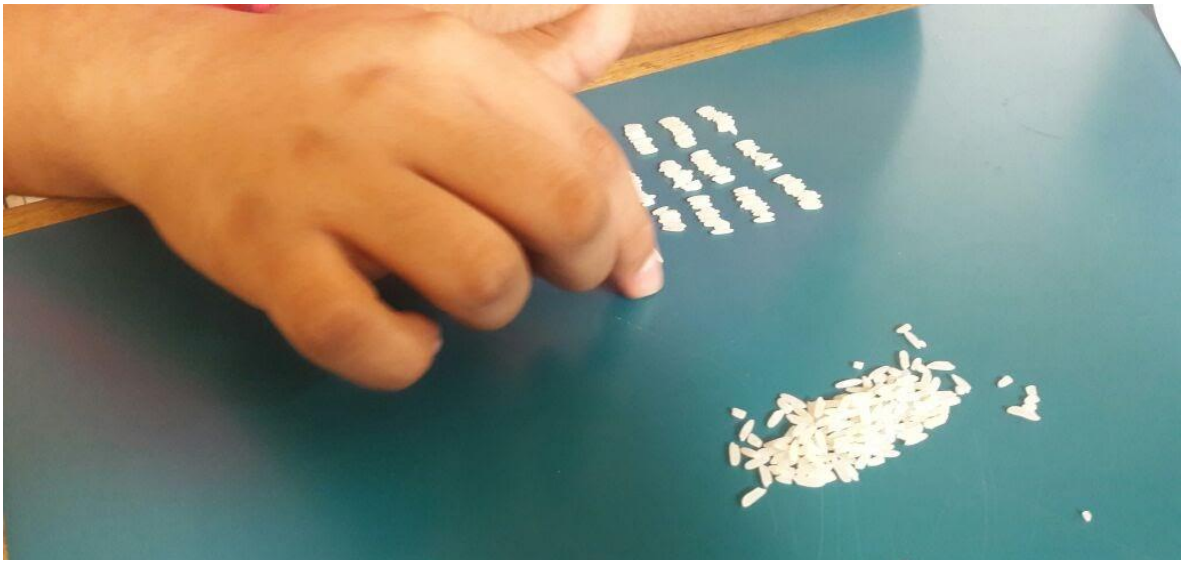


Figura 16. Fotografía tomada por María Lucia Álzate en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional el 15 de junio de 2017. Muestra la forma en la que uno de los docentes participantes contó y agrupó los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

Figura 17. Fotografía tomada por María Lucia Álzate en el Aula Taller Arquímedes de la Universidad Nacional el 15 de junio de 2017. Muestra la forma en la que una de las docentes participantes contó y agrupó los arroces de la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz.

4.2.2.4. Del contar arroces al dimensionamiento del tiempo geológico

La práctica la edad de la Tierra en granos de arroz permitió que el estudiante, como plantea Nagay (1990), “Conciba a la realidad en forma más objetiva, interesándose por el origen o causa de los hechos, de esta forma adquiere el concepto de cantidad, peso y medida” (p. 22). Hay que recordar que uno de los objetivos de la práctica era que a través del conteo se dimensionara la magnitud del tiempo geológico, y el proceso mediador fue el de pesar los arroces, para que, a partir del peso de uno de estos, se lograra imaginar una cantidad tan grande como la edad del planeta Tierra.

Una dificultad encontrada por los estudiantes fue al momento de desarrollar el taller y utilizar los factores de conversión en la resolución de las situaciones problema y las preguntas finales del taller. Pero esta dificultad no puede ser una disculpa para no utilizar los factores de conversión en grado sexto. Por el contrario, debe ser una invitación a que los docentes animen a los estudiantes a utilizar esta herramienta en la resolución de los problemas que se le presenten, no sólo en la escuela, sino también en su vida cotidiana.

4.2.3. El pulso del tiempo

Esta práctica arrojó unos resultados y unas reflexiones que permiten que se considere la práctica como un ejercicio docente significativo para acercar el área de ciencias naturales a los procesos operativos de la asignatura de matemáticas. Los resultados demuestran que la transversalización de contenidos es posible si los profesores aprenden a manejar un mismo lenguaje.

4.2.3.1. De los latidos del corazón a los números grandes

Al igual que en la práctica La edad de la Tierra en granos de arroz se pudo evidenciar que es posible construir un ejercicio coherente, inclusivo y, hasta divertido, partiendo de un proceso matemático tan cotidiano como el de contar. Los estudiantes verdaderamente aprendieron a tomarse el pulso, e incluso algunos, se dieron cuenta que tienen un corazón que resuena en todo su cuerpo y que repercute en la percepción del tiempo y su dimensión.

De los cálculos obtenidos por los estudiantes se encontró una bella coincidencia: que el número de latidos por minuto (lpm) más repetido, que fue de 92, al proyectarlo a una vida de 75 años arrojó un resultado de 3 626 640 000 latidos, número muy parecido a la cantidad de años de la aparición de la vida sobre el planeta Tierra. Posible sesgo, posible coincidencia, o simplemente una evidencia de que la vida en la Tierra tiene su propio reloj y que este tiempo se encuentra alojado en el corazón.

Figura 18. Fotografía tomada por un estudiante de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez el 6 de noviembre de 2017. Muestra al docente tomándose el pulso braquial para la práctica de aula El pulso del tiempo.

Figura 19. Fotografía tomada por un estudiante de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez el 24 de noviembre de 2017. Muestra a un estudiante realizando cálculos para la práctica de aula El pulso del tiempo.

4.2.3.2. Importancia del valor posicional en la multiplicación y en el dimensionamiento de números grandes

Con relación a la operacionalización con números grandes, que era uno de los principales objetivos de la práctica, se encontraron en Nagay (1990) varios comentarios que pueden hacer eco frente a las dificultades evidenciadas en los cálculos de los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez

> (…) las dificultades se inician cuando llevan a cabo determinado problema colocando incorrectamente los productos parciales o cuando lo realizan bien pero no respetan el valor posicional de los resultados arriba mencionados que se obtienen al multiplicar y que se demuestran claramente en el producto final. (p.4)

Y después es categórica al decir que

> El conocimiento de los números carece de importancia si se desconocen las formas de combinarlos y relacionarlos entre sí para satisfacer las necesidades del cálculo, conocimientos importantes para la vida diaria, donde la escuela primaria será la base para lograr dichos conocimientos. (p.17)

Nagay (1990) indica también que "El conjunto de esas combinaciones se conoce como operaciones aritméticas de las cuales en la escuela primaria conocerá; adición, sustracción, multiplicación, división." (p.18).

