

EL TALLER LITERARIO COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA APROXIMACIÓN
AL CONCEPTO DE INFINITO MATEMÁTICO.

JENNY MARYORY SUPELANO PÉREZ

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN.

BOGOTÁ D.C.

2017

EL TALLER LITERARIO COMO UNA ESTRATEGIA PARA LA APROXIMACIÓN
AL CONCEPTO DE INFINITO MATEMÁTICO.

JENNY MARYORY SUPELANO PÉREZ

Asesor:

CARLOS EDUARDO LEÓN SALINAS

UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN

BOGOTÁ D.C.

2017

Dedicatoria

A mi director de tesis y maestro quien me ha inspirado a lograr grandes cosas, con el fin de lograr mis metas y a mi amado esposo quien ha sido mi apoyo y ánimo en la culminación de este trabajo.

Agradecimientos

Estoy agradecida por la bendición de aprender principios eternos que hace algún tiempo parecían imposibles de considerar, agradezco primeramente a Dios por su sabiduría para conmigo y a cada una de las personas que me animaron a culminar este proyecto.

Índice General

Contents

Índice General	5
Índice de ilustraciones.....	7
Resumen.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN	10
1. Descripción del problema.....	11
1.1 Las distintas formas de ver en concepto del infinito	11
1.2 La dificultad que se presenta al hablar del infinito.	12
1.3 La conexión entre lo epistemológico y lo analítico para la construcción de conocimiento matemático.	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	22
3. Justificación.....	26
4. Objetivos,	30
4.1 Objetivo general	31
4.2 Objetivos específicos.....	31
Marco de Referencia	31
5.1 Marco de Antecedentes	32
5.1.1 La eterna discordia entre el lenguaje y la matemática	36
5.1.2 Aritmetización de la cantidad.....	40
5.1.3 Geometrización del espacio.	38
5.2 MARCO CONCEPTUAL.....	42
6. METODOLOGÍA	47
6.1 Enfoque epistemológico.....	47
6.2 Método.	49
6.3 PRIMERA SESIÓN	50
6.4 SEGUNDA SESIÓN.....	52
6.5 TERCERA SESIÓN.....	54
6.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
6.6.1 Análisis del “El jardín de los senderos que se bifurcan”	55
6.6.2 Análisis de “El Libro de Arena”	63

6.6.3 Análisis de “La Biblioteca de Babel”	69
7. CONCLUSIONES-RECOMENDACIONES	74
8. BIBLIOGRAFIA.....	77
9. ANEXOS.....	79

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Aquiles y la tortuga.

Ilustración 2: Comparación del infinito algebraico y analítico de Cantor y Newton respectivamente.

Ilustración 3: Lenguajes matemáticos.

Ilustración 4: Comic de la montaña.

Ilustración 5: Comic de la Flor.

Ilustración 6: Comic espiral.

Ilustración 7: Comic del Universo.

Ilustración 8: Respuesta ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?

Ilustración 9: respuesta ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?

Ilustración 10: respuesta ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?

Ilustración 11: Respuesta ¿De qué manera está presente la idea del infinito dentro del comic que elaboro?

Ilustración 12: Respuesta ¿Qué título darían al cuento?

Ilustración 13: Respuesta ¿Cómo transcurre el tiempo en el cuento?

Ilustración 14: Respuesta ¿Cómo transcurre el tiempo en el cuento?

Ilustración 15: Respuesta ¿Qué final le darías al cuento?

Ilustración 16: Respuesta ¿De cuantas maneras se puede escribir un cuento?

Ilustración 17: Respuesta ¿Cómo haríamos para que las formas de escribir un cuento fueren infinitas?

Ilustración 18: Cuentos.

Ilustración 19: Biblioteca en plastilina.

Ilustración 20: Elaboración biblioteca en plastilina.

Resumen.

Esta propuesta de investigación muestra la implementación del taller literario como herramienta para caracterizar el infinito matemático: ¿qué es infinito?, ¿qué no lo es?, la aritmetización del espacio y la geometrización de la cantidad. Lo anterior como apoyo a la enseñanza interdisciplinar entre las áreas de literatura y matemáticas, con el fin de que los estudiantes puedan encontrar otros escenarios para caracterizar el conocimiento matemático, en este caso la literatura.

Palabras clave.

Infinito matemático, materialización del espacio, geometrización de la cantidad, taller literario.

Abstract.

This research shows the implementation of the literary workshop as a tool to characterize the mathematical infinity: what is infinite? what is not? the arithmetization of space and the geometrization of quantity. The above as support for interdisciplinary teaching between the areas of literature and mathematics, so that students come to think critically, can better express their ideas and additionally get a logical, numerical reasoning, solve problems, understand abstract concepts, reasoning and understanding of relationships.

Keywords.

Mathematical infinity, materialization of space, geometrization of quantity, literary workshop.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación hace parte del proceso de grado para recibir el título de licenciatura en Matemáticas y Tecnologías de la Información de la Universidad La Gran Colombia y pretende hacer uso de la literatura, con el fin de dar un significado al concepto de infinito matemático a partir de la construcción de talleres literarios.

En un primer momento se realiza un análisis de los eventos históricos del infinito en la matemática, y la manera que en que presenta disciplinariamente en la enseñanza de nuestro país, en una segunda parte se realizara una comparación de como se ve presente el infinito en la literatura y en un contexto social.

Luego se puede evidenciar la construcción de talleres literarios y su relación en la descripción de la caracterización del infinito en matemáticas, a partir de la observación del análisis de la aplicación de los talleres realizado a estudiantes en licenciatura en Matemáticas y Licenciatura en Literatura de la Universidad La Gran Colombia. Se finaliza con las conclusiones y recomendaciones que surgen del trabajo de investigación propicias para el avance de este trabajo en otros escenarios investigativos aplicados a la formación docente.

1. Descripción del problema.

1.1 Las distintas formas de ver en concepto del infinito

Durante el transcurso de la historia el hombre ha tachado al infinito como demasiado grande, ilimitado, imposible de contar o incluso medir, lo que nos lleva a pensar que el infinito no posee ninguna relación con la vida cotidiana; no obstante este concepto ha sido una fuente de confusión durante gran parte de la historia, dicha confusión inicio aún desde el tiempo de los griegos quienes trataban de distintas formas de comprender este concepto sometándose a la intuición del sentido común la cual se inspiraba en un mundo finito, lo que los llevó a conclusiones paradójicas, como la famosa carrera donde Aquiles nunca alcanza a la tortuga.

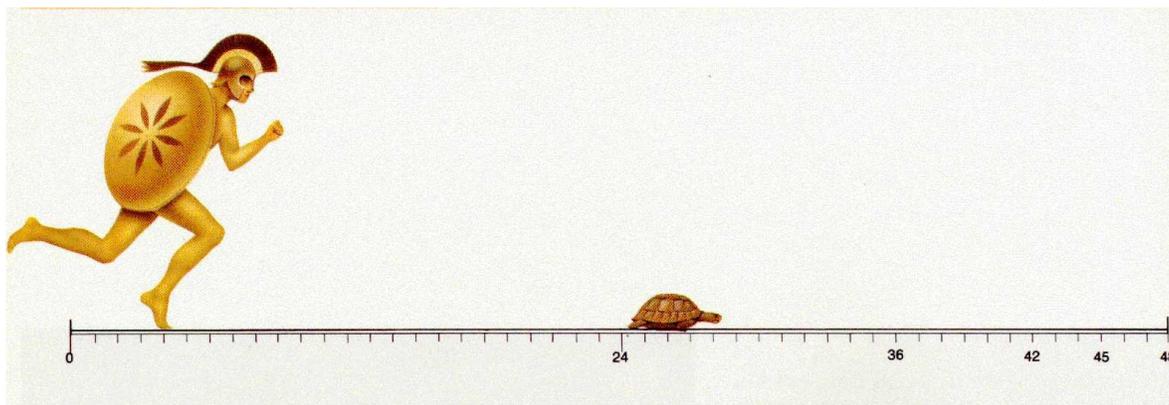


Ilustración 1: Aquiles y la tortuga.

A partir de paradojas como esta el concepto del infinito fue abordado por grandes pensadores entre estos Platón, Pitágoras y Aristóteles quien lo presentó con base en dos

interpretaciones. La primera denominada el infinito potencial y la segunda denominada el infinito actual. La idea del infinito potencial se muestra como una operación reiterada e ilimitada, es decir, por más grande que sea un número natural siempre existirá uno más grande que este, y después de este existirá uno aún más grande de esta manera repetitivamente, presentado la misma idea que se tiene ahora en general de lo que es el infinito. Por su parte la idea del infinito actual fue desarrollada por la geometría al dividir un segmento de recta en un número infinito de puntos, idea que fue retomada y evaluada durante toda la historia de grandes pensadores como Anaximandro, Platón, Tomás de Aquino, Agustín de Hipona, Georg Cantor entre otros unas veces aceptada y otras no.

1.2 La dificultad que se presenta al hablar del infinito.

En la educación actual tradicional el docente de matemática establece como prioridad la enseñanza descontextualizada del conocimiento sin tener en cuenta las relaciones que pueden existir entre las matemáticas y otras ciencias. La hipótesis de este trabajo busca plantear una relación simbiótica entre las matemáticas y la literatura a partir del diseño de talleres literarios con el fin de lograr un acercamiento a la caracterización del concepto de infinito matemático, demostrando que es posible construir conocimiento matemático en otros escenarios, partiendo de la idea de interdisciplinariedad, es decir, generar espacios de relación entre las matemáticas y la literatura siendo este espacio también un proceso de inclusión.

Para ello, como base para mostrar la importancia del infinito en el aula primero se tomará como referencia la tesis de Patricia Lestón Enero 2011, titulada “El infinito en el aula matemática. Un estudio de sus representaciones sociales desde la socioepistemología en él se plantea el

problema de cuál sería la noción de infinito necesaria en el discurso docente de la escuela media y como acercar a la escuela media a un infinito en función a sus necesidades, planteado este que los cuatro años de carrera docente no son suficientes para dejar de lado las concepciones iniciales de lo que debe ocurrir dentro de las aulas de clase, debido a que los futuros docentes siguen como espejos sus experiencias propias de cuando ellos aún estaban en bachillerato, y esto principalmente debido a que no se forman docentes investigadores.

“Se asume que lo que los futuros profesores construyen hoy es lo mismo que quienes ya están ejerciendo han construido en el paso por su formación de base. Si esos docentes son los que hoy están en las escuelas medias y no logran avanzar en una construcción real de las herramientas del cálculo, se entiende que lo que hay que modificar es la formación en el Profesorado”. (Lestón, 2011, p.18)

Muestra que los docentes deberían estar al tanto de lo que sus estudiantes aprenden fuera del aula de clase, que se introduce dentro de sus clases a pesar de que los docentes lo rechacen, porque están acostumbrados desde tiempos muy remotos que el aprendizaje se realiza a través de los métodos y círculos científicos, lo que nos lleva a la siguiente pregunta *“¿Por qué fallan uno tras otros los planes de modificación curricular, al menos en nuestro país? Porque quienes los diseñan, lo hacen desde fuera, mirando el aula como si fuera un laboratorio y a los docentes y alumnos como si fueran sus conejillos.”(Lestón, 2011, p.32)*. Y se podría atrever a decir que también al nuestro y, es debido a quienes diseñan estos currículos están fuera del aula y los profesores y estudiantes terminan siendo conejillos de indias, y es importante que se llegue a reconocer que no se trabaja con ideas se trabaja con personas, las ideas todo el mundo las puede entender, pero las personas no son tan simples estas además de contar con ideas poseen

necesidades, preguntas, deseos. “Y las ideas son fáciles de identificar y conocer, pero las personas no son tan transparentes”.(Lestón, 2011, p.32). De allí que se hace necesario dentro del discurso docente su parte social y como esta parte del ser puede participar en la construcción de conocimiento integral, en este caso particular la construcción del conocimiento matemático. Aportando al trabajo de investigación las características epistemológicas al infinito matemático a trabajar.

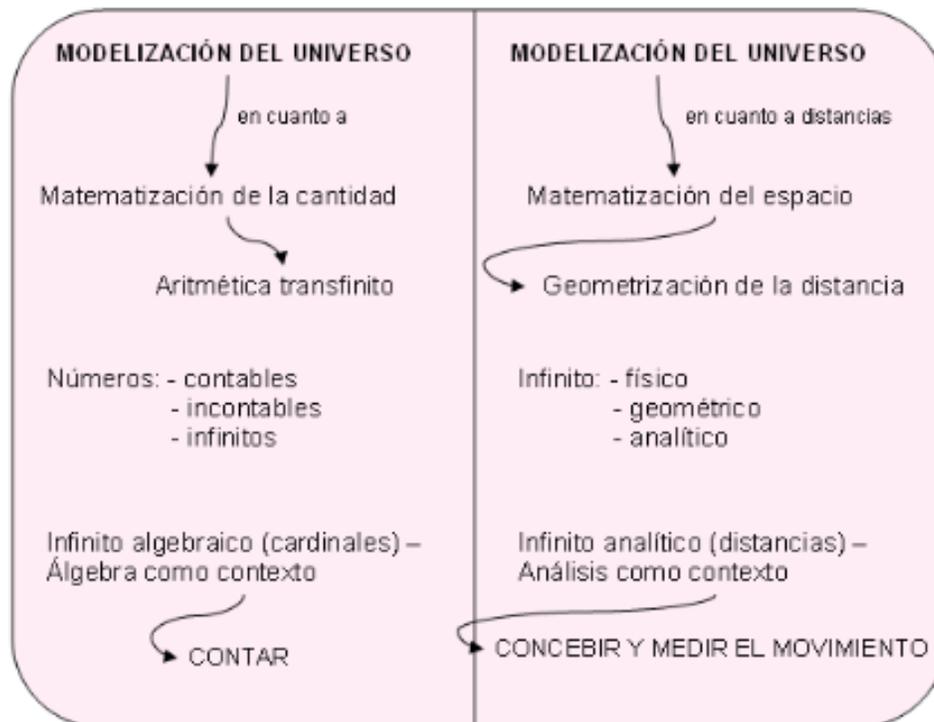


Ilustración 2: Comparación del infinito algebraico y analítico de Cantor y Newton respectivamente. Tomada de Lestón p. 103.

1.3 La conexión entre lo epistemológico y lo analítico para la construcción de conocimiento matemático.

Aportando a la tesis de Lestón quien cita: *“lo que se desea es recuperar para la escuela el sentido de una de las nociones que más fuertemente se usan en el discurso matemático. No se puede esperar que de manera natural se logre la uniformidad de pensamientos entre el infinito matemático que piensa el docente, el infinito matemático que necesita el discurso”* p. 9 nos encontramos con otro trabajo de investigación titulado: *“Como piensan los alumnos entre 16 y 20 años el infinito”*, en donde nos establece un puente entre el pensamiento matemático elemental y Pensamiento matemático avanzado presentes al final de la secundaria y principios de la universidad. La diferencia entre estos dos tipos de pensamiento se plantea desde su complejidad y la frecuencia del uso de ciertos procesos, entre ellos la representación, traslación, abstracción, deducción, entre otros. Para los cuales debe desarrollar habilidades como describir, definir, convencer y demostrar. Es decir que a partir del pensamiento matemático elemental se construyen bases hacia un pensamiento matemático más avanzado y constante, este trabajo de investigación mostró que los estudiantes que cuentan con un pensamiento matemático avanzado, reconocen lo que representa el infinito actual y saben representarlo a partir de cuestionamientos como: *“si al dividir un segmento AB , por la mitad, luego por la mitad, y así sucesivamente, el punto de bisección llega a coincidir con el punto extremo del segmento”*, algunos de los estudiantes que participaron en este proyecto de investigación contestaron afirmativamente evidenciando que aún existen estudiantes universitarios que están en el proceso de construcción del pensamiento matemático.

Teniendo en cuenta que el infinito desde la realidad psicológica, se define como un concepto complejo y contradictorio. Siendo evidente en el transcurso de la historia, tratado por grandes pensadores y matemáticos que buscaban darle un concepto y una explicación.

“Desde la realidad psicológica, el infinito es un concepto complejo y contradictorio. Y si observamos su historia, y hacemos presente nuestras intuiciones, podemos ver que estas son similares a aquellas experimentadas por los matemáticos en el desarrollo del concepto”. (Relime, 2005, p.173).