Y finalmente sentencia, con relación a las dificultades de los niños para multiplicar

> En la práctica constante y la observación directa se ha demostrado que todo esto puede ser a consecuencia de una mala aplicación metodológica o técnica que no rindió frutos de una manera objetiva ante el proceso enseñanza-aprendizaje de la multiplicación desde los grados inferiores por los que ha pasado el niño. (p.6)

Aparece entonces la práctica del pulso del tiempo como una oportunidad, no sólo de que los estudiantes practiquen la multiplicación de números grandes, sino que también se den cuenta de la magnitud del tiempo, se acerquen a la comprensión del sistema sexagesimal, el decimal y la importancia del valor posicional.

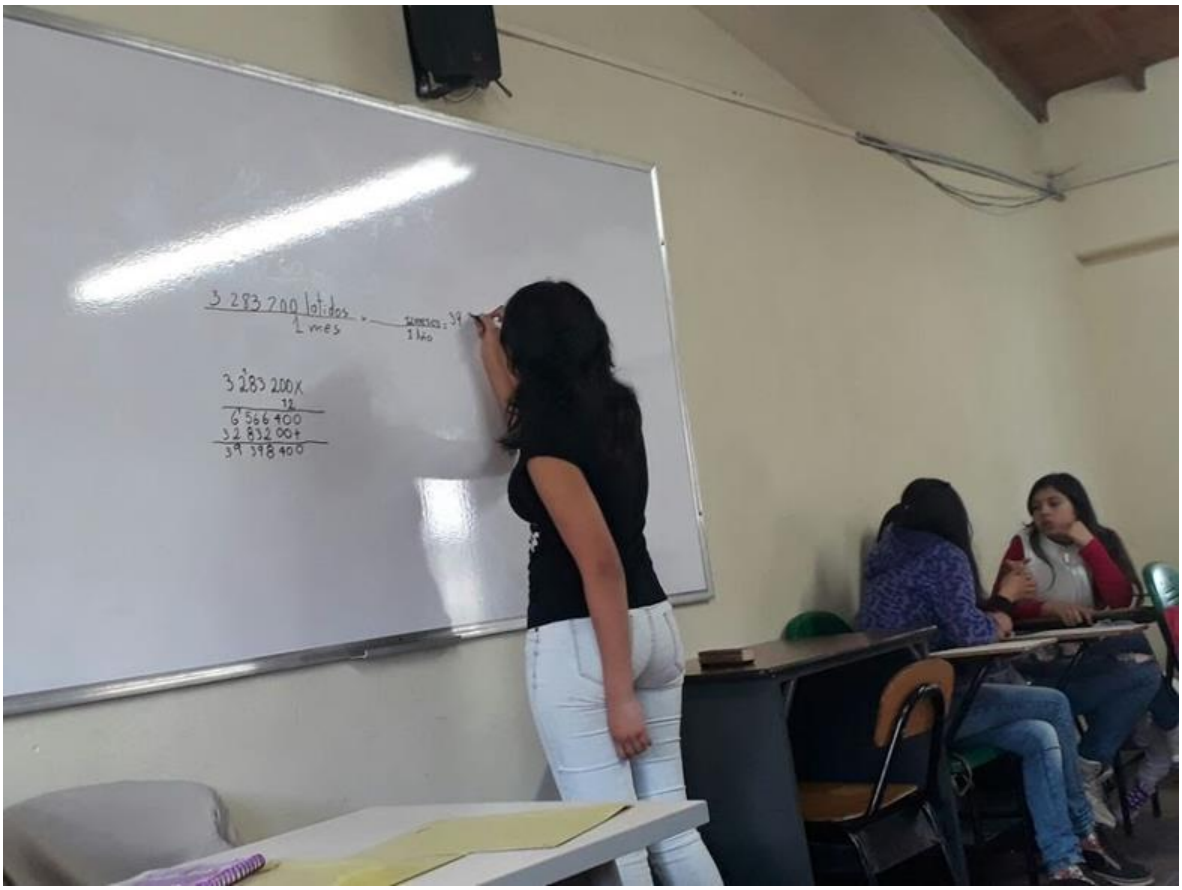


Figura 20. Fotografía tomada por un estudiante de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez el 24 de noviembre de 2017. Muestra a un estudiante realizando cálculos para la práctica de aula El pulso del tiempo

En la práctica se descubrió que es importante que todos los cálculos de los latidos del corazón en los periodos por encima de un día se realicen con este último dato. Es decir, que para calcular los latidos del corazón en un año se deben utilizar los 365 días del año; ya que los estudiantes, en la práctica, encontraron variaciones en un mes de 4 semanas, con 7 días semanales, que implicarían sólo 28 días el mes. Hay que recordar que el corazón no para de latir y que lo hace los 365 días del año.

Figura 21. Fotografía tomada por un estudiante de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez el 24 de noviembre de 2017. Muestra al docente dimensionando un número grande a través del agrupamiento de las cifras de tres en tres para la práctica de aula El pulso del tiempo.

4.2.4. De lo instantáneo a lo eterno

Esta práctica fue una exposición que hizo posible que los estudiantes observaran cómo se podían escribir los números grandes. Permitió que el docente reafirmara que para la escritura de números grandes lo más apropiado es agrupar de tres en tres las cifras para así dimensionar los órdenes de magnitud de los números que representaban los lapsos temporales a los que se hacía referencia en el texto. La anterior propuesta se basó en el hallazgo de que en todas las prácticas anteriores los estudiantes utilizaron

indiscriminadamente los puntos, las comas y los espacios para tratar de dimensionar los números grandes que aparecieron en las operaciones de las situaciones problema.