Nos lleva a darnos cuenta que el concepto de infinito actual es noción contra intuitiva. De la cual se requiere una comprensión especial de esta característica proporcionada por Cantor del infinito. Se puede decir que los estudiantes entre 16 y 20 años, en su mayoría no poseen un conocimiento formalizado del infinito cantoriano o en otras palabras el infinito potencial, y a pesar que todos vieron temas como el cálculo diferencial e integral, no necesariamente perciben al infinito en algunas situaciones como acabado. Por lo que se hace necesario hacer uso de herramientas que permitan a los estudiantes una apreciación de conceptos matemáticos, las cuales son aportadas por otras ciencias.

“No se puede acceder a los objetos matemáticos fuera de un sistema semiótico aunque sea rudimentario. Los objetos matemáticos, no son objetos reales, como pueden ser los de otras disciplinas, por ejemplo la física, que pueden ser manipulables. De aquí la necesidad de describir y aprender cómo funcionan ciertos sistemas de representación: representaciones de escritura decimal de los números, representaciones gráficas de formas (funciones o no), representaciones de la escritura

literal y algebraica, representaciones que son las figuras en geometría, etc” (Redime, 2005, p.174)

Es por ello que para el docente de matemáticas ha sido un reto explicar algún concepto matemático debido en gran parte a la pobreza de representación física que se tienen de los conceptos, es por ello que en busca de una mejor aprehensión de conocimientos se ha buscado la manera de darle un marco de referencia a las matemáticas. Un ejemplo de esto se evidencia cuando al tratar de resolver un problema matemático hacemos uso de un gráfico cartesiano para representar una función ya sea de manera manual o apoyándonos en las tecnologías.

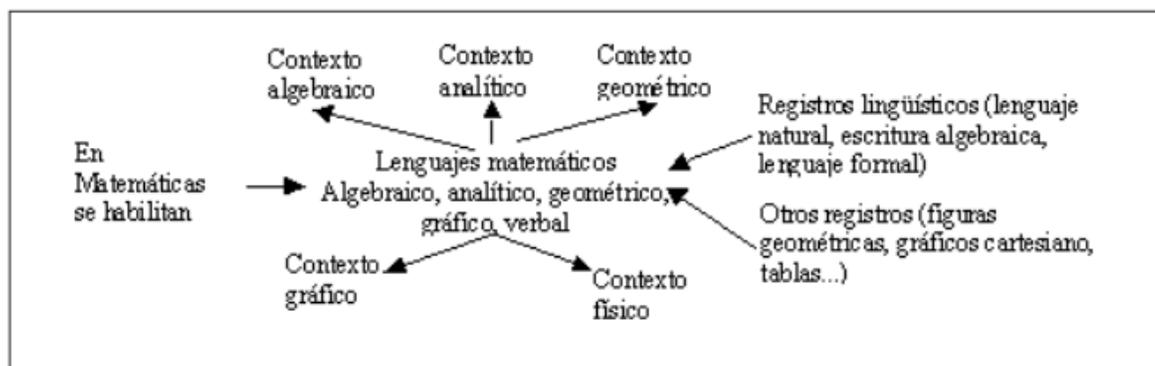


Ilustración 3: Lenguajes matemáticos.

Como soporte a las dificultades que tenemos al hablar del infinito, más cuando nos referimos al infinito actual, “sobre el infinito y sus dificultades antes de Georg Cantor y sus obras” Marín, 2014, plantea que es incluso complicado hablar de algo que “*es difícil definir, explicar y hacer entender como lo es el infinito*” p. 1, ya que este concepto lo utilizamos principalmente en las cosas que no tienen fin, cosas que no se pueden medir, y de esta manera se llega uno a preguntar *¿siendo yo un ser finito, puedo contemplar la idea de algo realmente*

infinito? Como lo dice la frase de Ludwig Wittgenstein, “*los límites de mi lenguaje son los límites de mi mundo*”. Es por ello que resulta sencillo interpretar aquello que es finito al igual que nosotros, pero es difícil llegar a comprender que lo que para nosotros es finito en realidad posee una naturaleza infinita.

Algo tan natural como el primer conjunto de números que conocen los niños en la escuela, el conjunto de los números Naturales, es tan traumático cuando se llega a estudios superiores ya que no comprenden su infinitud, no saben en qué momento esos poquitos números se transformaron en una cantidad inagotable de ellos. (Marín, 2014, p.4)

Una de las estructuras de enseñanza más utilizadas en matemáticas es la introducción de un concepto nuevo a partir de uno que ya existe, o la negación de un concepto de otro que sí existe. Y esta resulta ser una de las maneras como se representa el infinito, como la negación de lo finito. Es por ello que cuando nos referimos al infinito hablamos de que es incontable, inimaginable, sin fin; demasiado grande. Reforzando el conocimiento intuitivo que tenemos de este, pero nunca dando un concepto acertado de lo que en realidad es. En Sobre el infinito y sus dificultades antes de Georg Cantor y sus obras Marín, (2014) concluye que el estudiante en Costa Rica antes de estudiar los conceptos de Cantor tiende a explicar que siempre habrá un conjunto más grande que otro y que estos poseen elementos infinitos como se planteó anteriormente, en su mayoría los estudiantes de primeros semestres de las universidades están en su construcción de un pensamiento matemático avanzado.

“Los alumnos más avanzados muestran que si bien saben calcular una suma infinita (aunque no la calculen), reconocen si es convergente o divergente, y conocen y saben calcular

un límite al infinito, algunos aceptan la situación de que en el infinito se alcanza al punto límite y otros no”.(Redime, 2005, p.182)

De manera que pretendemos dar un lenguaje a la representación del infinito potencial y actual con la ayuda de la literatura según Cavallín “Posibilidades de la metáfora de Borges”. El universo y otras representaciones enigmáticas de nuestro pensamiento han sido excusa para inspirar a escritores a dar respuesta a preguntas tales ¿Cómo nos integramos al cosmos o de qué manera tienen lugar las relaciones entre el espacio y el tiempo? permitiendo que algunas de estas metáforas también sean de índole matemática aventurándose en el mundo de los números, las dimensiones, los espacios y el tiempo. “En este sentido Borges, no solamente “piensa” un universo a través de las metáforas, sino que estas metáforas son particulares, diferentes a las destinadas al ornamento o esclavizadas al aditamento retórico”.

Señala Ricoeur que “la metáfora es el proceso retórico por el que el discurso libera el poder que tienen ciertas ficciones de redescubrir la realidad” (Ricoeur, 1980:15).

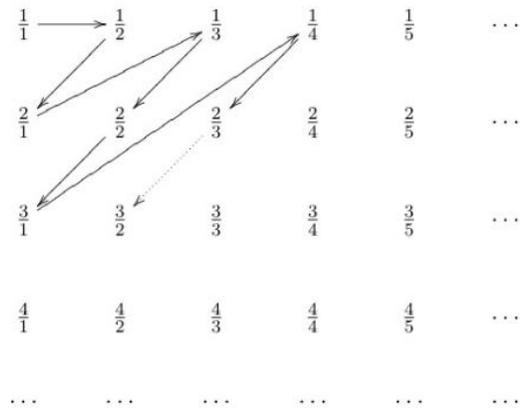
Por lo tanto, la metáfora es utilizada para representar ideas que nos dan a conocer una imagen, la cual podría ayudar a asimilar ideas, por lo que estas facilitan el pensamiento al dar algunos referentes cercanos de conceptos abstractos para ser elaborados. A través de la metáfora se puede llegar a imaginar lo que es inexistente, lo que no es tangible para nosotros como el infinito a partir de algo tangible y existente. Wittgenstein (1993) lo plantean de la siguiente manera: *“sólo es posible imaginar combinaciones no existentes de elementos existentes: un centauro no existe, pero existen cabezas y torsos y brazos de hombres y patas de caballo”*. Por

lo que al interpretar metáforas podemos construir “modelos” que nos permitan representar. De esta manera la idea del infinito puede valerse de una metáfora para su representación, ya que nos permiten recrear al universo en nuestra mente, presentes en los cuentos de Borges con la idea del infinito, es por ello que se ha tomado este autor como referente en la elaboración de los talleres literarios que nos lleven a caracterizar el infinito matemático. Uno de los cuentos célebres de Borges “La Biblioteca de Babel”, en donde todo se encuentra en un espacio de galerías hexagonales que pueden expandirse infinitamente. “Si un eterno viajero la atravesara –a la biblioteca– en cualquier dirección, comprobaría al cabo de los siglos que los mismos volúmenes se repiten en el mismo desorden (que, repetido, sería un orden: el Orden). Mi soledad se alegra con semejante esperanza”. (Borges)

En el principio de Complementariedad (Niels Bohr, 1927), dice que el conocimiento absoluto es imposible, ya que un fenómeno puede verse desde dos puntos de vista que se excluyen, pero cada uno de ellos, por separado, permanece válido. “En la Biblioteca –desde cualquier hexágono se ven los pisos inferiores y superiores: interminablemente. La distribución de las galerías es invariable” se representa el espacio absoluto: el hexágono. “Los alquimistas arguyen que las salas hexagonales son una forma necesaria del espacio absoluto, o por lo menos, de nuestra intuición del espacio” (Borges, 1986, p.36). Recordemos que los hexágonos también son la figura geométrica que nos permite aprovechar de la manera más óptima un espacio. De ahí que muchas formas naturales, como los panales, tengan esta estructura. Inclusive los antiguos griegos estudiaron los hexágonos regulares. Ellos observaron que se puede obtener un hexágono regular aplicando el radio de una circunferencia seis veces como cuerda de la misma, y que tres hexágonos regulares llenan completamente la parte del plano que rodea al punto.

Por su parte en la obra de “Borges y las matemáticas” (Martínez. 2013), se muestra que “cuando yo quiero saltar del 0 al primer número fraccionario, nunca puedo encontrar ese primer número en el orden usual, porque siempre hay uno en el medio” p. 42. Esta propiedad se encuentra presente en otro cuento de Borges “El libro de arena”. Una clara representación del infinito actual, debido a que como lo menciona el mismo libro, cuando el personaje intentó buscar la primera hoja, “fue inútil: siempre se interponen varias hojas entre la portada y la mano. Era como si brotaran del libro”. Retomando el ejemplo anterior. La tapa del Libro de Arena sería el cero, la contratapa sería el uno, las páginas corresponden entonces a los números fraccionarios entre cero y uno. Siempre habrá números que se interponen. Se podría decir que entonces el infinito de los números fraccionarios es más pequeño de que el de los números naturales, y es esta otra sorpresa del infinito porque en realidad no lo es. Hay «tantos» números racionales como números naturales.

Al igual que el método descubierto por Cantor, que se le conoce como recorrido diagonal de Cantor es decir: A la fracción $1/1$ le asigno el número 1. A la fracción $1/2$ le asigno el número 2. A la fracción $2/1$ le asigno el número 3. A la fracción $1/2$ le asigno el número 4. A la fracción $2/2$ la salteo porque ya la conté ($1/1 = 2/2$). A la fracción $3/1$ le asigno el número 5. A la fracción $3/2$ le asigno el número 6, etc. El recorrido avanza por diagonales cada vez más largas y barre de esa manera todas las filas y todas las columnas. A medida que avanzo me aseguro de que voy numerando a todos los números fraccionarios y paso por encima, simplemente salteo, a las fracciones que se repiten y que ya numeré, como $3/3$, o $2/4$. ¿Qué se demuestra con esto? Que a pesar de que el infinito de los números fraccionarios parece más apretado, hay «tantos» números fraccionarios como números naturales.



2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo pretende responder y aportar información a la comunidad educativa en relación a la siguiente pregunta: ¿Cómo caracterizar el concepto de Infinito matemático a partir del taller literario, tomando como referencia cuentos de la obra de Jorge Luis Borges en estudiantes de primer semestre de la licenciatura en matemáticas y tic's y la licenciatura en lingüística y literatura de la facultad de ciencias de la educación de la Universidad la Gran Colombia? La pregunta de investigación plantea buscar la relación entre: 1) La caracterización del infinito matemático a partir de la literatura y, 2) Las herramientas propicias para la enseñanza de este concepto de las matemáticas.

Siendo el punto de partida de esta investigación que el conocimiento matemático no posee un significado real para el estudiante, debido a que estos no encuentran una relación existente con otras áreas del conocimiento y aún más importante con su contexto social, lo que causa que existan dificultades como bajo rendimiento, desinterés, desmotivación, deserción por parte de los estudiantes, haciendo que la asignatura de matemáticas sea la más rechazada.

“La creencia de que las matemáticas requieren un nivel intelectual superior hace que los niños y jóvenes las enfrenten con actitud de derrota. La sociedad no les hace entender su importancia. Faltan estrategias para hacerlas atractivas. Las personas no las disfrutan, ni enseñándolas ni aprendiéndolas”. (Artículo El Tiempo, Linales, 2013)

Debido a ello, en Colombia se están presentando malos resultados en el desarrollo de las competencias en lectura, matemáticas y ciencias, además de la actitud y la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje. Evidenciado en las pasadas pruebas pisa, donde Colombia se

posicionó en el último lugar de los países evaluados; prueba que busca evaluar los siguientes aspectos:

“La Prueba PISA evalúa los conocimientos y las competencias en lectura, matemáticas y ciencias, además de la actitud y la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje. También recoge información sobre los contextos personales, familiares y escolares, con el fin de identificar aquellos factores que explican sus resultados en las pruebas.” (Torres, 2014)

De acuerdo con lo anterior, se podría argumentar diferentes hipótesis del por qué frente a los resultados, muchas de las cuales solo buscan encontrar culpables, pero uno de tantos cuestionamientos radica en nuestras costumbres, que se enmarcan en una educación tradicional en la que las nuevas ideas se quedan en segundo plano, en donde la tecnología solo es una sugerencia y el aula de clase es el único lugar donde se puede aprender.

Una de las ideas más recurrentes a lo largo de la matemática escolar es la idea del infinito, presente desde la enseñanza de los números naturales hasta el estudio del cálculo diferencial en los últimos cursos de la escuela, por lo que se pretende establecer un acercamiento a lo que se conoce como el infinito matemático, tema que ha interesado a pensadores de diferentes áreas y diferentes tiempos y que requiere cierto grado de abstracción para dar respuestas a los problemas o temas que se trabajan dentro del aula.

Pero se llega a creer que existen temas como el del infinito, en los cuales solo se requiere que los estudiantes tengan conocimiento que existe y, es en la práctica donde encontramos que los estudiantes llegan al salón de clases con lo que se define como “infinito intuitivo” es decir,

ese infinito que abarca todas las cosas que no posee ni un inicio ni un final, y que debido a su existencia, puede que la escuela no considera importante enseñar este concepto o quizás por la complejidad del mismo.

“No se puede esperar que de manera natural se logre la uniformidad de pensamientos entre el infinito matemático que piensa el docente, el infinito matemático que necesita el discurso (que como se verá más adelante, no es por lo general el mismo) y el infinito no escolar del alumno”. (Leston, 2011)

De conformidad con lo antes planteado la siguiente propuesta de investigación busca por una parte resignificar el infinito para el discurso matemático en el aula y adicionalmente demostrar que se pueden enseñar conceptos matemáticos fuera de ambientes matemáticos, en diferentes disciplinas del saber, mostrar que al ver el infinito de manera dinámica, proporcionándole un nuevo sentido, haciendo uso de herramientas no matemáticas, se puede llegar a caracterizar el concepto de infinito matemático con ayuda del taller literario, el cual permite la construcción del conocimiento de una manera crítica y social, en este caso un infinito factible genera la construcción o discusión del mismo.

Asimismo resulta interesante evaluar la idea existente de la brecha entre las matemáticas y la literatura la cual se ve como una relación sin conexiones, se ven socialmente a las matemáticas como frías, exactas, precisas, prácticas, que no dan lugar a dudas y, a la literatura como una explosión de los sentimientos, una forma de crear belleza de forma espontánea; como si estas dos ciencias del saber fuesen polos opuestos, pero es claro que así como la física y las matemáticas parecen ser compañeras inseparables sin lugar a dudas por los diferentes

profesionales de dichas áreas, las matemáticas y la literatura son expresiones muy cercanas que permiten vislumbrar espacios literarios como escenarios para propiciar la construcción del conocimiento matemático.