5. Conclusiones y consideraciones finales

5.1. Conclusiones

La presente propuesta impactó la práctica docente de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez ya que abordó y planteó estrategias pedagógicas para afrontar la dificultad para concebir el tiempo geológico por parte de nuestros estudiantes de básica secundaria debido a sus deficiencias para dimensionar números grandes. Esta última carencia está fundada en los problemas con el uso del sistema de numeración decimal, el desconocimiento del valor posicional y la construcción del concepto de número natural. Por eso las prácticas del proyecto de aula, que se centraron en actividades de conteo y operaciones aritméticas como la multiplicación, evidenciaron que a través del trabajo interdisciplinario es posible lograr una cohesión y una robustez en la enseñanza de las ciencias naturales en el grado sexto a través del aprestamiento matemático.

Mediante la práctica pedagógica “Visitando el planeta del geógrafo”, que utilizó las TIC a través de un formulario en línea, se determinaron algunas dificultades que presentan los estudiantes del grado sexto con conceptos de geociencias relacionados con el tiempo geológico. Los estudiantes desconocen ciertos conceptos que son claves en la geología y la biología modernas y no tienen elementos para estructurar los referentes temporales que están involucrados en muchos de los temas de geociencias que se abordan en el área de ciencias naturales, especialmente en el currículo del grado sexto.

También se logró el diseño apropiado de las prácticas de aula: La edad de la Tierra en granos de arroz, El pulso del tiempo y De lo instantáneo a lo eterno; que a través de situaciones problema, ayudaron a los estudiantes a dimensionar números grandes para facilitar en ellos la concepción del tiempo geológico.

Se llevaron a cabo con éxito las prácticas de aula orientadas a la comprensión y el dimensionamiento de números grandes por parte de los estudiantes del grado sexto de la Institución Educativa Padre Roberto Arroyave Vélez.

Gracias a la evaluación y análisis de los resultados obtenidos al implementar las prácticas de aula del presente proyecto se puede concluir que estas son apropiadas para ser replicadas en otros contextos institucionales, en otros grados de la básica secundaria y, posiblemente, hasta en otras instituciones educativas en las que se presentan los mismos problemas que dificultan la enseñanza de las ciencias naturales.

5.2. Consideraciones finales

El dimensionamiento de los números grandes depende de la forma como los estudiantes los lean y los escriban. Algunos utilizan indiscriminadamente los puntos, las comas y los espacios, de tal forma que no son capaces de dimensionarlos en su justo valor. Este problema hay que abordarlo partiendo desde las singularidades de cada estudiante, teniendo en cuenta que el proceso de enseñanza surge del análisis de las problemáticas individuales y de cómo estas generan tendencias y patrones comunes de comportamiento en los estudiantes. Hay que atacar entonces las fallas sistémicas en los procesos de operacionalización con los números naturales que los estudiantes del grado sexto traen desde la primaria.

Los procesos de estandarización para la comprensión, lectura y escritura de números grandes no deben ser una camisa de fuerza para los educadores, ni mucho menos para los estudiantes; pero sí deben partir de la valoración y el estudio de las variadas formas de escribir los números, tanto en el ámbito académico como en el cotidiano vivir.

Tradicionalmente a los estudiantes se les ha solicitado un cuaderno cuadriculado para la asignatura de matemáticas, lo cual no es gratuito porque les permite, entre otras cosas, conservar el valor posicional en las operaciones aritméticas. Por ello se propone que se potencialice el uso de esta herramienta.

El presente trabajo hace referencia a la concepción del tiempo geológico desde el dimensionamiento de los números grandes, y no se enfocó ni en los procesos ni en los eventos de este concepto. Por lo anterior es importante que en un futuro se planteen

prácticas pedagógicas enfocadas a enmarcar los eventos biológicos sucedidos a lo largo de la historia del planeta Tierra

Referencias

Berjillos, P., Pedrinaci, E. y Sequeiros, L. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplos. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra,4* (2) p.113-119.

Bonito, J., McDade, G., Marques, L., Martins, L., Medina, J., Monteiro, G. Morgado, M.,... Rebelo, D. (2013). Una contribución para la educación y la ciudadanía: el tiempo geológico. *Enseñanza de las ciencias de la Tierra, (21)*1 .p. 38-47.

Buenaventura, N. (1995). Viaje a la tierra de los *griots* (Costa de Marfil, Burkina Fasso y Malí). *Revista América Negra, 10.* p. 175 – 189. Pontificia Universidad Javeriana.

Capra, F. (1996). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*.

Cámara de Representantes. (2014). *Plan nacional de desarrollo de Colombia Periodo 2014 – 2018*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/Prensa/ArticuladoVF.pdf

Caro, I. (2015). *Propuesta pedagógica para la enseñanza de la noción de número en el nivel preescolar.* Medellín: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Cheek, K. (2013). How Geoscience Novices Reason About Temporal Duration: The Roleof Spatial Thinking and Large Numbers. *Journal of geoscience education, 61*(3), p. 334-348. DOI: 10.5408/12-365.1

Ende, M. (1973). *Momo.* Madrid, España: Alfaguara.

Friedl, A. (2011). Enseñar ciencias a los niños. Madrid, España: Editorial Gedisa

Gonzalez, F. (1995). *Los negroides (Ensayo sobre la gran Colombia)*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Labrador, D. (2002) De lo instantáneo a lo eterno. *Investigación y ciencia. 314.* p. 22-23.

Ley 115 de 1994. Ley General de Educación. Ministerio de Educación Nacional, Bogotá, Colombia, 8 de Febrero d 1994.

Men. (1994). Decreto 1860 de 1994. Obtenido de Ministerio de Educación Nacional: http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-172061_archivo_pdf_decreto1860_94.pdf.

Men. (1998). *Lineamientos curriculares para ciencias naturales.* Santa Fe de Bogotá, D.C. Obtenido de MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

Messeder, J. (2009). *El tiempo vuela.* España: S.l. Kalandraka ediciones Andalucía.

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares*. Ciencias naturales y educación ambiental.

Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta, repensar la reforma reformar el pensamiento*. Buenos Aires, Ediciones Nueva Visión.

Murillo, F. J. y Martínez-Garrido, C. (2010). *Investigación etnográfica.* Madrid: UAM. Recuperado de:https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/I_Etnografica_Trabajo.pdf

Nagay, M. (1990). *Dificultades que se presentan en el proceso enseñanza-aprendizaje de la multiplicación de los números naturales* (tesis de pregrado). Universidad Pedagógica Nacional, Piedras Negras, Coahuila, México.