Lo que nos lleva a la pregunta de investigación, ¿Cómo caracterizar del concepto de Infinito matemático a partir del taller literario, tomando como referencia cuentos de la obra de Jorge Luis Borges en estudiantes de primer semestre de matemáticas-lingüística en la facultad de ciencias de la educación de la Universidad la Gran Colombia?

3. Justificación

El propósito de esta investigación es diseñar un posible escenario que nos permita la construcción del significado del infinito matemático diferente al que nos ha presentado la escuela tradicional, entendiendo lo tradicional aquello que se resignifica solo desde lo matemático. Debido a que Colombia cuenta con muy bajos desempeños a nivel internacional en calidad educativa, y esto se debe en gran parte al empeño de los maestros por seguir estructuras tradicionales ajenas al entorno cotidiano, centradas en reglas, y dejando de lado el desarrollo de pensamiento crítico y creativo en el estudiante.

“De una población de 428 estudiantes, solamente el 11,4 por ciento aprobó la evaluación de matemática básica. El 45,1 por ciento obtuvo calificaciones entre 0 y 1, o sea que está en un nivel crítico. Es sumamente preocupante que la mayoría ni siquiera sobrepase la calificación baja de 2,5... en habilidades matemáticas, los jóvenes colombianos tienen un rezago de más de dos años de escolaridad frente a estudiantes de otros países”.(El Tiempo, Linares, 2013)

Esta propuesta de investigación se basa en tres factores que afectan la percepción que tienen los estudiantes acerca de las matemáticas. En primera instancia, el significado que le dan al conocimiento matemático, el cual se puede encontrar en otros escenarios en este caso, el arte. El segundo factor se relaciona con la creatividad que se pierde en la enseñanza de matemáticas a raíz de privilegiar lo algorítmico y el tercer factor el cual condiciona a las matemáticas a un trabajo individualista y que no permite la interacción social de los estudiantes.

Los estándares de matemáticas en Colombia, presentan en su introducción que es posible aprender las matemáticas con gusto y que esto se puede lograr con la orientación adecuada y al *“...descubrir que las matemáticas sí están relacionadas con la vida y con las situaciones que nos rodean, más allá de las paredes de la escuela”*p.3.

En los derechos básicos de aprendizaje establecidos con el fin de determinar herramientas y documentos para orientar las prácticas escolares hacia el mejoramiento del aprendizaje en niños, jóvenes en nuestro país, de construir rutas de aprendizaje año a año, plantean un horizonte curricular que responde a necesidades formativas en la escuela, las cuales deben cumplir en su totalidad los estudiantes siempre que se finaliza un año, el infinito matemático sólo será abordado hasta el grado once, el cual cita: *“Comprende que entre cualesquiera dos números reales hay infinitos números reales”*p.90. Cuando este concepto matemático tiene existencia desde lo más básico en el aprendizaje de las matemáticas, se podría determinar que los primeros acercamientos que el estudiante tiene hacia este concepto nace al introducirse al concepto de número en etapa pre escolar y a partir de allí se trabajan operaciones básicas como contar, medir, comparar y describir situaciones de la vida en que pueden utilizar estos saberes, preguntas tales como ¿Cuánto dinero tengo?, se aprenden a distinguir las características de los objetos de tres dimensiones, medidas de tiempo, distancia, peso, entre otras, construyen sus primeras secuencias numéricas y geométricas, mientras este proceso es asimilado empezamos a ver cómo los estudiantes reconocen cómo un mismo número puede ser representado de diferentes maneras, desarrollan problemas en los que aparezcan cantidades directamente proporcionales e inversamente proporcionales. Más adelante se introducen temas como la potenciación y la radicación, comparan, clasifican y construyen objetos bidimensionales y tridimensionales, identifican los sistemas de medición de objetos y eventos aplicándolos para medir tiempo,

longitud, superficie, volumen, capacidad, peso, amplitud, identifican el patrón numérico de una secuencia, analizan si una variación es lineal o inversa en situaciones aritméticas y geométricas, identifican las características de las gráficas cartesianas, trabajan con números reales, encuentran diferencia entre los números racionales y irracionales al representarlos en forma decimal, formulan estrategias que permiten hacer mediciones muy exactas utilizan procesos de aproximación sucesiva y rangos de variación para llegar al concepto de límites en situaciones de medición, y como se planteó anteriormente al final de los estudios en secundaria nos encontramos con las técnicas de aproximación en procesos numéricos infinitos, la interpretación y la noción de derivada.

¿Sería esta la mejor estrategia de aprendizaje para el concepto de infinito matemático?; es interesante cómo este concepto de infinito sólo aparece explícito al final de la enseñanza media y no como un proceso de construcción durante la vida escolar lo que me lleva a pensar, ¿ por qué es importante el concepto de infinito matemático?, posiblemente este conocimiento que se toma como innato en nosotros, pero es justamente a partir de estas suposiciones que nos enfrentamos a vacíos en la construcción del conocimiento, en este caso particular el concepto del infinito en matemáticas.

Es por ello que es indispensable hacer uso espacios que permitan el pensamiento creativo, en la resolución de problemas, el análisis y competencias comunicativas, encontrar escenarios diversos, acogedores donde se pueda enseñar conceptos propios de las matemáticas, en este caso específico la caracterización del concepto de infinito matemático con la ayuda de herramientas como el taller literario, como construcción del conocimiento de manera crítica y social,

demostrando de esa manera que es posible enseñar conceptos matemáticos en ambientes diversos y con herramientas diferentes a las utilizadas por el docente de hoy.

Lo que se pretende es tomar al infinito como un concepto u objeto en construcción, buscando una apropiación por parte de los estudiantes o lograr una discusión en torno a sus características, para motivarlos a tenerlo presente dentro de su discurso docente, ya que con el conocimiento de infinito que llegan los niños a la escuela es un “infinito intuitivo” que solo responde a él ¿cómo? y ¿para qué? lo que no es suficiente, ni coherente con lo que se necesita en el aula, ya que no se puede esperar escuchar respuestas en términos matemáticos cuando preguntemos a los estudiantes ¿Qué es el infinito? Es por ello que ahora es necesario dejar un poco de lado al conocimiento y enfocándonos en el estudiante, y una construcción más crítica e interdisciplinar de conceptos.

4. Objetivos,

4.1 Objetivo general

Caracterizar el concepto de infinito matemático tomando como herramienta el taller literario basado en la obra de Jorge Luis Borges a estudiantes en primer semestre de licenciatura en matemáticas y tic's y la licenciatura de lingüística y literatura en la Facultad de ciencias de la educación de La Universidad La Gran Colombia.

4.2 Objetivos específicos

Identificar la relación existente entre el concepto de infinito matemático durante la historia

Evidenciar el concepto de infinito matemático como saber fundamental en la matemática escolar.

Analizar el concepto de infinito matemático en la obra de José Luis Borges.

Construir un taller literario como escenario para la caracterización del concepto de infinito matemático.

Marco de Referencia

5.1 Marco de Antecedentes

El concepto del infinito matemático a lo largo de la historia ha estado ligado al número, ejemplos como el de Anaximandro, comenzó diciendo que el universo contiene un número infinito de mundos y los pitagóricos pensaban que los números naturales eran la esencia de todas las cosas, se podría decir que no es solo un concepto de cantidad, ha podido ser representado más allá de un símbolo pero, algunos profesores de matemáticas han optado por enseñarlo a través de una lectura obligatoria de libros, *“La falta de confianza de los profesores en sí mismos constituye otro factor: la mayoría de los profesores se encuentran más a sus anchas con libros de texto o fichas de trabajo, ya que con éstos hay menos peligro de que se noten sus insuficiencias”*. (*Revista, Unesco, 1982*), uno de esos libros es el suministrado por Paenza A. en 2006 *“¿matemática, estás ahí?”* y es que este texto no sólo nos abre un mundo de posibilidades sobre la aplicación de los números sino que llega a afirmar que se encuentra en todo.

(Stadler, 2006/2007) durante sus conferencias en la época referenciada nos muestra una lista de libros donde el conceptos matemáticos están presentes sin darnos cuenta a simple vista, aunque también nos dice que no son éstos los únicos textos que hacen referencia al concepto matemático visto desde la literatura, sino que por el contrario son muchos los que se quedan por fuera de dicha lista. *“Preparando esta conferencia he descubierto textos en la que esta relación entre las letras y los números me había pasado desapercibida”*P.45. Hace un ejemplo muy apropiado cuando cita en estas conferencias a Arnaut Daniel, (1210) “Un trovador” quien se considera el creador de la sextina que es un poema formado por 6 estrofas y formadas por 6

versos cada una seguida por un párrafo de 3 versos, cada línea termina con una palabra previamente seleccionada y los vocablos A, B, C, D, E y F distribuidos siguiendo un esquema específico. Entonces no sólo es una audacia construir una sino sextina que se debe tener nociones de permutación. A continuación, una estrofa de la primera sextina de la historia de la literatura:

Lo ferm voler qu'el cor m'intra, por Arnaut Daniel

*Lo ferm voler qu'el cor m'intra
no'm pot ges becs escoissendre ni onglá
de lauzengier qui pert per mal dir s'arma;
e pus no l'aus batr'ab ram ni verja,
sivals a frau, lai on non aurai oncle,
jauzirai joi, en vergier o dins cambra.
(Stadler, 2006/2007, p.46)*

Así mismo Stadler (2006/2007) nombra al escritor Jorge Luis Borges quien es objeto de estudio del presente trabajo, pues el escritor quien también estudió matemáticas estaba obsesionado con el concepto del infinito y hace referencia a él en muchas de sus obras, una de ellas “El libro de arena” y he aquí una parte de dicho libro que hace referencia al concepto de infinito:

- Ahora busque el final.

*También fracasé; apenas logré balbucear con una voz que
no era mía:*

- Esto no puede ser.

Siempre en voz baja el vendedor de biblias me dijo:

- No puede ser, pero es. El número de páginas de este libro

es infinito. Ninguna

es la primera; ninguna, la última. No sé por qué están

numeradas de ese modo

arbitrario. Acaso para dar a entender que los términos de

una serie infinita admiten

cualquier número.

Cuando hablamos de cifra como lo hace Borges en “El libro de arena” nos referimos no sólo a un número sino a todo un conjunto de teorías de números y en este caso de manera muy romántica la explicación de que ningún hombre, aunque agotará todas sus vidas y todas sus eternidades podría lograr sacar dicha cantidad. No sólo en “El libro de arena” encontraremos este concepto sino en la mayoría de textos del autor, textos que durante el planteamiento de talleres que se sugieren en el presente trabajo se irán analizando e identificando los conceptos matemáticos en especial el concepto de infinito matemático.

Lestón, (2006) afirma que el infinito es un concepto que ha atraído a grandes pensadores durante el transcurso de la historia y tiene muchos campos en los que puede ser abordado, pero como tema no se ha podido incluir en escenarios escolares, aun cuando este concepto busca explicarse, aun antes del concepto de número; pero también se evidencia que ni las instituciones ni los docentes le ven demasiada importancia a este concepto y los que conocen de la importancia

ven una complejidad al explicarlo, es por esto que se puede llegar a la pregunta: “¿Cuál es la noción de infinito necesaria y cuál aquella que está presente en el discurso matemático escolar de la escuela media y en la carrera de licenciatura matemática donde se incluye el estudio del trabajo de Cantor?.”

“¿Cómo hacer para acercar a la escuela media un infinito funcional a sus necesidades en tanto en este contexto se respete el infinito intuitivo ya construido en escenarios no escolares?” lo que se busca lograr con ayuda de este texto es orientar de manera práctica los talleres propuestos ya que el concepto de infinito matemático es necesario en el aula, *“las funciones son centrales en la construcción de la matemática escolar de la escuela media, es necesario volcar la mirada hacia la aparición del infinito en ese contexto”*. (Lestón, 2006, p.11). Sólo que los docentes no cuentan con las herramientas suficientes para llevarlo al aula. El texto hace un acercamiento socioepistemológico, que comprende al infinito como algo que ha estado presente a lo largo de la evolución del conocimiento científico y se ha construido en un concepto matemático y cuando se trabaja partir de este concepto se busca una resignificación en el discurso matemático del Infinito.

El texto orienta la justificación misma del trabajo ya que da ese primer acercamiento al concepto de infinito desde el conocimiento no formal y hace énfasis en la falta de apreciación y desconocimiento por parte de las instituciones y docentes. Es un concepto apremiante no sólo en matemáticas *“la literatura está plagada de deliciosos guiños matemáticos”* Stadler, p. 45, por lo que al trabajar junto con la licenciatura en Lingüística se busca dar herramientas a los docentes

para mejorar su discurso docente y ayudarlo a reconocer la importancia de reforzar conceptos primarios y de manera didáctica resignificar estos conceptos en sus estudiantes.

5.1.1 La eterna discordia entre el lenguaje y la matemática

El diario El Tiempo en su artículo de enero 28 de 2007 “Para entender matemáticas hay que leer” el cual hace énfasis en el campeón y subcampeón del concurso de ortografía de este mismo diario se tenían inclinaciones hacia las matemáticas, el campeón por un lado decidió estudiar ingeniería electrónica y es que, según grandes investigadores de la pedagogía, estos casos son más comunes de lo que se cree. Incluso en una investigación del Brian Butterworth en el University College de Londres (Inglaterra), encontraron que el cerebro humano tiene un espacio para almacenar y procesar información del lenguaje, pero a su vez también un espacio para utilizar en caso de requerir un cálculo matemático.

Bruno D'Amore, investigador de la Universidad de Bolonia (Italia), dice que se ha venido presentando un fenómeno respecto a estas dos áreas del conocimiento pues al parecer no pueden sobrevivir separadas. Según el investigador cuando una persona presenta fallas al momento de resolver un problema matemático está ligado a que dicho sujeto tiene muy pocas bases del lenguaje y esto no le permite interpretar el problema y así mismo resolverlo.

Ruth Ángela Ortiz, jefa de Ciencias y Artes de la Universidad de Antioquia dice: “*En la medida en que una persona empieza a desarrollar procesos verbales, escritos y cosas más*

complejas como lo semiótico (significados), puede hacer operaciones mentales más ágiles al trabajar con números o con geometría y si no es avance sino estancamiento también es paralelo”.

Como dice en su columna el diario El Tiempo, “*El problema es entender el problema*” (El tiempo, 2007). El lenguaje matemático puede ser complejo pero justamente ese es el trabajo que hace el docente, darle un significado de manera que el estudiante asimile mejor los conceptos y finalmente lo relacione con el lenguaje matemático, en pocas palabras al inicio del curso el estudiante maneja su idioma y al fin del curso maneja el lenguaje matemático.

El proceso tanto de aplicación como de análisis de los talleres se llevará a cabo con el modelo socio crítico manejado por la universidad el cual cita:

La propuesta pedagógica de la Universidad se caracteriza por ser abierta, interdisciplinaria, centrada en proyectos, articulada a la cultura y a la vida universitaria, desde donde se promueve el debate y la postura crítica; es decir, se ubica en una perspectiva problemática comprometida con los procesos de cambio y construcción de nuevos sujetos sociales(PEI, 2005)”

Todo esto con el fin de promover la participación activa como desarrollo del pensamiento, dando una postura crítica, tanto en los procesos de construcción del conocimiento como de evaluación, tomando a la socioepistemología como marco teórico que se entiende como la construcción del conocimiento matemático como resultado de acciones situadas en un escenario particular realizado de manera sistémica.

5.1.2 Geometrización del espacio.

Cuando hablamos de geometrización nos referimos a un tratamiento geométrico de un objeto que no es una figura o un cuerpo geométrico. En esta investigación se entenderá a la geometrización como un proceso que permite la materialización geométrica de un espacio. Ya que se hace necesario ver el concepto de infinito de una manera más dinámica para darle un sentido logrando entender la forma en que se construye al infinito, que permite geometrizar el espacio y determinar los pre conocimientos que estaban en construcción del concepto del infinito.

En la obra de Euclides se dice que todas las figuras geométricas desarrolladas son limitadas y tienden a ampliarse, lo que se podría decir que es un ejemplo claro del infinito en potencia. Que en la obra de Lestón (2011) se le llamaría infinito Impropio el cual hace referencia a un proceso que por repetición de procesos u objetos finitos lograr tomar valores mayores a cualquiera dado.

“La noción del infinito impropio hace referencia a lo que hoy llamamos infinito potencial. [...] Se centra en la operación reiterada e ilimitada. [...] Fue trabajada en análisis, como el límite al que se tiende, o en geometría, por ejemplo, al concebir a la recta como subdivisibles de manera potencialmente infinita y con la posibilidad de “alargarla” cuanto se quiera hacia ambos sentidos”. (Lestón, 2011, p.113)

Fue Aristóteles quien, al asociar el infinito geométrico al infinito físico, lo introduce en su discurso al cuestionamiento de que el universo es infinito. Y la existencia de este infinito geométrico está sujeta a la existencia de un cuerpo material infinitamente grande (Vita, 1992). Aristóteles intentaba demostrar que el infinito no es solo una idea, o un atributo sino como una

propiedad del número, de una magnitud, de un concepto abstracto antagónico al cuerpo material. En sus palabras dijo:

“el cuerpo del todo no es infinito. La forma del todo es esférica” (Aristóteles, citado por Vita, 1992, p.120).

Dicha afirmación no dice que el infinito no existe, pero tampoco afirma que si exista. Solo se asume que ninguna magnitud puede llegar a ser infinita, sino que se puede hacer infinitamente pequeña o infinitamente grande gracias a su característica de sustraerse o adicionarse. Según La definición del cálculo de las fluxiones de Newton, la cual dice que el ritmo de cambio de una función da la pendiente de su gráfica y esta pendiente genera una nueva magnitud lo que llevo a explicar el movimiento de los cuerpos en el espacio.

Galileo, otro de los grandes pensadores de la época daría su aporte al concepto de geometrización del espacio, gracias a uno de sus inventos permitió que el hombre se acercarse a las estrellas las cuales no podían ser observadas a gran distancia, no tomo partido ni por la infinitud o finitud del espacio. Sin embargo, no es hasta que Newton retoma las nociones de Giordano Bruno, que finalmente se acepta que el espacio, que nuestro universo, es en sí infinito. Separando lo relativo de lo absoluto. Ese infinito del que Newton habla es el infinito físico, que existe en el espacio absoluto para que el otro espacio, el relativo, pueda existir. Lo que Newton logra con su obra es finalmente la “explosión de la esfera” y la definitiva geometrización del espacio. En otras palabras, lo que logra Newton con esto último es la matematización del espacio, es decir, se edifica la geometrización del espacio, logrando así que ese infinito de la física presente en la extensión real del universo, se transforme en el infinito de la matemática, vinculado al tamaño, lugar o extensión. Newton necesitaba imaginar y exponer el movimiento con el fin de poder medirlo y por ello necesitaba una moldura que quitara los límites. Este tipo de infinito que se relaciona con el movimiento, tiene la posibilidad de variar de posición de un objeto a lo largo del tiempo, sin la necesidad de detenerse esto le permite asociarse con el infinito de la geometría.

Por lo tanto, al determinar este tipo de universo infinito dado a la matemática como un nuevo cuerpo científico, como una medida de movimiento surge también el concepto de “cantidad”, es decir, una construcción de infinito matemático imaginado desde las cantidades.

5.1.3 Aritmetización de la cantidad

La Aritmetización es el tratamiento aritmético de un objeto o conjunto de objetos que no son un número. Se entiende en esta propuesta de investigación como el proceso que lleva a permitir la operatoria con los números transfinitos, termino original que dio Georg Cantor para referirse a los ordinales infinitos, que son mayores que cualquier número natural. Y partiendo desde un infinito imaginado desde la “cantidad”, se podría clasificar en cantidades contables, incontables o aquellas que no se pueden contar debido a su naturaleza. Y así como se expresó anteriormente que Newton consigue la geometrización del espacio, se podría decir que fue Cantor quien permitió la aritmetización de las cantidades infinitas, un infinito que revela la noción de cardinalidad. Este infinito es visto por Cantor en su carácter de cardinal y con la posibilidad de definir para él una aritmética en la que sea posible operar. En este proceso, fue esencial contar y ordenar elementos como números y puntos. El desarrollo de una teoría para los números transfinitos tanto en su aspecto cardinal como ordinal debió enfrentarse a visiones fuertemente arraigadas no sólo por resultados que en muchas oportunidades contradecían a la intuición, sino a aquellas que impedían el uso del infinito actual y su consideración como un objeto matemático sobre el que era posible elaborar una teoría científica

Actualmente Cantor es reconocido como el creador de un sistema matemático en que el que los números de magnitud infinita definen una jerarquía de infinitos con una aritmética muy precisa, dando un significado matemático a la idea de que hay infinitos más grandes que otros (Núñez, 2003), pero en su época, se trató de una tarea sumamente atacada y cuestionada por la comunidad matemática que actuaba en su mismo escenario sociocultural

Por otro lado, Leibniz dió a las cantidades una convención de naturaleza no-real, las cantidades infinitamente pequeñas. A pesar de las diferencias en los dominios, en Newton las cantidades se engendran a partir del movimiento uniforme dando lugar a un modelo geométrico, en tanto que en Leibniz, esta posibilidad ocurre por los infinitamente pequeños, configurando una propuesta algorítmica.

La Teoría de Cantor, resulta ser la que mejor se adapta curricularmente y es en la cual el futuro docente se acerca formalmente al proceso de construcción de conocimiento del infinito de manera indiscutible. En el sistema formal de la enseñanza de las matemáticas, tener una teoría bien fundamentada que nos permita ver el porqué de la confusión en algunos temas específicos, limitaciones presentes en el discurso matemático en el aula. La construcción formal en el discurso del docente de matemáticas corresponde a la visión cantoriana del infinito, enfocada en la práctica de matematizar las cantidades y a la práctica social de la aritmetizar de las cantidades, y desde esa construcción que intentan explicar al infinito y de qué manera se introduce en la escuela.

El estudio del cambio de las variables, cuando unas aumentan infinitamente o se hacen infinitamente pequeñas y éstas toman finitos valores, de acuerdo a la distinción de Cantor, reducibles a comportamientos finitos, ya que esa variable en el infinito se comporta de acuerdo a las relaciones aritméticas del conjunto de los números enteros. Indicando de esta manera que los números infinitos no actúan bajos las mismas reglas que los números finitos.

Así, como los babilonios emplearon el concepto de función construyendo tablas para facilitar operaciones aritméticas; los griegos, trabajando con proporciones, o, estableciendo relaciones entre medidas de las cuerdas en un círculo; los Hindúes, utilizando colores para denotar los números, etc. Durante este período, el concepto era utilizado en la práctica y no se tenía de él ningún tipo de formulación. (Mora, 2006, p. 23)

5.2 MARCO CONCEPTUAL

El infinito matemático es uno de los temas que ha hecho parte fundamental en la búsqueda de la verdad absoluta, como ejemplos de esto nos encontramos a Zenón de Elea y su paradoja de Aquiles y la tortuga, hasta matemáticos modernos como el profesor A.W. Moore quien llegó a decir *“Podríamos afirmar que algunos infinitos son mayores que otros; y que el conjunto de los números pares es finito; incluso podríamos negar la existencia de los números pares”*, a pesar de que se han logrado avances significativos en que es, sigue siendo un camino matemático hacia la explicación de un todo. Teniendo en cuenta que se le ha llamado “el gran corruptor de la matemática” (Méndez, 2009) por tratarse de un término escurridizo, que ha tenido distinguidos matemáticos por más 2.500 años tratando de lograr entenderlo.

Aún desde tiempos muy remotos los egipcios y babilonios se preocuparon en la práctica de la matemática para medir y contar. Los griegos decidieron enfocarse en ella como una ciencia más estructurada de allí nacieron las ideas del origen del universo la cual necesitaba un proceso demostrativo para sus enunciados, surgieron las escuelas filosóficas con el fin de dar respuesta al principio de todas las cosas.

Anaximandro filósofo de la naturaleza proporcionó el concepto de *Ápeiron*, el cual demostraba que lo ilimitado era inmortal de movimiento continuo y eterno, daría su aporte empleando el infinito en dos sentidos uno temporal, que se refería a la inagotabilidad de la sucesión y el otro a la permanencia de la anterior afirmación; por otro lado Anaxágoras llamó a lo ilimitado tanto a lo grande como a lo pequeño indicando que no hay un mínimo siempre habrá algo más pequeño que ello; Anaxímenes definió al infinito como el *Arjé* el cual representa al aire como principio infinito.

Para los pitagóricos el principio del universo recae en los números triangulares, cuadrados y perfectos; de la crisis de los pitagóricos surgen las magnitudes inconmensurables.

Parménides, Melisso y Zenón hacen parte del “linaje eleático”, Parménides filósofo de lo infinito niega la existencia del vacío y la perfección, pero Melisso terminó con la teoría de su maestro Parménides; por otro lado, Zenón buscando defender a su maestro dio origen a lo que llegó a ser el infinito actual y la salida a las paradojas que se conocería como el límite. Borges en los avatares de la tortuga hace una reflexión a la paradoja de Aquiles y la tortuga retoma la dicotomía que dice que para llegar de un punto a otro primero se debe llegar a la mitad de los dos puntos, el trabajo de Zenón es lo que se denomina reducción al absurdo.

Demócrito último filósofo de la naturaleza, pensaba que cada uno estaba hecho de piezas muy pequeñas a las que llamó átomos, retomando el trabajo de Parménides pensaba que estos átomos debían ser eternos.

Eudoxo de Cnido, realizó su aporte en busca de una caracterización del infinito matemático a partir de su método de exhaustación. Al intentar hallar el área de círculo, considero el círculo como un polígono de lados infinitamente pequeños, entonces el área que se buscaba era la mitad del perímetro de ese polígono. Pero siempre se encontraba con lados infinitamente pequeños.

Platón definía al infinito como todo aquello que no lograba su ser, lo imperfecto y lo tenía en cuenta no como un problema matemático sino como uno completamente filosófico.

Pitágoras, quien creía en la transmigración de las almas, es decir, pensaba que las almas de los hombres estaban destinadas a morir y reencarnar en otro cuerpo ya fuere humano, animal o planta hasta que lograra conseguir la purificación, gracias al trabajo de los pitagóricos se descubrió la relación entre longitudes de cuerda. Pitágoras, tuvo su acercamiento al infinito al demostrar la existencia de los números irracionales, lo cuales poseen infinitos decimales periódicos. Esto lo atormentó por algún tiempo, incluso existe la leyenda que mató a uno de sus discípulos por revelar el secreto.

Aristóteles en su mundo de los sentidos se interesó por el infinito y demostró la existencia del infinito actual dando algunas ideas de donde podría estar planteado el infinito, él lo encontraba presente en el tiempo él decía:

“Toda cosa limitada topa siempre con su límite con respecto a otra cosa, y por consiguiente ya no existirá más límite”.

Haciendo referencia al conjunto de los números naturales que nunca puede estar a totalidad en nuestro pensamiento, y aun con los números enteros, él también planteaba que el infinito no es “aquello fuera de lo cual no hay nada, sino aquello fuera de lo que siempre hay algo”. (Anthropos, 2007, p. 133)

Aristóteles en su obra: física proporcionó una división de dos tipos de infinito el infinito como un proceso de crecimiento sin final o de subdivisión sin final y el infinito como una totalidad completa. El primero es el infinito potencial y el segundo el infinito actual.

Euclides padre de la Geometría presentaba al infinito de manera potencial se decía que no es posible tener magnitudes infinitamente pequeñas o grandes y no aceptaba el concepto del infinito actual.

A partir de esta idea durante la Edad Media, grandes investigadores como Cavalieri, Torricelli, Fermat, Pascal, Wallis, Roberval entre otros realizaron sus aportes principalmente en lo infinitamente pequeño y lo infinitamente grande, y aún la religión dio el puesto del infinito absoluto a Dios ya que el infinito era exclusivamente de Dios.

Luego de la Edad Media surgieron grandes matemáticos como: Gottfried Leibniz e Isaac Newton físicos, matemáticos quienes hicieron un gran aporte al cálculo. Pero al toparse con el infinito se enfrentaron a las mismas dificultades que sus antecesores. La circunferencia seguía siendo un polígono de infinitos lados infinitamente pequeños, es decir, inalcanzable.

George Cantor, la clave de su éxito parte de negar que puede parecer lógico: *“el todo es más grande que cualquiera de sus partes”*. Cantor llegó a conclusiones que revolucionaron y conmocionaron el pensamiento científico occidental y que va en contra del sentido común, su aporte nos da como conclusión que *“no todos los infinitos son igual de grandes, ningún conjunto es tan grande como el conjunto de sus subconjuntos”*. Cantor aportó a la matemática los números transfinitos e incluso edificó una aritmética para ellos. Pero a pesar de todo lo que él proporcionó aún no contamos con una definición exacta de lo que es el infinito matemático.

A partir del siglo XX siguen nuevos aportes al infinito matemático no con muchos avances. Trabajos como el del matemático Abraham Robinson en la teoría de modelos en la fundamentación de los infinitesimales.

6. METODOLOGÍA

6.1 Enfoque epistemológico

Este tipo de investigación posee una orientación hacia el enfoque socioepistemológico, debido a sus respectivas investigaciones de entender y comprender la construcción y transmisión del conocimiento matemático desde distintos escenarios. Para este trabajo en particular se busca caracterizar conceptos matemáticos en ambientes literarios tomando como herramienta principal el taller literario. Debido a que en el taller literario se convierte en un escenario en el que se puede experimentar, da lugar a las discusiones y nos lleva a posiciones plurales con el fin de lograr una construcción de conocimiento que sea moldeable.

“La palabra *taller* mantiene vivo lo artesanal, la idea de que es posible trabajar el lenguaje como si fuera una arcilla” (Landore y Andruetto, 2007, p. 18).

Este concepto adapta casi de manera perfecta a lo que se busca lograr en un tipo de investigación cualitativa de estudio de casos, ya que lo que se requiere es un estudio de sucesos desarrollados en grupos naturales con el fin de caracterizar el concepto de infinito matemático y que este sea capaz de adaptarse a partir de las capacidades e imaginación de cada individuo.

Teniendo en cuenta que el taller literario no se tomará como una metodología enfocada en un pasatiempo sino como una propuesta pedagógica completa con sentido y funcionalidad propia, como lo toman los profesores españoles Enciso y Rincón:

“Cuando hablamos de taller de literatura no nos referimos a una forma de animar las clases, no es una <<actividad>> en la que desemboca la clase de literatura y que le da su sentido a cuanto hemos visto y aplicado con antelación. No es un momento práctico tras una visión, más o menos a fondo, de la historia de la literatura.” (Enciso y Rincón, 1988, p. 47)

A su vez el taller literario nos permite contar con un enfoque, que en el presente estudio sería la caracterización del infinito matemático; contar con unas herramientas tales como la lectura, el análisis, la crítica; un tiempo establecido el cual será de tres sesiones de dos horas semanales y una final grupal.

Se trabajará con pequeños grupos de estudiantes de primer semestre de la licenciatura en matemáticas y de la licenciatura en lingüística y literatura de la Universidad la Gran Colombia, con el fin de caracterizar el concepto de infinito desde los saberes propios de su formación.

6.2 Método.

Esta propuesta se encuentra enmarcada en una investigación cualitativa debido a su base lingüístico - semiótica. El objetivo de las actividades planteadas durante las sesiones busca que, mediante el uso del taller literario como herramienta de aprendizaje, los estudiantes mejoren en su capacidad de diálogo en diferentes áreas del saber, su actitud de búsqueda de la verdad al leer

los textos asignados, un rechazo a toda forma de dogmatismo, superación en pautas de comportamiento, autodisciplina y responsabilidad personal; que reconozcan características propias del infinito como la geometrización del espacio y Aritmetización de la Cantidad presentes en los cuentos escogidos de Jorge Luis Borges seleccionados anteriormente por su relación con las características a tratar del infinito matemático: El jardín de senderos que se bifurcan, el libro de arena y la biblioteca de Babel, de esta manera lograr una reflexión participativa acerca de una de las características más sobresalientes del infinito matemático a tratar en este trabajo de investigación las cuales son: la aritmetización de la cantidad y la geometrización del espacio.