Plan Educativo Institucional (PEI), (2015) Institución educativa Padre Roberto Arroyave Vélez. San Pedro de los Milagros.

Ramírez, O. (2011). *Aprendizaje del valor posicional en estudiantes del grado sexto.* Bogotá: Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

Saint-Exupéry, A. (1951). *El principito.* Buenos Aires: Emecé Editores.

Sepúlveda, A. (2012). *Los conceptos de la Física: evolución histórica.* Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

Silva, F., Compiani, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias. 24(*2), p. 207-218.

Suplemento informativo Tierra, Periódicos asociados, El Colombiano.

Trend, R. (1998). An investigation into understanding of geological time among 10- and 11-year-old children. *International Journal of Science Education, 20*(8), p. 973-988. DOI: 10.1080/0950069980200805

Trujillo, F. (2012). Enseñanza basada en proyectos: una propuesta eficaz para el aprendizaje y el desarrollo de las competencias básicas, *Revista Eufonía - Didáctica de la Educación Musical,* 55, p. 7-15. Universidad de Granada.

Vera, F. (1970). *Científicos griegos.* Madrid, España: Ediciones Aguilar.

Anexos
Anexo A: Consentimiento informado de padres

INSTITUCIÓN EDUCATIVA PADRE ROBERTO ARROYAVE VÉLEZ

ASUNTO: Consentimiento informado de padres de familia.

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

Título: PROYECTO DE AULA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN GRADO SEXTO POR MEDIO DE LA CONCEPCIÓN DEL TIEMPO GEOLÓGICO, UN CASO DE ESTUDIO

Docente responsable: JOSÉ ALEJANDRO ROJAS RODRÍGUEZ

CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE GRADO DEL PROGRAMA DE BECAS DE MAESTRIAS PARA MAESTRAS Y MAESTROS (SEDUCA), PARA LA PARTICIPACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LOS PROYECTOS Y EL REGISTRO DE IMÁGENES, DOCUMENTOS, TRABAJOS O AUDIOVISUALES DE AUTORES MENORES DE EDAD

Yo_____, con documento de identidad No. _____, como padre, madre o adulto legalmente responsable del niño o de la niña: _____ , alumno(a) de la entidad educativa: **Padre Roberto Arroyave Velez**, y quien participa del : **Proyecto de aula para la enseñanza de las ciencias naturales en grado sexto por medio de la concepción del tiempo geológico, un caso de estudio**, realizado con el fin de obtener el título de Maestría en la **Universidad Nacional de Colombia** y realizado por: **José Alejandro Rojas Rodríguez.**

Certifico que he sido informado de los motivos educativos, formativos y/o investigativos por los cuales: el niño o niña a mi cargo participará en la realización del proyecto de investigación y las acciones y actividades que éste conlleve.

Por ello autorizo a la(s) entidad(es) mencionadas a usar, reproducir y difundir dichas imágenes, registros, guiones y trabajos hechos por o del niño o la niña, con finalidad exclusivamente informativa, académica, de investigación o divulgativa. Igualmente, que los datos se usarán sólo con propósitos profesionales, codificando la información y manteniéndola en archivos seguros y resguardados, y que a ellos solo tendrán acceso los investigadores responsables de la presente indagación. Por último, que los resultados del estudio serán usados para la elaboración de conferencias, ponencias y publicaciones de artículos o libros con propósitos educativos, dando crédito a la entidad y al alumno(a) sin revelar datos sensibles de los sujetos participantes en la muestra del estudio.

Las entidades mencionadas, a cambio, no cederán esos materiales a terceros y se comprometen a retirar lo antes posible los materiales de sus sitios Web si así lo solicitan.

Y para que así conste, firmo en _____ (CIUDAD, PAÍS) a los _____ (DÍA, del MES del AÑO)

Documento de identidad:
Dirección:
Teléfono fijo:
Móvil:
Correo electrónico:

Anexo B: Formulario en línea

Encuesta sobre el tiempo geológico

El siguiente formulario tiene como objetivo sondear tus conocimientos sobre algunos conceptos relacionados con la noción del tiempo geológico. Para su elaboración se utilizaron apartes del libro "El Principito" del escritor francés Antoine de Saint- Exupéry. Este narra, en su décimo quinto capítulo, cómo el Principito dialoga con un anciano geógrafo acerca de la historia y de las maravillas de sus respectivos planetas y nos invita a conocer la historia del nuestro.

*Obligatorio

1. "El sexto planeta era un planeta diez veces más vasto. Estaba habitado por un Anciano que escribía enormes libros. -¡Toma! ¡He aquí un explorador! –exclamó cuando vio al principito. El principito se sentó sobre la mesa y resopló un poco. ¡Había viajado tanto!-¿De dónde vienes? –díjole el Anciano.-¿Qué es este grueso libro? –preguntó el principito-. ¿Qué haces aquí?-Soy geógrafo –dijo el Anciano.-¿Qué es un geógrafo?-Es un sabio que conoce dónde se encuentran los mares, los ríos, las ciudades, las montañas y los desiertos." (Extraído del capítulo 15). Así como cada planeta tiene su historia, los seres humanos tenemos la nuestra. ¿Conoces el nombre de tus bisabuelos? *

- ○ Si.
- ○ No.

2. “El geógrafo es demasiado importante para ambular. No debe dejar su despacho. Pero recibe allí a los exploradores. Les interroga y toma nota de sus observaciones." “Pero se exige al explorador que presente pruebas. Si se trata, por ejemplo, del descubrimiento de una gran montaña, se le exige que traiga grandes piedras.” (Extraido del capitulo 15). Las rocas son la evidencia de la evolución geológica. Según su origen, las rocas terrestres se clasifican en tres tipos. ¿Conoces sus nombres? *

- ○ Duras, esponjosas y blandas.
- ○ Ígneas, sedimentarias y metamorficas.
- ○ Diamantinas, coriáceas y calcáreas.

3. ¿Sabes en que consiste la teoría de las placas tectónicas? *

- ○ Si.
- ○ No.

4. ¿Sabes qué es un fósil? ¿Crees que los fósiles están relacionados con la evolución biológica de la Tierra? *

- ○ Si.
- ○ No.