Para ello, dividimos el trabajo de investigación en tres sesiones de dos horas cada una estructuradas de la siguiente manera:

- Objetivo: en el que se busca plantear la intención del taller.
- Ambientación: introducción al tema que trabajaremos.
- Prelectura: una preparación antes de la lectura del cuento, con el fin de obtener más provecho de la información del texto y facilitar su comprensión.
- Lectura: lectura en parejas del cuento.
- Análisis: proporcionar un ambiente sano de discusión.
- Elaboración: se realizarán proyectos físicos a partir del análisis.

6.3 PRIMERA SESIÓN

Objetivo: permitir que los estudiantes indentifiquen lo que es la geometrización del espacio a partir de la elaboración de un cómic.

Ambientación: Una de las preocupaciones metafísicas constantes en la obra de Jorge Luis Borges es el tiempo, el cual ha sido representado en forma de “laberinto ramificado” en el cuento “El jardín de senderos que se bifurcan”. Fue el mismo Borges quien escribió en la “Historia de la eternidad”: “El tiempo es un problema para nosotros, un tembloroso y exigente problema, acaso el más vital de la metafísica; la eternidad, un juego o una fatigada esperanza”.

Prelectura: Se pedirá a los estudiantes que realicen una lectura del cuento con ocho días de anticipación.

Lectura: A partir de la prelectura se dividirán en parejas compuestas por un estudiante de literatura y otro de matemáticas para discutir impresiones de la lectura realizada.

Análisis: A partir de la discusión en parejas se realizará una mesa redonda con todo el grupo de estudio con el fin de escuchar las impresiones a las que se llegaron.

Elaboración: A partir del análisis grupal se pedirá a cada integrante que elabore dos cómic, el primero de manera creativa pero que plasme la interpretación que tuvo de lo que es

infinito a partir de la lectura y el análisis grupal, y un segundo cómic que cuente con el mismo inicio y final del primer cómic pero este debe ser infinito.

El cómic permite dar una interpretación creativa de algo que se quiere mostrar, debido a que se pueden tomar diferentes características de esta, nos queremos centrar en la caricatura como idea, ya que esta permite una interpretación más o menos real de algo que se quiere comunicar desde una crítica o un elogio desde una perspectiva abstracta para comunicar un concepto.

6.4 SEGUNDA SESIÓN

Objetivo: Reconocer que es la aritmetización de la cantidad como infinito actual, y de qué manera está presente en “El libro de Arena”, a partir de la redacción de cuentos.

Ambientación: Borges es un escritor que representa mundos fantásticos y “El libro de arena” es una muy buena representación de ello, donde todo puede ser subjetivo incluso el concepto de cantidad, esto permite captar la atención del lector hasta el final. La historia hace referencia a un libro en el que no se logra encontrar ni la primera ni la última página debido a que siempre existe una página antes de estas, que cuenta con un número infinito de páginas que no cumplen un orden establecido, este libro resulta convertirse en la obsesión de su comprador debido a la característica del infinito que encerraba entre sus páginas.

Prelectura: Se pedirá a los estudiantes que realicen una lectura del cuento con ocho días de anticipación.

Lectura: A partir de la prelectura se dividirá en parejas uno de cada programa, con el fin de dar las impresiones de la lectura realizada en casa.

Análisis: A partir de la discusión en parejas se realizará una mesa redonda con todo el grupo de estudio con el fin de escuchar las impresiones a las que se llegaron.

Elaboración: A partir del análisis del texto, se realizará con el grupo en general un ejercicio basado en uno conocido como “El cadáver exquisito” con algunas modificaciones, el cual consiste en el que cada integrante posee una hoja en la que se encuentra escrito el inicio de una historia, y a partir del inicio deben completar la historia con un párrafo, y luego debe pasar la hoja a su compañero de la derecha para que continúe la historia con el fin de despertar la creatividad individual, permitiendo evidenciar que a pesar de que todos conocemos las partes generales de una historia no siempre se va a contar la misma historia. Al final se realizará una lectura de las historias creadas, evidenciando la cantidad de ideas que se pueden encerrar solamente en una hoja de papel, debido a nuestra estructura creativa.

6.5 TERCERA SESIÓN

Objetivo: Reconocer que es la geometrización del espacio como infinito potencial, la aritmetización de la cantidad y de qué manera está presente en “La Biblioteca de Babel”, a partir de la elaboración de una maqueta en plastilina.

Ambientación: “La Biblioteca de Babel” nos lleva a un universo constituido por una biblioteca infinita, donde existen incontables libros y múltiples combinaciones de símbolos ortográficos. Todos dentro de galerías hexagonales, donde los hechos infinitos suceden a la vista del hombre.

Prelectura: Se pedirá a los estudiantes que realicen una lectura del cuento con ocho días de anticipación.

Lectura: A partir de la prelectura se dividirán en parejas para realizar una discusión frente a la lectura.

Análisis: A partir de la discusión en parejas se realizará una mesa redonda con todo el grupo de estudio con el fin de escuchar las impresiones a las que se llegaron.

Elaboración: A partir del análisis del texto, en parejas se realizará la construcción de una maqueta con plastilina, con el fin de hacer un modelo a escala de la biblioteca.

La elaboración de la maqueta permite una construcción física de la perspectiva que se pueda generar a partir de la lectura del cuento. Una manera de representar un concepto infinito en algo tangible.

6.6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

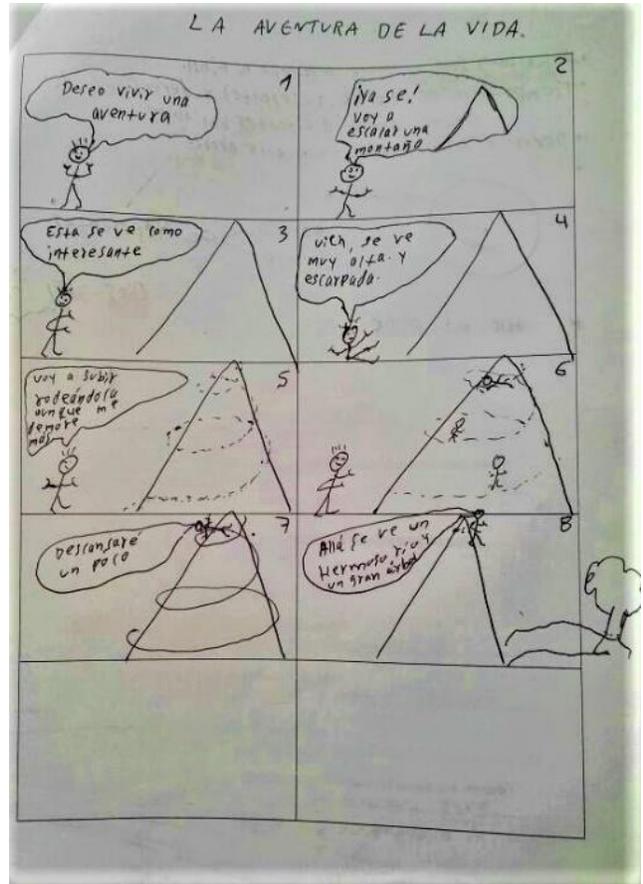
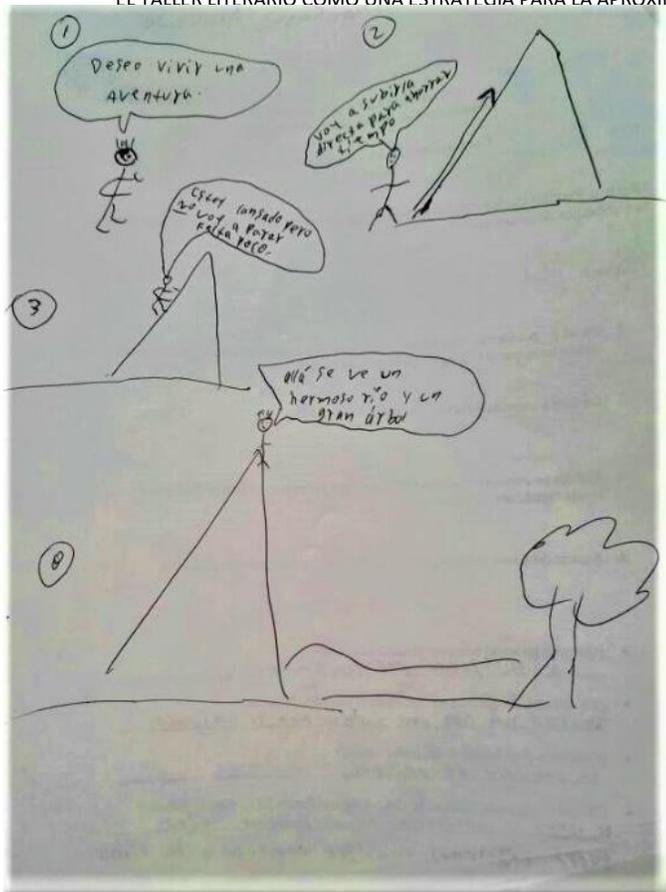
6.6.1 Análisis de “El jardín de los senderos que se bifurcan” del taller literario sobre el texto.

Es importante resaltar que cada uno de los estudiantes cumplió con la asignación de pre-lectura lo que permitió un excelente análisis grupal. Como primera inquietud en los estudiantes de literatura surgió la pregunta ¿Cómo era posible la existencia de infinitas series de tiempo? Debido que para ellos una serie marca un inicio y un final, a lo cual los estudiantes de matemáticas respondieron con la explicación de la paradoja de Zenón introduciéndolos de alguna forma a lo que se conoce como infinito actual en matemáticas. Esto los llevó a hablar de universos relativos, espacio, tiempo, esferas, el mundo metafísico, laberintos basados en la lectura del cuento y películas de ciencia ficción para dar una explicación más clara.

Los estudiantes de literatura mostraron a los estudiantes de matemáticas como el mismo cuento escrito por Borges representa un laberinto en el manejo de la historia del mismo, enmarcado desde una esfera presente en un mundo metafísico, intangible lo que permitió una construcción de conocimiento entre distintas áreas del saber. A continuación, se encuentra la explicación al cómic realizados por los estudiantes.

Se pudo evidenciar que el grupo en general presentó dificultades para geometrizar el infinito ya que lo que se buscaba era que los estudiantes pudieran dar un tratamiento geométrico a un objeto que no es una figura o un cuerpo geométrico, es decir, permitirse una materialización geométrica del espacio.

En la siguiente imagen el estudiante utiliza la figura de la montaña con el fin de representar la trayectoria para llegar a la cima, primeramente, siguiendo una trayectoria en línea recta y en la segunda imagen rodea la montaña haciendo que el camino sea más extenso con el fin de representar que un camino puede tener infinitas trayectorias.



4: Comic de la montaña.

En este cómic evidenciamos el ciclo de las plantas para plasmar el infinito a partir de un evento físico, determinando que un ciclo infinito puede ser alterado por medio externos a él.

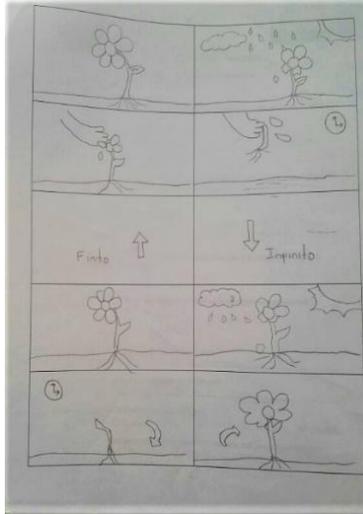


Ilustración 5: Comic de la Flor.

En este cómic el estudiante hizo uso de la forma de un espiral como representación física del infinito, valiéndose del uso de relojes para representar el tiempo como característica esencial del infinito y a un hombre inmerso dentro de él, cayendo de manera involuntaria, esto parte de la visión del cuento de que un hombre puede tener diferentes desenlaces dependiendo de las decisiones que este tome o tomen por él.

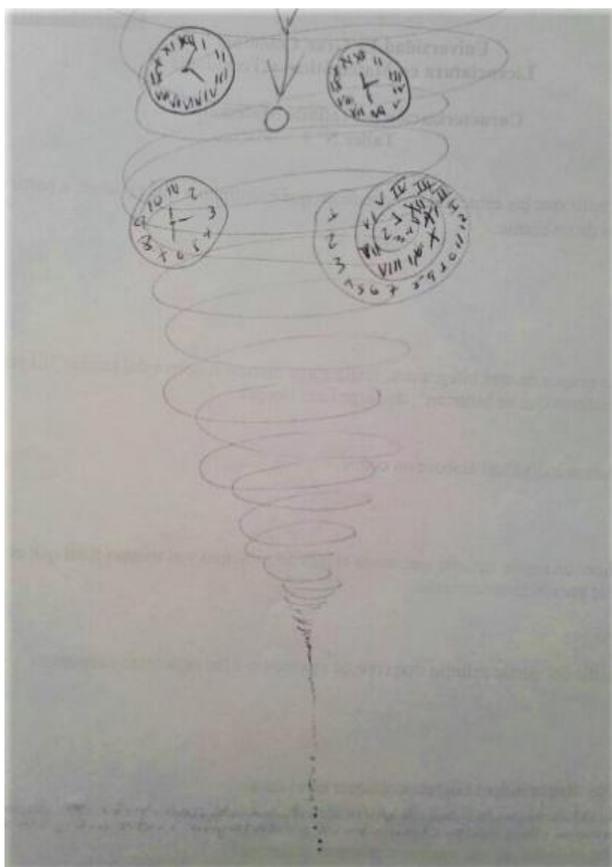


Ilustración 6: Comic espiral.

Este estudiante plasmó el universo en forma de una circunferencia y dentro de este existe aspectos importantes que conforman el infinito para él como lo son: el conocimiento, la vida, el laberinto (como diferentes posibles consecuencias a elecciones) y como centro de este universo tomo el reloj en representación al tiempo como característica principal del infinito.

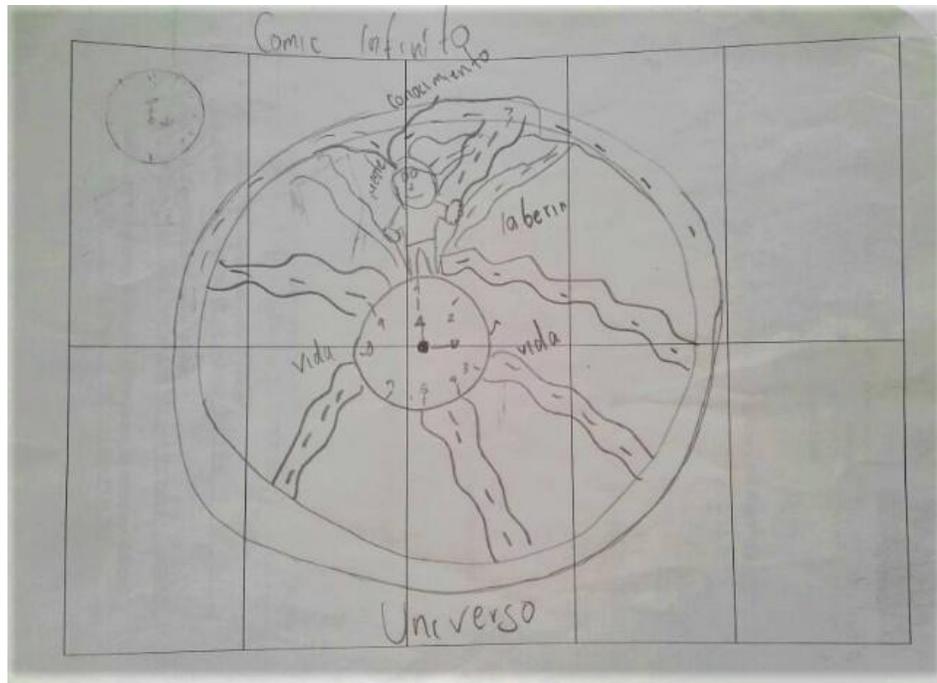


Ilustración 7: Comic del universo

A analizar las preguntas hechas a partir del cómic, se llegó a las siguientes conclusiones ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?, se resalta dos temas principales: uno percibe al infinito como un concepto y la otra percibe al infinito con una característica fundamentada en el conocimiento.

- ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?
El deseo y anhelo de poseer y entender el conocimiento.

- ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?
Quiero plasmar lo infinito de la naturaleza.
- ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?
Diversos ciclos que se repiten

- ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?
La Búsqueda del conocimiento.

Ilustración 8: Respuesta ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?