5. “-Pero tú, ¡tú vienes de lejos! ¡Eres explorador! Vas a describirme tu planeta.” “-¡Oh! Mi planeta -dijo el principito- no es muy interesante, es muy pequeño. Tengo tres volcanes. Dos volcanes en actividad y un volcán extinguido. Pero no se sabe nunca.” “-Tengo también una flor. -No anotamos las flores –dijo el geógrafo. – ¿Por qué? ¡Es lo más lindo! –Porque las flores son efímeras. -¿Qué significa “efímera”?” “–Significa “que está amenazado por una próxima desaparición”. (Extraído del capítulo 15). Durante la historia de la vida en la Tierra, millones de especies han aparecido y millones se han extinguido. La extinción es un proceso lento y ofrece tiempo de sobra para que aparezcan nuevas especies. ¿Cuantas extinciones masivas crees que han ocurrido a lo largo de la historia del planeta Tierra? *

- ○ 7.
- ○ 2.
- ○ 1.
- ○ 5.

6. "-Las geografías -dijo el geógrafo- son los libros más valiosos de todos los libros. Nunca pasan de moda. Es muy raro que una montaña cambie de lugar. Es muy raro que un océano pierda su agua. Escribimos cosas eternas." (Extraído del capítulo 15) ¿Cómo crees que se divide el tiempo geológico? *

- ○ En antigüedad y modernidad.
- ○ En eones, eras, períodos y épocas.
- ○ Antes de Cristo y después de Cristo.

7. ¿ Cuáles son las unidades básicas para medir el tiempo geológico? *

- ◯ Décadas.
- ◯ Millones de años.
- ◯ Milenios.
- ◯ Siglos.

8. ¿En cuál de las siguientes opciones identificas el nombre de una era geológica? *

- ◯ Jurásico.
- ◯ Carbonífero.
- ◯ Paleozoica.
- ◯ Cuaternario.

9- ¿Que tan vieja crees que es la Tierra? *

- ◯ 4.600.000.000 años.
- ◯ 4.600 millones de años.
- ◯ 10.000 años.
- ◯ 500.000 años.

-¿Qué me aconsejáis que vaya a visitar? -preguntó el principito. -El planeta Tierra -le respondió el geógrafo-. Tiene buena reputación... Y el principito partió, pensando en su flor.

Tu respuesta

ENVIAR

Anexo C: La edad de la Tierra en granos de arroz. Formato de predicción y conteo de arroces.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA PADRE ROBERTO ARROYAVE VÉLEZ

ASUNTO: Práctica pedagógica:

LA EDAD DE LA TIERRA EN GRANOS DE ARROZ

TRABAJO FINAL DE MAESTRIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLUMBIA

TITULO: Proyecto de aula para la enseñanza de las ciencias naturales en grado sexto por medio de la concepcion del tiempo geologico, un caso de estudio

Fecha : Semana del 14 al 18 de Noviembre de 2016

Docente responsable: JOSE ALEJANDRO ROJAS RODRIGUEZ

Consentimiento de aplicación: Los datos aquí obtenidos serán utilizados sólo con fines académicos en el marco del Trabajo final de maestria.

LA EDAD DE LA TIERRA EN GRANOS DE ARROZ

Nombre completo:_____

¿Cuántos años tienes?_____

¿Cuántos arroces crudos calculas que caben en una cuchara pequeña?_____

Ahora vamos a descubrir cuantos arroces caben realmente en una cuchara pequeña:
Para facilitar tu conteo, traza una pequeña línea vertical por cada 10 arroces contados:

_____

_____

En total, ¿Cuántos arroces contaste?_____

¿De cuántos arroces fue la diferencia entre los que creias y los que contaste?_____

Anexo D: La edad de la Tierra en granos de arroz. Taller.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA PADRE ROBERTO ARROYAVE VÉLEZ

ASUNTO: Práctica pedagógica:

LA EDAD DE LA TIERRA EN GRANOS DE ARROZ

TRABAJO FINAL DE MAESTRIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

TITULO: Proyecto de aula para la enseñanza de las ciencias naturales en grado sexto por medio de la concepcion del tiempo geologico, un caso de estudio

Fecha : Semana del 14 al 18 de Noviembre de 2016

Docente responsable: JOSE ALEJANDRO ROJAS RODRIGUEZ

Consentimiento de aplicación: Los datos aquí obtenidos serán utilizados sólo con fines académicos en el marco del Trabajo final de maestría.

LA EDAD DE LA TIERRA EN GRANOS DE ARROZ

Objetivo general: Dimensionar a través de una práctica la magnitud de la edad geológica de la Tierra.

Objetivos específicos:

- Familiarizarse con el uso de unidades de medida como el gramo(g).
- Iniciarse en el uso de una gramera.
- Utilizar factores de conversión en la resolución de problemas.

Materiales:

- Gramera con capacidad de 2 Kg y precisión de 10 gramos (g).
- Una libra de arroz.
- Un pocillo.
- Coca de plástico grande.
- Cucharita tintera.
- Calculadora.
- Lápiz y papel.

Antecedente práctico de la guía:

Pregunta problematizadora inicial:

1. ¿En promedio cuántos granos de arroz (crudos) caben en una cucharadita pequeña (rebozada)?

Preguntas problematizadoras:

2. ¿Cuántos fueron en total los arroces contados por todos los estudiantes?
3. ¿Cuál es el peso total de todos los granos de arroz contados por los estudiantes?
4. ¿Cuánto pesa en promedio un (1) grano de arroz?

Ejemplo: ¿Si 250 granos pesan 4,6 g ¿Cuánto pesa 1 grano?

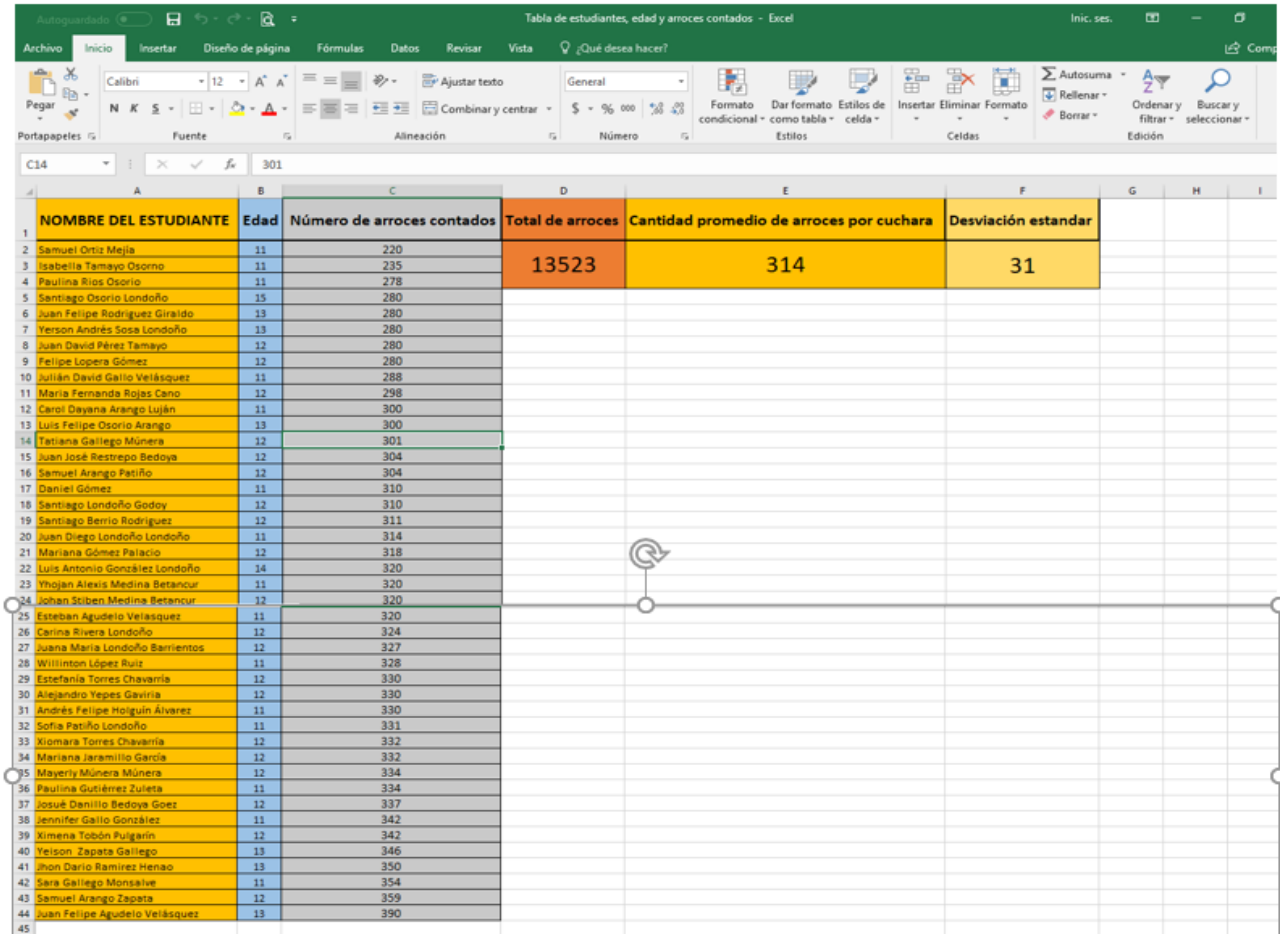
Peso promedio de un grano de arroz = $\frac{Peso\ de\ los\ granos}{Número\ total\ de\ granos}$

$$1\ \cancel{grano} \times \frac{4{,}6g}{250\ \cancel{granos}} = 0{,}0184g \approx 0{,}02g$$

Lo anterior nos indica que 1 arroz pesa aproximadamente 2 centésimas de gramo. Esto quiere decir que un grano de arroz pesa la cincuentava parte de un gramo.

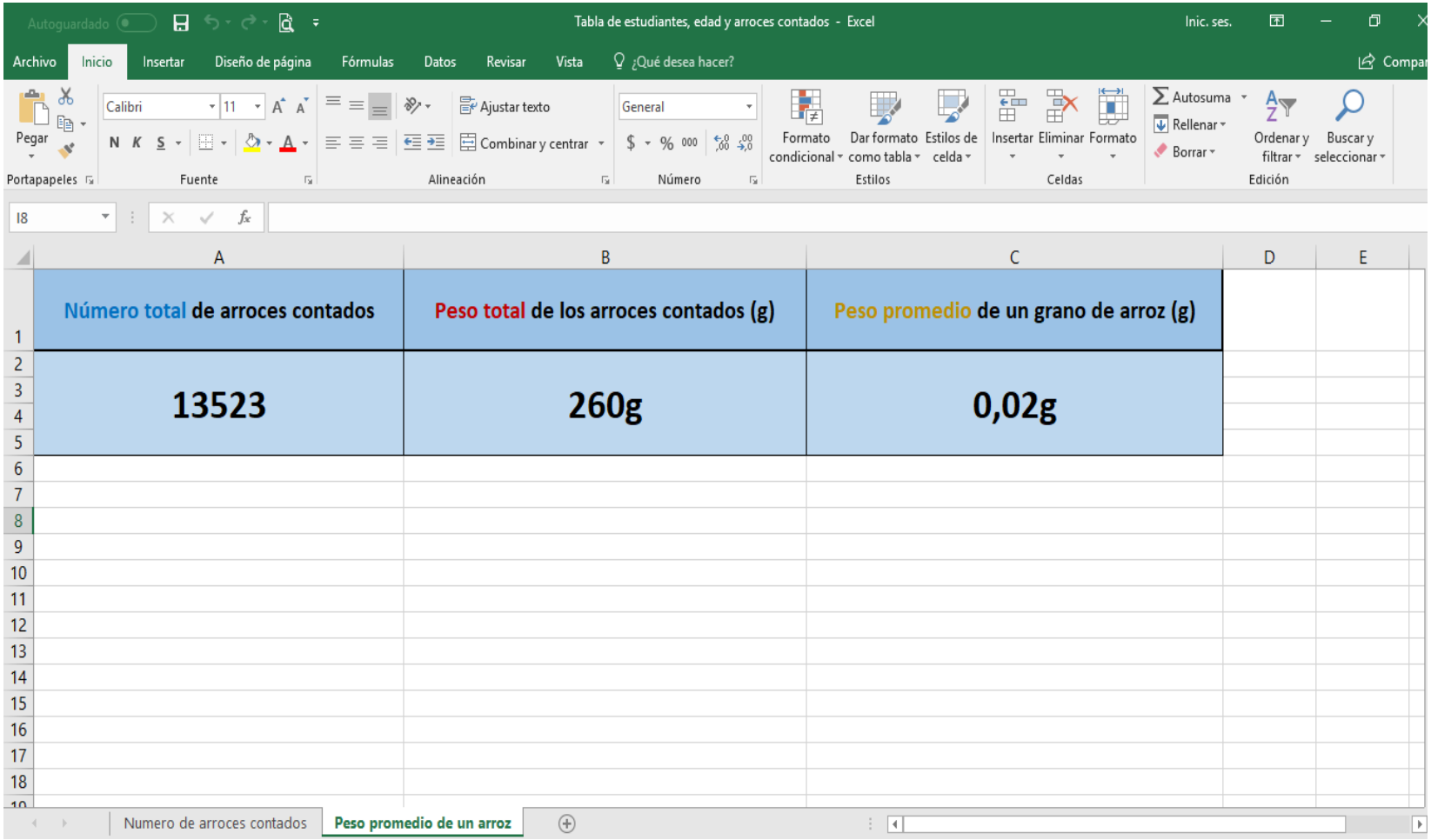
5. ¿Cuántos arroces hay aproximadamente en una libra de arroz?
6. ¿Cuántos gramos, cuantos kilogramos y cuantas toneladas de arroz representan el tiempo geológico del planeta Tierra?
7. ¿Cuántas volquetadas de arroz representan el tiempo geológico del planeta Tierra? (Teniendo en cuenta que la Tierra tiene una edad aproximada de 4.560 millones de años, que el peso promedio de un grano de arroz equivale a un (1) año y que una volqueta puede cargar aproximadamente 5 toneladas). (OJO: Poner adecuadamente los factores de conversión). Es decir, si una volqueta puede cargar 5 toneladas de arroz, ¿Cuántas serán necesarias para cargar todo el tiempo geológico del planeta Tierra?