A la pregunta de ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?, la siguiente respuesta nos hace pensar en la idea plasmada por uno de los estudiantes nos hace pensar en la concepción que tenía Arquímedes, que un círculo era un polígono de infinitos lados.

- ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?
Crear la noción de circularidad.

- ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?
Representar una idea metafísica en una idea física

Ilustración 9: Respuesta ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?,

La siguiente respuesta evidencia la mayor dificultad a la que se enfrentaron los estudiantes a la hora de geometrizar el infinito, ya que fue realmente complicado representar una idea metafísica como lo es el infinito en una idea física como una representación gráfica de este concepto.

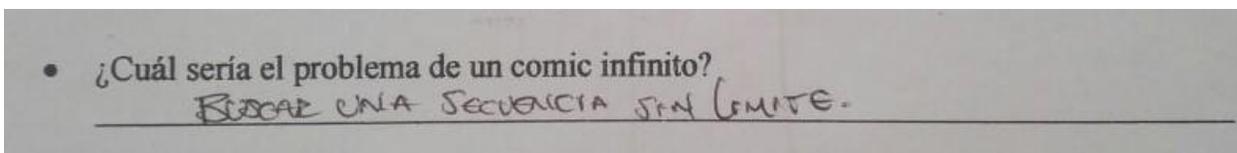
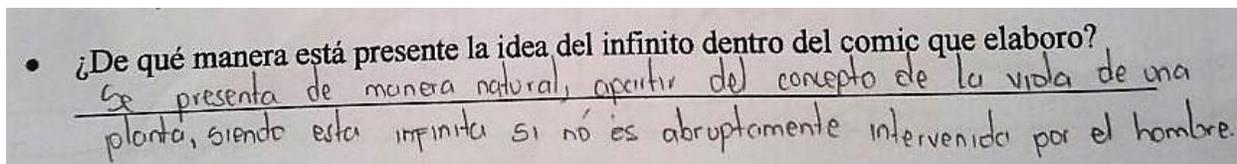


Ilustración 10: Respuesta ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?,

Otro dilema al que se enfrentaron los estudiantes es que una secuencia puede no tener límites y a pesar de que se ve fácil en la representación numérica como ejemplo la sucesión de Fibonacci no es posible ver esa misma secuencia en una representación física.

A la pregunta, ¿De qué manera está presente la idea del infinito dentro del comic que elaboró?, en general el impacto del cuento estableció la idea, que el infinito tiene directa relación con el tiempo, no fue posible geometrizar el infinito a excepción del estudiante que se valió de una circunferencia para plasmarlo, así que tomaron al tiempo como figura clave del cuento a pesar de contar con estudiantes de matemáticas no encontraron el uso de ninguna característica que tiene la geometría para representar el infinito como el concepto de línea recta, límite, función, series, sucesiones, etc. A esta pregunta las artes tuvieron un mayor impacto al dar representaciones a conceptos geométricos apoyados en el arte, como el cuento y películas de ciencia ficción tales como el efecto mariposa, el Doctor Strange.



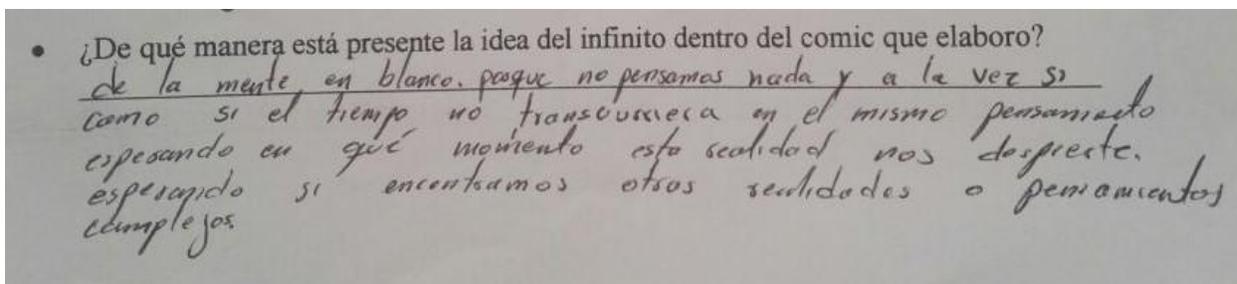


Ilustración 11: Respuesta ¿De qué manera está presente la idea del infinito dentro del comic que elaboró?

Por lo que se llegó a la conclusión que para los estudiantes es más fácil representar el infinito en forma escrita que en la representación de objetos y que el arte brindan muchas más herramientas para su representación que la física, lo que nos lleva a pensar que es necesario hacer uso de las artes para dar una mejor representación, debido a que las respuestas en su mayoría no fueron puntuales, ya que el grupo en general se esforzó por dar respuestas “menos matemáticas” incluso los estudiantes de matemáticas.

6.6.2 Análisis de “El Libro de Arena” del taller literario sobre el texto.

La lectura de este cuento resultó muy interesante para los estudiantes, además de resultar mucho más sencilla que la anterior ya que no solo se disfruta de una historia entretenida, sino que permite dar variadas descripciones a la misma, todo en el cuento tiene un detalle infinito incluso determina que este puede estar presente aún dentro de la palma de una mano. La construcción de un cuento a partir de otra metodología similar a la que en literatura se conoce como “El cadáver exquisito”, llevó a que los estudiantes recurrieron a la imaginación para la construcción del texto.

Resulta interesante que a la pregunta de ¿Qué título darían al cuento? Mientras que los estudiantes de literatura buscaban darle un nombre que hiciera referencia al infinito los matemáticos se identificaron con la historia y la tomaron para sí ya que sus respuestas similares a la segunda imagen hacen referencia a su ser y a sus sentimientos.

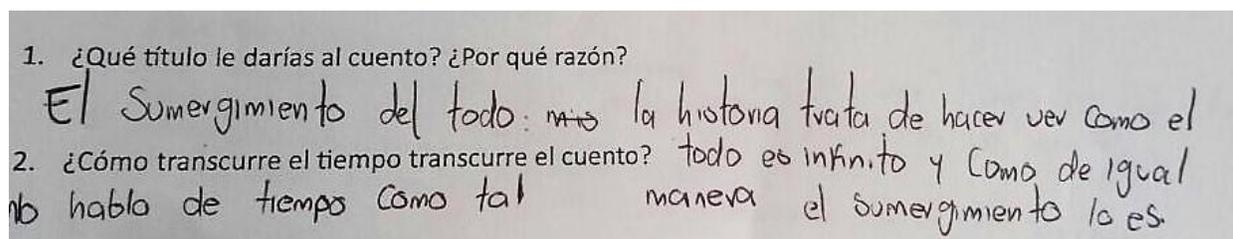
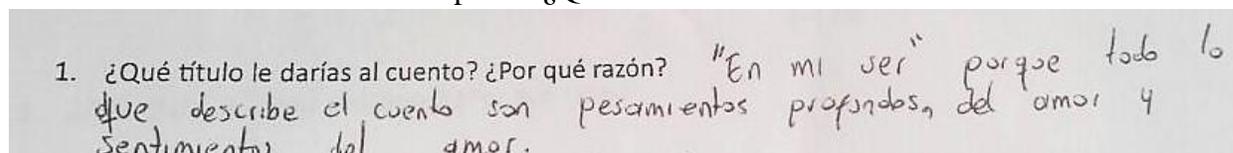
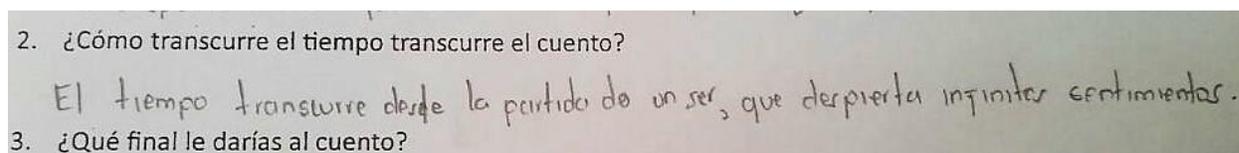


Ilustración 12: Respuesta ¿Qué título darían al cuento?



A pesar que el cuento fue estructurado y se trabajó el infinito no se establece relación entre el tiempo y el infinito solo pudo verse evidenciado en dos casos particulares en los que los estudiantes reconocieron esta relación,

Ilustración 13 Respuesta ¿Cómo transcurre el tiempo en el cuento?



pero para la mayoría del grupo esta no es tan clara dando respuestas como las siguientes:

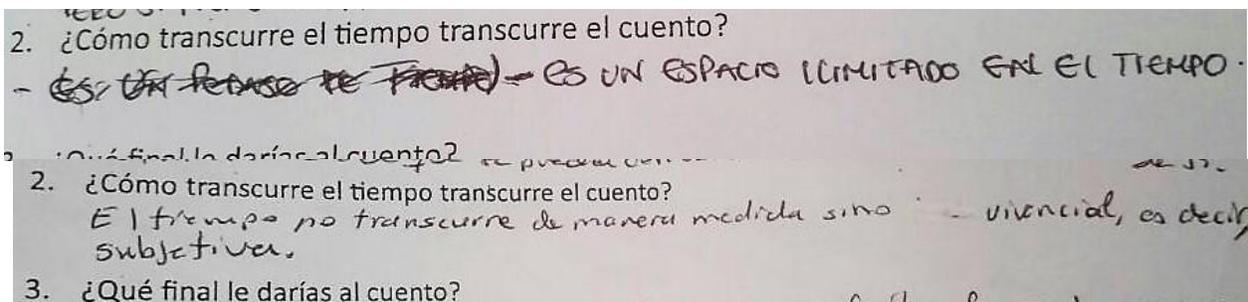
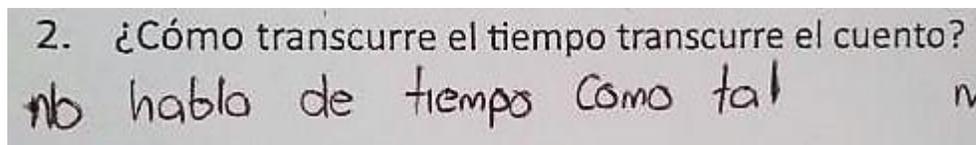
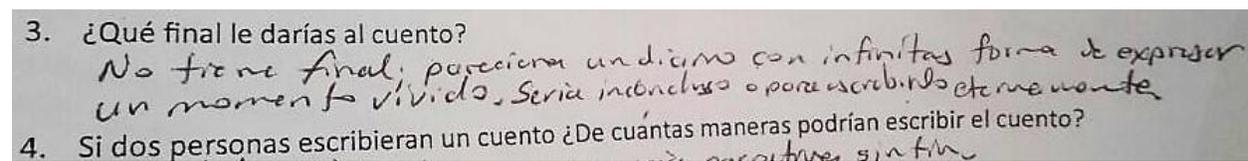
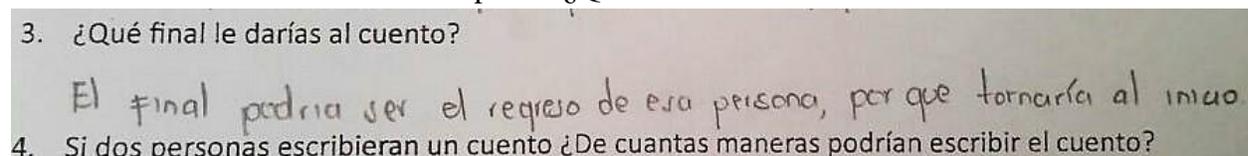


Ilustración 14 Respuesta ¿Cómo transcurre el tiempo en el cuento?



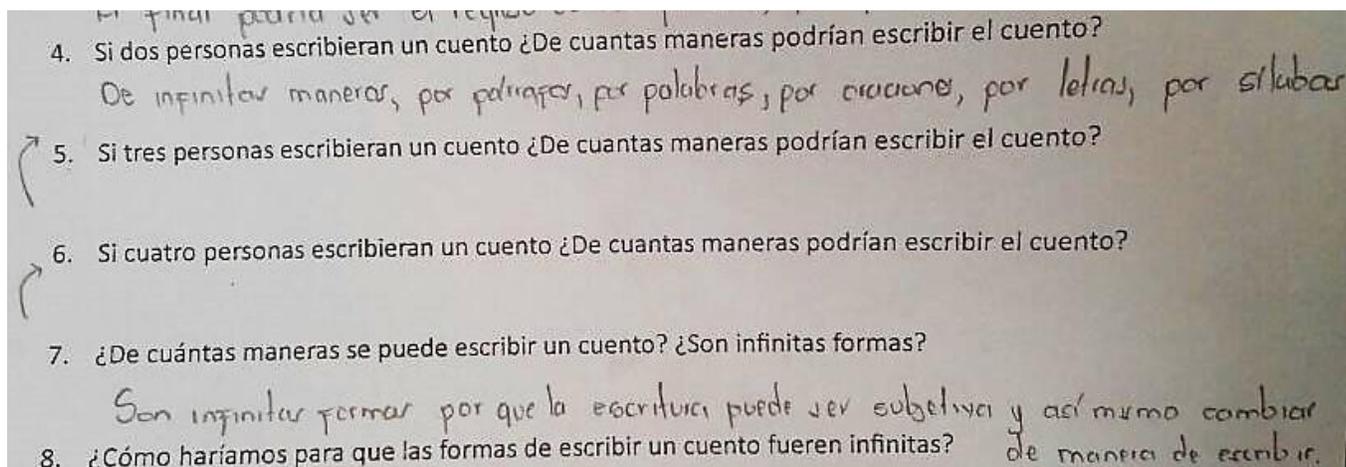
A la hora de darle un final a la historia en su mayoría concluyeron que no era posible darle un final a algo, mientras unos lo percibieron de manera en que tomando el final como el inicio de una nueva historia, lo que nos demuestra que para ellos el tiempo es algo inagotable, en el que es casi imposible segmentarlo.

Ilustración 15 Respuesta ¿Qué final le darías al cuento?



Cuando planteamos las preguntas 5,6 y 7 del cuestionario buscamos ver una variante frente a cómo darían respuesta a esta pregunta desde sus diferentes disciplinas pensando que los estudiantes de matemáticas darían respuestas más cuantitativas, pero en la práctica evidenciamos que estas preguntas las tomaron desde una perspectiva más literaria así que todos llegaron a la conclusión de que la cantidad de veces sería infinita. Y que la forma de escribir un cuento infinito puede ser a partir de infinitas personas como de solo una con mucha

imaginación, que lo que es similar a todo lo que nos rodea es la presencia del infinito en cada cosa y que el infinito es tal cual escuchamos la caracterización de muchas cosas pero en especial que hacemos parte de este, así que los estudiantes de literatura reconocieron como característica del infinito la aritmetización de la cantidad como infinito actual debido a que se concluyó que dentro de una sola historia que puede contar con un mismo inicio y final existen infinitas posibilidades.



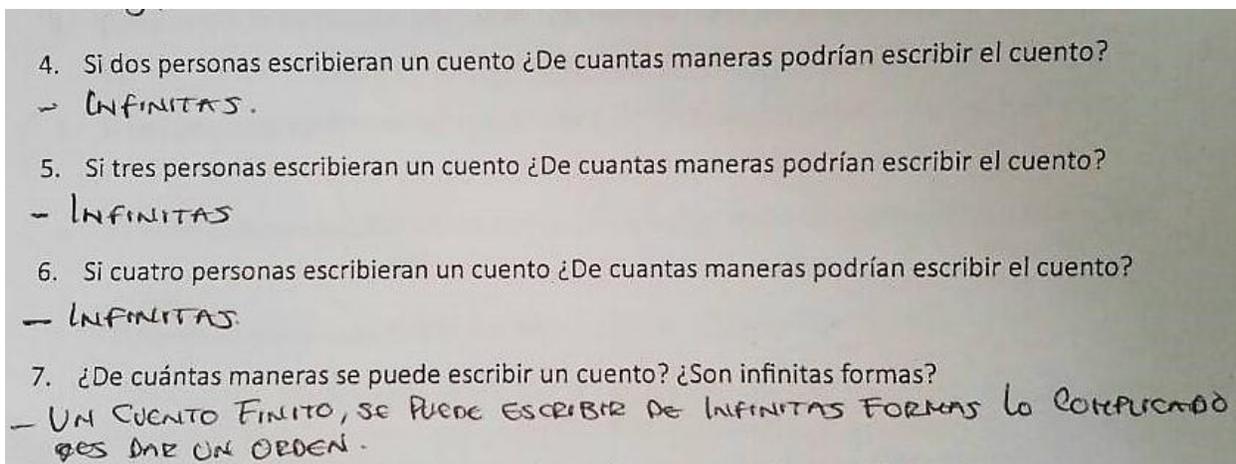


Ilustración 16: ¿De cuantas maneras se puede escribir un cuento?