Anexo E: La edad de la Tierra en granos de arroz. Tabla de Excel. Hoja 1. Número de arroces contados.

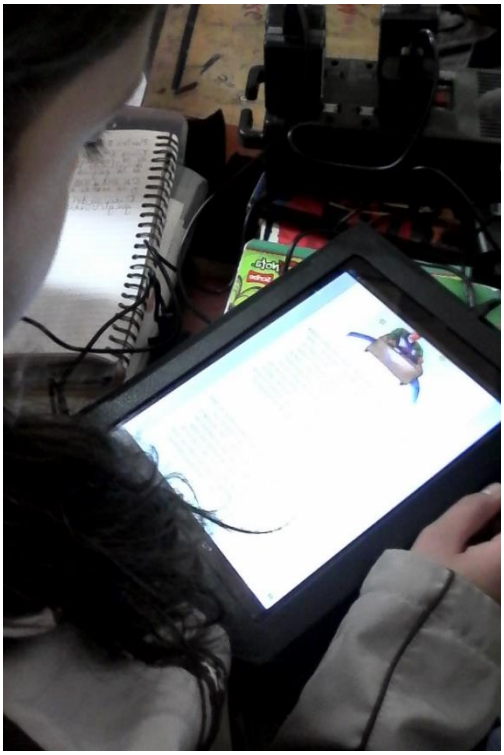


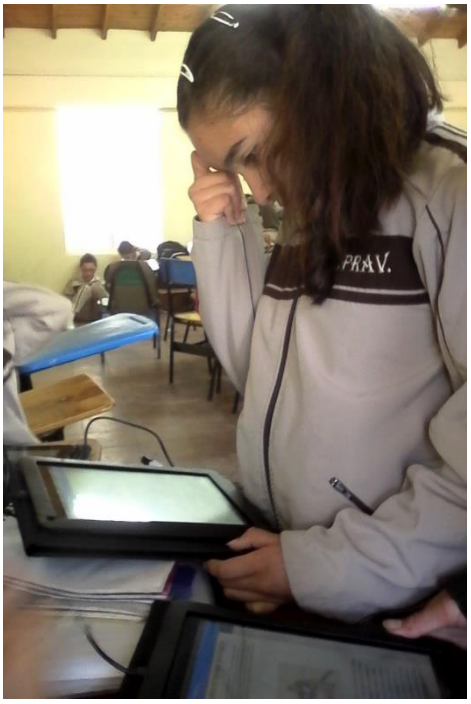
NOMBRE DEL ESTUDIANTE	Edad	Número de arroces contados	Total de arroces	Cantidad promedio de arroces por cuchara	Desviación estandar
Samuel Ortiz Mejía	11	220	13523	314	31
Isabella Tamayo Osorno	11	235			
Paulina Ríos Osorio	11	278			
Santiago Osorio Londoño	15	280			
Juan Felipe Rodríguez Giraldo	13	280			
Yerson Andrés Sosa Londoño	13	280			
Juan David Pérez Tamayo	12	280			
Felipe Lopera Gómez	12	280			
Julián David Gallo Velásquez	11	288			
María Fernanda Rojas Cano	12	298			
Carol Dayana Arango Luján	11	300			
Luis Felipe Osorio Arango	13	300			
Tatiana Gallego Múnera	12	301			
Juan José Restrepo Bedoya	12	304			
Samuel Arango Patiño	12	304			
Daniel Gómez	11	310			
Santiago Londoño Godoy	12	310			
Santiago Berrío Rodríguez	12	311			
Juan Diego Londoño Londoño	11	314			
Mariana Gómez Palacio	12	318			
Luis Antonio González Londoño	14	320			
Yhojan Alexis Medina Betancur	11	320			
Johan Stiben Medina Betancur	12	320			
Esteban Agudelo Velasquez	11	320			
Carina Rivera Londoño	12	324			
Juana María Londoño Barrientos	12	327			
Willinton López Ruiz	11	328			
Estefanía Torres Chavarría	12	330			
Alejandro Yepes Gaviria	12	330			
Andrés Felipe Holguín Álvarez	11	330			
Sofía Patiño Londoño	11	331			
Xiomara Torres Chavarría	12	332			
Mariana Jaramillo García	12	332			
Mayerly Múnera Múnera	12	334			
Paulina Gutiérrez Zuleta	11	334			
Josué Danillo Bedoya Goez	12	337			
Jennifer Gallo González	11	342			
Ximena Tobón Pulgarín	12	342			
Yeison Zapata Gallego	13	346			
Jhon Darío Ramírez Henao	13	350			
Sara Gallego Monsalve	11	354			
Samuel Arango Zapata	12	359			
Juan Felipe Agudelo Velásquez	13	390			