Entonces nos encontramos en que los estudiantes en esta oportunidad le están dando un significado aritmético al lenguaje, a las partes de un cuento (dividiéndolo en infinitas partes), a la imaginación, al pensamiento determinando que una idea tras otra, da espacio a que todo sea infinito y determinando que la aritmetización de la cantidad está presente en todas las acciones del ser humano, en las matemáticas, los sentimientos y aún en el espacio.

Ilustración 17: ¿Cómo haríamos para que las formas de escribir un cuento fueren infinitas?

En su totalidad los cuentos se vieron enfocados en lo vivencial debido a que se guiaron por el inicio que se les proporcionó en el taller del cuento “Funes el memorioso” lo que les llevó a no establecer historias diferentes, sino que cada historia tenía una relación hacia lo vivencial y eso se ve en el desarrollo que se le da a cada historia.

CUENTO

LO RECUERDO (YO no tengo derecho a pronunciar ese verbo sagrado, sólo un hombre en la tierra tuvo derecho y ese hombre ha muerto) con una oscura pasionaria en la mano, viéndola como nadie la ha visto, aunque la mirara desde el crepúsculo del día hasta el de la noche, toda una vida entera.

Lo ví cada día partido ante mí y demás habitantes, reía sutilmente proclamando el verbo sagrado, ese verbo ambiguo e irreplicable, aquel que solo sus labios eran propiciarios a pronunciar, cuán bello era verte cada día y cuán lugubre se tornó su partida, hoy solo deseo volver a verte volver a sentir su mirada, su olor; que sean mis ojos testigos nuevamente de tan unánime belleza eso quiero y ... tener la oportunidad de fundirme contigo formando parte del uno que a la vez lo es todo. y así despertar de este sueño que me encarcela y me hace vivir engañado.

yo, ¿o me pregunto de...

CUENTO

LO RECUERDO (YO no tengo derecho a pronunciar ese verbo sagrado, sólo un hombre en la tierra tuvo derecho y ese hombre ha muerto) con una oscura pasionaria en la mano, viéndola como nadie la ha visto, aunque la mirara desde el crepúsculo del día hasta el de la noche, toda una vida entera.

UNA VISTA HACIA UN PASADO QUE ENSEÑECE, SIN RECORDAR EL INICIO DEL INICIO, SIN PENSAR EN EL FINAL DEL INICIO, SOLAMENTE EN EL

MULTICAMINO QUE INDICA LOS MULTIFINALES QUE TERMINAN.

yo

Ilustración 18: Cuentos.

8. ¿Cómo haríamos para que las formas de escribir un cuento fueren infinitas?
- DIVIDIÉNDOLO EN INFINIDAD DE PARTES.

En conclusión, esta dinámica llevo a los estudiantes a ver la literatura de una manera infinita a través de la escritura, a pesar de que la forma de escribir el cuento es finita, fue en el ejercicio de escribirlo lo que los llevo a concluir que para ellos la escritura tuviese un significado mayor en el lenguaje que en la cantidad de personas que escriben el cuento. Es decir podríamos decir que a la hora de escribir un cuento entre dos personas se puede llegar a la conclusión que existen dos maneras donde el personaje uno escribe el inicio y el dos el final o donde el personaje dos escribe el inicio y el uno el final, pero los estudiantes interpretaron este ejercicio de manera en que el primer personaje escribe el inicio, el segundo el final y luego al primero se le ocurre otra idea y la escribe y el segundo también, convirtiendo este evento de manera infinita lo que haría al cuento infinito.

Además, se concluyó que a diferencia del primer taller en esta oportunidad el tiempo no sería la única característica principal presente en el infinito una característica inalcanzable, ya que existen infinitos que podemos sujetar con las manos en este caso particular la creación de una obra infinita, reconociendo la diferencia que existe entre un infinito potencial y una actual.

6.6.3 Análisis de “La Biblioteca de Babel” del taller literario sobre el texto.

Con el fin de evaluar la manera en que los estudiantes hacen uso de la geometrización del espacio y la aritmetización de la cantidad como características del infinito, nos permitimos realizar este taller con el fin de construir algo tangible que nos permitiera evidenciar de manera más clara dichos conceptos. Para ello se pidió a los estudiantes que a partir de la lectura del cuento “La Biblioteca de Babel” crearan una estructura en plastilina donde se evidenciara la manera en que Borges comprende el infinito descrito en la historia, luego de lo cual cada pareja realizó la explicación de dicha estructura, estas se encuentran registradas en vídeos.

En el ejercicio de la práctica descubrimos que los estudiantes se valen de diferentes escenarios que describen cada una de las partes que hacían infinita a la biblioteca su estructura en hexágonos, los anaqueles, los libros y las dimensiones tridimensionales, trataron de dar su definición de infinito desde las matemáticas y la literatura y cómo estas dos se pueden unir para dar una explicación más real del infinito.

Las parejas compuestas por un estudiante de licenciatura en matemáticas y otro de licenciatura en literatura construyeron estructuras hexagonales, en las que buscaron demostrar que, sin importar, si se mira desde arriba o desde abajo la biblioteca mantiene la misma



extensión, la primera pareja sustentan y moldean el infinito de la biblioteca desde tres elementos: el libro como elemento infinito presente en anaqueles que a su vez son infinitos dentro de hexágonos infinitos todos, presentes en la biblioteca.

Esta estructura también hexagonal, la segunda pareja toma al libro como referencia a la literatura y los hexágonos a la matemática, esta pareja presentó dificultades a la hora de representar al infinito por lo que se valieron de símbolos para denotarlo, sustentaron que en el infinito no puede establecerse un orden para ellos tomaron como ejemplo lo siguiente: definieron a las letras como elementos finitos pero su orden determina infinitas palabras.



Ilustración 19: Biblioteca en plastilina.

La siguiente pareja, el estudiante de matemáticas define el infinito como algo que no tiene comienzo ni final, para mostrar su teoría hace uso de la combinación de dos colores en una esfera mostrando que no es posible determinar donde inicia un color y donde termina el otro. Dentro de su estructura hexagonal que, para los estudiantes es infinita, resaltan la existencia de espejos los cuales proyectan imágenes, las cuales con imposibles de contar debido a que son infinitas. Definiendo que es posible que todo lo que nos rodea se puede tornar hacia el infinito.

Ilustración 20: Elaboración de la biblioteca en plastilina.



En la siguiente figura hexagonal la estudiante busca demostrar que un hexágono permite la formación de más hexágonos, se interpreta el infinito desde la información que para poder entender el contenido de un libro se hace necesario consultar de otro libro y para entender este, se necesita de un nuevo libro lo que hace que la construcción del conocimiento se haga de forma infinita al igual que la biblioteca y sus hexágonos.



Ilustración 21: Elaboración de la biblioteca en plastilina.

En conclusión en los grupos en general se evidenciaron dificultades a la hora de representar el infinito físicamente por lo cual existió la necesidad de la utilización de símbolos y representación para explicarlo, la representación del infinito encuentra facilidad en conceptos matemáticos como los números, los estudiantes geometrizan el espacio cuando intentan encontrar una figura geométrica a la representación de la Biblioteca y a pesar que el hexágono posee tan solo seis lados los estudiantes lo interpretaron como infinito por la interpretación que le da el cuento de Borges de forma literaria, para la aritmetización de la cantidad existe una relación del libro a la infinitud en los espejos, un libro que nos lleva a otro, las letras y sus combinaciones por lo que se determina que los estudiantes son capaces de caracterizar el infinito desde formas y desde figuras literarias.

7. CONCLUSIONES-RECOMENDACIONES

Como se planteó al inicio de la investigación es posible hacer una aproximación al concepto de infinito matemático. El infinito, un concepto que ha llamado la atención de grandes pensadores debido a que es moldeable a cualquier objeto, tiempo o espacio, y permite acercamientos hacia el. Y al determinar a este como un saber fundamental en la matemática escolar se define que es gracias a la interdisciplinariedad que se puede llegar a rediseñar la práctica docente con el fin de facilitar el aprendizaje de conceptos matemáticos en este caso en específico del infinito por medio de talleres literarios, que permiten construir conceptos teóricos y prácticos en cada estudiante a partir de la construcción de espacios literarios que permiten la construcción del conocimiento matemático.

Es a partir de la implementación del taller literario, que se logró evidenciar que es posible la caracterización del concepto de infinito desde la socioepistemología, ya que, los estudiantes apoyados desde sus pre-saberes crearon un espacio para dar soluciones a los talleres planteados y permitir socializarlas de los mismos con otros compañeros. Si bien en un principio creían comprender totalmente que era el infinito fue a partir de una construcción social que se llegó a una imagen más clara de este a partir de la asimilación de conceptos como la aritmetización de la cantidad y la geometrización del espacio.

Es posible caracterizar el infinito matemático de manera mucho más clara cuando se vale de otras ciencias, en este caso particular de la literatura, debido al aporte artístico y social que esta ciencia le brinda a la construcción de conocimiento, permitiendo crear símbolos y representaciones que aportan una construcción física de una idea matemática.

Se hace necesario centralizar el aprendizaje como un proceso de construcción social basado en actividades interdisciplinarias orientadas a entender conceptos educativos tanto del maestro como el estudiante, lo que permite una caracterización de conceptos a través de talleres que permitan la didáctica aportada de otras ciencias del saber generando espacios donde se pueda llegar a crear, diseñar, proponer, aplicar, modelar y mostrar.

Numerosos artistas se han aventurado a experimentar a tratar de describir el infinito, las paradojas y sus nociones matemáticas, pero Borges a parte de ser un célebre escritor posee un estilo particular que enriquece el deseo de aprender tanto para los docentes como estudiantes de aula se podría definir como un mundo de matemáticas, secretas, sutiles, enigmáticas, infinitas y paradójicas.

Recomendaciones

En la realización de los talleres se evidenció un notable interés de participación de parte de otras áreas de educación por lo que se podrían implementar talleres interdisciplinarios con las

distintas áreas de educación de la universidad, debido a que este proyecto de investigación se aplicó específicamente a los estudiantes de licenciaturas en matemáticas y literatura.

Es importante tener en cuenta que aparte de los cuentos trabajados en este proyecto de investigación Borges cuenta con otras obras literarias que hacen alusión a temáticas en las matemáticas incluidas entre estas la teoría de conjuntos, recursión, la teoría del caos y la sucesión matemática infinita en obras como el Aleph y El acercamiento a Almotásim.

Debido a que, lo que se buscaba era la construcción de talleres literarios que ayudaran a la enseñanza de un concepto matemático con el fin de dar al futuro profesional herramientas para la enseñanza, se recomienda hacer uso de la obra de Borges, debido a su posible aplicación en diferentes campos del saber con el fin de crear ideas de material didáctico, que permitan un aprendizaje integral apoyada en diferentes ciencias del saber.

A partir de este trabajo surge la propuesta de llevar al aula la enseñanza de conceptos importantes en la construcción del conocimiento pero, que en ocasiones son difíciles de explicar dentro del aula debido a que su aplicación no es tan clara, con la ayuda de otras ciencias que aporten elementos simbólicos o representaciones físicas en la construcción de dichos conceptos.

8. BIBLIOGRAFIA

Asociación Colombiana de Matemática Educativa (2002). Estándares Curriculares. Área de Matemáticas.

Cavallín, C. (2008). Posibilidades de la Metáfora en Borges.

Garbin, S. (julio 02, 2005). ¿Cómo piensan los alumnos entre 16 y 20 años el infinito? La influencia de los modelos, las representaciones y los lenguajes matemáticos.

Lestón, P. (enero, 2011). El infinito en el aula de matemática. Un estudio de sus representaciones sociales desde la socio epistemología.

Marín, I. (mayo de 2014). Sobre el Infinito y sus dificultades antes de Georg Cantor y sus obras.

Martínez, G.(2006). Borges y la matemática.

Torres, A (2014). Las 2 Orillas, ¿Qué son las pruebas Pisa?

Paenza A. (2006). “¿matemática, estás ahí?”

Revista Unesco, (1982). La importancia de las matemáticas en la enseñanza.

Stadler, M. (2006/2007). Las matemáticas de la literatura.

Lestón, P. (2011). Concepciones del espacio geométrico y su relación con el infinito.

Mora, H. (2006). Finito o infinito: Una cuestión de gusto.

Méndez, F. (2009). Breve historia del infinito. Artículo de Noticias Cultura.

Editorial Anthropos, (2007). Entre Cronos y Kairós. Las formas del tiempo sociohistórico.

Enciso y Rincón, (1988). Los talleres literarios.

Landone y Andruetto, (2007). La construcción del taller de escritura.

9. ANEXOS

9.1 Anexo 1. Taller del jardín de los senderos que se bifurcan.

Universidad La Gran Colombia
Licenciatura en Matemáticas y Tecnología
Caracterización del Infinito Matemático
Taller N° 1

Objetivo: Permitir que los estudiantes reconozcan que es la geometrización del espacio, a partir de la elaboración de un cómic.

Actividad:

1. En parejas, realizar una discusión acerca del cuento “El jardín de senderos que se bifurcan”, de Jorge Luis Borges.
2. De forma individual elabore un comic.
3. Elabore un comic infinito que tenga el mismo principio y el mismo final que el cómic creado anteriormente.
4. A partir del cómic infinito que creó de respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Qué idea principal buscaron plasmar en el comic?

- ¿En su comic de qué manera transcurre el tiempo?

- ¿Cuál sería el problema de un comic infinito?

- ¿De qué manera está presente la idea del infinito dentro del comic que elaboró?

9.2 Anexo 2: Taller del Libro de arena

Universidad La Gran Colombia
Licenciatura en Matemáticas y Tecnología
Caracterización del Infinito Matemático
Taller N° 2

Objetivo: Reconocer que es la aritmetización de la cantidad como infinito actual, y de qué manera está presente en “El libro de Arena”, a partir de la redacción de cuentos.

Actividad:

El siguiente juego lo hemos denominado “El cuento de las mil y un versiones”, se ha proporcionado el inicio de un cuento con el fin de que los integrantes del grupo contribuyan a la elaboración total del cuento. Para hacerlo deben seguir las siguientes instrucciones:

1. Lee lo que se ha redactado del cuento.
2. Complementa la narración con ayuda de tu imaginación.
3. Luego de que hayas aportado algo al cuento, dáselo a otro integrante del grupo y toma otro cuento para continuar con el mismo proceso hecho anteriormente, hasta que hayas escrito en cada uno de los cuentos.

CUENTO

Lo recuerdo (yo no tengo derecho a pronunciar ese verbo sagrado, sólo un hombre en la tierra tuvo derecho y ese hombre ha muerto) con una oscura pasionaria en la mano, viéndola como nadie la ha visto, aunque la mirara desde el crepúsculo del día hasta el de la noche, toda una vida entera.

9.3 Anexo 3: Taller de la Biblioteca de Babel.

Universidad La Gran Colombia

Licenciatura en Matemáticas y Tecnología

Caracterización del Infinito Matemático

Taller N° 3

Objetivo: Reconocer que es la geometrización del espacio como infinito potencial, y la aritmetización de la cantidad y de qué manera está presente en “La Biblioteca de Babel”, a partir de la elaboración de una maqueta en plastilina.

Materiales:

- Cuento “La Biblioteca de Babel”.
- Plastilina.

Actividad:

1. Como grupo comenten las impresiones que tuvieron sobre el cuento “La Biblioteca de Babel”.
2. Elaboren una maqueta que represente las características del infinito presentes en el cuento “La Biblioteca de Babel”, teniendo en cuenta que formas son infinitas y que aspectos eran infinitos en el cuento.