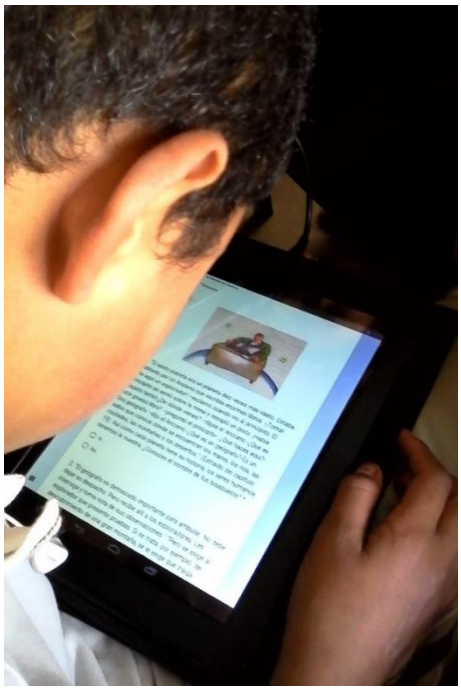
Anexo F: La edad de la Tierra en granos de arroz. Tabla de Excel. Hoja 2. Peso promedio de un arroz.



Anexo G: Visitando el planeta del geógrafo. Estudiantes respondiendo el formulario en línea.







Anexo H: La edad de la Tierra en granos de arroz. Práctica de predicción y conteo de arroces.

Anexo I: El pulso del Tiempo. Guía de la práctica.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA PADRE ROBERTO ARROYAVE VÉLEZ

ASUNTO: Práctica pedagógica

EL PULSO DEL TIEMPO

TRABAJO FINAL DE MAESTRÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA.

TÍTULO: Proyecto de aula para la enseñanza de las ciencias naturales en grado sexto por medio de la concepción del tiempo geológico, un caso de estudio

Fecha: Semana del 13 al 17 de Noviembre de 2017

Docente responsable: JOSÉ ALEJANDRO ROJAS RODRÍGUEZ

Consentimiento de aplicación: Los datos aquí obtenidos serán utilizados sólo con fines académicos en el marco del Trabajo final de maestría.

EL PULSO DEL TIEMPO

Nombre del Estudiante:

_____

Edad del estudiante: _____

Objetivo general: A partir de un conteo sencillo, por medio de la medición del pulso cardíaco, operacionalizar con números grandes.

Objetivos específicos:

- Aprender a tomarse el pulso cardíaco.
- Calcular el número de latidos por minuto (lpm).
- Dimensionar la magnitud del número de latidos que un niño, un adulto y un adulto mayor pueden llegan a tener a lo largo de sus vidas.

Materiales:

- Cronómetro.
- Calculadora.
- Lápiz y papel.

Antecedente práctico de la guía:

Pregunta problematizadora inicial:

En estado de reposo, ¿Cuántas veces crees que late tu corazón en 1 minuto? _____.

Preguntas problematizadoras orientadoras:

- ¿Hay alguna diferencia entre el número de latidos por minuto (lpm) de un niño (ustedes), un adulto joven (el profe), y un adulto mayor (un abuelo)?
- ¿Cuántas veces ha latido tu corazón a lo largo de tu vida?
- ¿Cuántas veces habrá latido tu corazón cuando tengas 75 años?

Procedimiento:

- **Encontrando tu pulso:** Toma algunos minutos para que descubras que tu corazón está allí, bombeando tu sangre y dándote la vida. Para ello siente tu pulso en las diferentes partes de tu cuerpo: En el hueso temporal de tu cabeza (la Sien), en tu cuello (pulso carotídeo), en el interior de tu codo (arteria braquial), en tu muñeca (artería radial), detrás de la rodilla (arteria poplítea) o en la articulación de tu tobillo (arteria tibial posterior).

- En parejas y alternándose, **cada uno se tomará el pulso a lo largo de 15 segundos que serán medidos por el compañero.** El momento de inicio del conteo lo dará quien esté tomándose el pulso. Finalmente, el momento de terminación del conteo lo dará quien esté tomando el tiempo.

  Cantidad de latidos en 15 segundos =_____.

- En seguida calcularás, **multiplicando por 4 la cantidad anterior,** tu número de latidos por minuto **(lpm)**.

  Ejemplo:

$$Latidos\ por\ minuto = lpm = \frac{19\ latidos}{15\ s}\ x\ \frac{4}{4} = \frac{76\ latidos}{60\ s} = \frac{76\ latidos}{1\ minuto}$$

- Ahora, **¡vamos a calcular!:** (Llenar los espacios con las cifras correspondientes)

$$Tus\ latidos\ por\ minuto = lpm = \frac{latidos}{15\ s}\ x\ \frac{4}{4} = \frac{latidos}{60\ s} = \frac{latidos}{1\ minuto}$$

1. **Tus latidos por hora**:

$$Tus\ latidos\ por\ hora(h) = \frac{latidos}{1\ \cancel{minuto}}\ x\ \frac{60\ \cancel{minutos}}{1h} = \frac{latidos}{1h}$$

ATENCIÓN: *De aquí en adelante debes usar la hoja anexa para el desarrollo de tus cálculos personales. Ten en cuenta las equivalencias entre las unidades de tiempo*.

2. **Tus latidos en un día** =_____
3. **Tus latidos en una semana** =_____
4. **Tus latidos en un mes** = _____
5. **Tus latidos en un año** = _____

- Y, finalmente, **¡volvamos a las preguntas orientadoras!**:

6. ¿Hay alguna diferencia entre el número de latidos por minuto (lpm) de un niño (ustedes), un adulto joven (el profe), y un adulto mayor (un abuelo)? _____
7. ¿Cuántas veces ha latido tu corazón a lo largo de tu vida? _____
8. ¿Cuántas veces habrá latido tu corazón cuando tengas 75 años? _____

¡ÉXITOS!