3. Sustente la relación entre las características del infinito y las formas de su maqueta.

9.4 Anexo 4: El cuento “El jardín de los senderos que se bifurcan”.

El jardín de senderos que se bifurcan

A Victoria Ocampo

En la página 242 de la Historia de la Guerra Europea de Lidell Hart, se lee que una ofensiva de trece divisiones británicas (apoyadas por mil cuatrocientas piezas de artillería) contra la línea Serre-Montauban había sido planeada para el 24 de julio de 1916 y debió postergarse hasta la mañana del día 29. Las lluvias torrenciales (anota el capitán Lidell Hart) provocaron esa demora—nada significativa, por cierto. La siguiente declaración, dictada, releída y firmada por el doctor Yu Tsun, antiguo catedrático de inglés en la Hochschule de Tsingtao, arroja una insospechada luz sobre el caso. Faltan las dos páginas iniciales. “... y colgué el tubo.

Inmediatamente después, reconocí la voz que había contestado en alemán. Era la del capitán Richard Madden. Madden, en el departamento de Viktor Runeberg, quería decir el fin de nuestros afanes y—pero eso parecía muy secundario, o debería parecérmelo—también de nuestras vidas. Quería decir que Runeberg había sido arrestado o asesinado¹. Antes que declinara el sol de ese día, yo correría la misma suerte. Madden era implacable. Mejor dicho, estaba obligado a ser implacable. Irlandés a las órdenes de Inglaterra, hombre acusado de tibieza y tal vez de traición ¿cómo no iba a abrazar y agradecer este milagroso favor: el descubrimiento, la captura, quizá la muerte de dos agentes del Imperio Alemán? Subí a mi cuarto; absurdamente cerré la puerta con llave y me tiré de espaldas en la estrecha cama de

hierro. En la ventana estaban los tejados de siempre y el sol nublado de las seis. Me pareció increíble que ese día sin premoniciones ni símbolos fuera el de mi muerte implacable. A pesar de mi padre muerto, a pesar de haber sido un niño en un simétrico jardín de Hai Feng ¿yo, ahora, iba a morir? Después reflexioné que todas las cosas le suceden a uno precisamente, precisamente ahora. Siglos de siglos y sólo en el presente ocurren los hechos; innumerables hombres en el aire, en la tierra y el mar, y todo lo que realmente me pasa me pasa a mí... El casi intolerable recuerdo del rostro acaballado de Madden abolió esas divagaciones. En mitad de mi odio y de mi terror (ahora no me importa hablar de terror: ahora que he burlado a Richard Madden, ahora que mi garganta anhela la cuerda) pensé que ese guerrero tumultuoso y sin duda feliz no sospechaba que yo poseía el Secreto. El nombre del preciso lugar del nuevo parque de artillería británico sobre el Ancre. Un pájaro rayó el cielo gris y ciegamente lo traduje en un aeroplano y a ese aeroplano en mucho (en el cielo francés) aniquilando el parque de artillería con bombas verticales. Si mi boca, antes que la deshiciera un balazo, pudiera gritar ese nombre de modo que los oyeran en Alemania... Mi voz humana era muy pobre. ¿Cómo hacerla llegar al oído del Jefe? Al oído de aquel hombre enfermo y odioso, que no sabía de Runeberg y de mí sino 1 Hipótesis odiosa y estafalaria. El espía prusiano Hans Rabener alias Viktor Runeberg agredió con una pistola automática al portador de la orden de arresto, capitán Richard Madden. Éste, en defensa propia, le causó heridas que determinaron su muerte. (Nota del Editor.) 4 que estábamos en Staffordshire y que en vano esperaba noticias nuestras en su árida oficina de Berlín, examinando infinitamente periódicos... Dije en voz alta: Debo huir. Me incorporé sin ruido, en una inútil perfección de silencio, como si Madden ya estuviera acechándome. Algo—tal vez la mera ostentación de probar que mis recursos eran nulos—me hizo revisar mis bolsillos. Encontré lo que sabía que iba a encontrar. El reloj norteamericano, la cadena de níquel y la moneda cuadrangular, el llavero con las comprometedoras llaves inútiles del

departamento de Runeberg, la libreta, un carta que resolví destruir inmediatamente (y que no destruí), el falso pasaporte, una corona, dos chelines y unos peniques, el lápiz rojoazul, el pañuelo, el revólver con una bala. Absurdamente lo empuñé y sopesé para darme valor. Vagamente pensé que un pistoletazo puede oírse muy lejos. En diez minutos mi plan estaba maduro. La guía telefónica me dio el nombre de la única persona capaz de transmitir la noticia: vivía en un suburbio de Fenton, a menos de media hora de tren. Soy un hombre cobarde. Ahora lo digo, ahora que he llevado a término un plan que nadie no calificará de arriesgado. Yo sé que fue terrible su ejecución. No lo hice por Alemania, no. Nada me importa un país bárbaro, que me ha obligado a la abyección de ser un espía. Además, yo sé de un hombre de Inglaterra—un hombre modesto—que para mí no es menos que Goethe. Arriba de una hora no hablé con él, pero durante una hora fue Goethe... Lo hice, porque yo sentía que el Jefe tenía en poco a los de mi raza—a los innumerables antepasados que confluyen en mí. Yo quería probarle que un amarillo podía salvar a sus ejércitos. Además, yo debía huir del capitán. Sus manos y su voz podían golpear en cualquier momento a mi puerta. Me vestí sin ruido, me dije adiós en el espejo, bajé, escudriñé la calle tranquila y salí. La estación no distaba mucho de casa, pero juzgué preferible tomar un coche. Argüí que así corría menos peligro de ser reconocido; el hecho es que en la calle desierta me sentía visible y vulnerable, infinitamente. Recuerdo que le dije al cochero que se detuviera un poco antes de la entrada central. Bajé con lentitud voluntaria y casi penosa; iba a la aldea de Ashgove, pero saqué un pasaje para una estación más lejana. El tren salía dentro de muy pocos minutos, a las ocho y cincuenta. Me apresuré: el próximo saldría a las nueve y media. No había casi nadie en el andén. Recorrí los coches: recuerdo a unos labradores, una enlutada, un joven que leía con fervor los Anales de Tácito, un soldado herido y feliz. Los coches arrancaron al fin. Un hombre que reconocí corrió en vano hasta el límite del andén. Era el capitán Richard Madden. Aniquilado, trémulo, me encogí en la otra punta del

sillón, lejos del temido cristal. De esa aniquilación pasé a una felicidad casi abyecta. Me dije que estaba empeñado mi duelo y que yo había ganado el primer asalto, al burlar, siquiera por cuarenta minutos, siquiera por un favor del azar, el ataque de mi adversario. Argüí que no era mínima, ya que sin esa diferencia preciosa que el horario de trenes me deparaba, yo estaría en la cárcel, o muerto. Argüí (no menos sofisticadamente) que mi felicidad cobarde probaba que yo era hombre capaz de llevar a buen término la aventura. De esa debilidad saqué fuerzas que no me abandonaron. Preveo que el hombre se resignará cada día a empresas más atroces; pronto no habrá sino guerreros y bandoleros; les doy este consejo: El ejecutor de una empresa atroz debe imaginar que ya la ha cumplido, debe imponerse un porvenir que sea 5 irrevocable como el pasado. Así procedí yo, mientras mis ojos de hombre ya muerto registraban la fluencia de aquel día que era tal vez el último, y la difusión de la noche. El tren corría con dulzura, entre fresnos. Se detuvo, casi en medio del campo. Nadie gritó el nombre de la estación. ¿Ashgrove? les pregunté a unos chicos en el andén. Ashgrove, contestaron. Bajé. Una lámpara ilustraba el andén, pero las caras de los niños quedaban en la zona de la sombra. Uno me interrogó: ¿Usted va a casa del doctor Stephen Albert?. Sin aguardar contestación, otro dijo: La casa queda lejos de aquí, pero usted no se perderá si toma ese camino a la izquierda y en cada encrucijada del camino dobla a la izquierda. Les arrojé una moneda (la última), bajé unos escalones de piedra y entré en el solitario camino. Éste, lentamente, bajaba. Era de tierra elemental, arriba se confundían las ramas, la luna baja y circular parecía acompañarme. Por un instante, pensé que Richard Madden había penetrado de algún modo mi desesperado propósito. Muy pronto comprendí que eso era imposible. El consejo de siempre doblar a la izquierda me recordó que tal era el procedimiento común para descubrir el patio central de ciertos laberintos. Algo entiendo de laberintos: no en vano soy bisnieto de aquel Ts'ui Pên, que fue gobernador de Yunnan y que renunció al poder temporal para escribir una novela que fuera todavía más

populosa que el Hung Lu Meng y para edificar un laberinto en el que se perdieran todos los hombres. Trece años dedicó a esas heterogéneas fatigas, pero la mano de un forastero lo asesinó y su novela era insensata y nadie encontró el laberinto. Bajo árboles ingleses medité en ese laberinto perdido: lo imaginé inviolado y perfecto en la cumbre secreta de una montaña, lo imaginé borrado por arrozales o debajo del agua, lo imaginé infinito, no ya de quioscos ochavados y de sendas que vuelven, sino de ríos y provincias y reinos... Pensé en un laberinto de laberintos, en un sinuoso laberinto creciente que abarcara el pasado y el porvenir y que implicara de algún modo los astros. Absorto en esas ilusorias imágenes, olvidé mi destino de perseguido. Me sentí, por un tiempo indeterminado, percibidor abstracto del mundo. El vago y vivo campo, la luna, los restos de la tarde, obraron en mí; asimismo el declive que eliminaba cualquier posibilidad de cansancio. La tarde era íntima, infinita. El camino bajaba y se bifurcaba, entre las ya confusas praderas. Una música aguda y como silábica se aproximaba y se alejaba en el vaivén del viento, empañada de hojas y de distancia. Pensé que un hombre puede ser enemigo de otros hombres, de otros momentos de otros hombres, pero no de un país: no de luciérnagas, palabras, jardines, cursos de agua, ponientes. Llegué, así, a un alto portón herrumbrado. Entre las rejas descifré una alameda y una especie de pabellón. Comprendí, de pronto, dos cosas, la primera trivial, la segunda casi increíble: la música venía del pabellón, la música era china. Por eso, yo la había aceptado con plenitud, sin prestarle atención. No recuerdo si había una campana o un timbre o si llamé golpeando las manos. El chisporroteo de la música prosiguió. Pero del fondo de la íntima casa un farol se acercaba: un farol que rayaban y a ratos anulaban los troncos, un farol de papel, que tenía la forma de los tambores y el color de la luna. Lo traía un hombre alto. No vi su rostro, porque me cegaba la luz. Abrió el portón y dijo lentamente en mi idioma: 6 —Veo que el piadoso Hsi P'êng se empeña en corregir mi soledad. ¿Usted sin duda querrá ver el jardín? Reconocí el nombre de uno de nuestros cónsules

y repetí desconcertado: —¿El jardín? —El jardín de los senderos que se bifurcan. Algo se agitó en mi recuerdo y pronuncié con incomprensible seguridad: —El jardín de mi antepasado Ts'ui Pên. —¿Su antepasado? ¿Su ilustre antepasado? Adelante. El húmedo sendero zigzagueaba como los de mi infancia. Llegamos a una biblioteca de libros orientales y occidentales. Reconocí, encuadernados en seda amarilla, algunos tomos manuscritos de la Enciclopedia Perdida que dirigió el Tercer Emperador de la Dinastía Luminosa y que no se dio nunca a la imprenta. El disco del gramófono giraba junto a un fénix de bronce. Recuerdo también un jarrón de la familia rosa y otro, anterior de muchos siglos, de ese color azul que nuestros antepasados copiaron de los alfareros de Persia... Stephen Albert me observaba, sonriente. Era (ya lo dije) muy alto, de rasgos afilados, de ojos grises y barba gris. Algo de sacerdote había en él y también de marino; después me refirió que había sido misionero en Tientsin “antes de aspirar a sinólogo”. Nos sentamos; yo en un largo y bajo diván; él de espaldas a la ventana y a un alto reloj circular. Computé que antes de una hora no llegaría mi perseguidor, Richard Madden. Mi determinación irrevocable podía esperar. —Asombroso destino el de Ts'ui Pên — dijo Stephen Albert—. Gobernador de su provincia natal, docto en astronomía, en astrología y en la interpretación infatigable de los libros canónicos, ajedrecista, famoso poeta y calígrafo: todo lo abandonó para componer un libro y un laberinto. Renunció a los placeres de la opresión, de la justicia, del numeroso lecho, de los banquetes y aun de la erudición y se enclaustró durante trece años en el Pabellón de la Límpida Soledad. A su muerte, los herederos no encontraron sino manuscritos caóticos. La familia, como acaso no ignora, quiso adjudicarlos al fuego; pero su albacea—un monje taoísta o budista—insistió en la publicación. —Los de la sangre de Ts'ui Pên—repliqué—seguimos execrando a ese monje. Esa publicación fue insensata. El libro es un acervo indeciso de borradores contradictorios. Lo he examinado alguna vez: en el tercer capítulo muere el héroe, en el cuarto está vivo. En cuanto a la otra empresa de

Ts'ui Pên, a su Laberinto... —Aquí está el Laberinto—dijo indicándome un alto escritorio laqueado. —¡Un laberinto de marfil!—exclamé—. Un laberinto mínimo... 7 —Un laberinto de símbolos—corrigió—. Un invisible laberinto de tiempo. A mí, bárbaro inglés, me ha sido deparado revelar ese misterio diáfano. Al cabo de más de cien años, los pormenores son irrecuperables, pero no es difícil conjeturar lo que sucedió. Ts'ui Pên diría una vez: Me retiro a escribir un libro. Y otra: Me retiro a construir un laberinto. Todos imaginaron dos obras; nadie pensó que libro y laberinto eran un solo objeto. El Pabellón de la Límpida Soledad se erguía en el centro de un jardín tal vez intrincado; el hecho puede haber sugerido a los hombres un laberinto físico. Ts'ui Pên murió; nadie, en las dilatadas tierras que fueron suyas, dio con el laberinto. Dos circunstancias me dieron la recta solución del problema. Una: la curiosa leyenda de que Ts'ui Pên se había propuesto un laberinto que fuera estrictamente infinito. Otra: un fragmento de una carta que descubrí. Albert se levantó. Me dio, por unos instantes, la espalda; abrió un cajón del áureo y renegrido escritorio. Volvió con un papel antes carmesí; ahora rosado y tenue y cuadriculado. Era justo el renombre caligráfico de Ts'ui Pên. Leí con incompreensión y fervor estas palabras que con minucioso pincel redactó un hombre de mi sangre: Dejo a los varios porvenires (no a todos) mi jardín de senderos que se bifurcan. Devolví en silencio la hoja. Albert prosiguió: —Antes de exhumar esta carta, yo me había preguntado de qué manera un libro puede ser infinito. No conjeturé otro procedimiento que el de un volumen cíclico, circular. Un volumen cuya última página fuera idéntica a la primera, con posibilidad de continuar indefinidamente. Recordé también esa noche que está en el centro de Las 1001 Noches, cuando la reina Shahrazad (por una mágica distracción del copista) se pone a referir textualmente la historia de Las 1001 Noches, con riesgo de llegar otra vez a la noche en que la refiere, y así hasta lo infinito. Imaginé también una obra platónica, hereditaria, transmitida de padre a hijo, en la que cada nuevo individuo agregara un capítulo o corrigiera

con piadoso cuidado la página de sus mayores. Esas conjeturas me distrajeron; pero ninguna me parecía corresponder, siquiera de un modo remoto, a los contradictorios capítulos de Ts'ui Pên. En esa perplejidad, me remitieron de Oxford el manuscrito que usted ha examinado. Me detuve, como es natural, en la frase: Dejo a los varios porvenires (no a todos) mi jardín de senderos que se bifurcan. Casi en el acto comprendí; el jardín de los senderos que se bifurcan era la novela caótica; la frase varios porvenires (no a todos) me sugirió la imagen de la bifurcación en el tiempo, no en el espacio. La relectura general de la obra confirmó esa teoría. En todas las ficciones, cada vez que un hombre se enfrenta con diversas alternativas, opta por una y elimina las otras; en la del casi inextricable Ts'ui Pên, opta— simultáneamente—por todas. Crea, así, diversos porvenires, diversos tiempos, que también, proliferan y se bifurcan. De ahí las contradicciones de la novela. Fang, digamos, tiene un secreto; un desconocido llama a su puerta; Fang resuelve matarlo. Naturalmente, hay varios desenlaces posibles: Fang puede matar al intruso, el intruso puede matar a Fang, ambos pueden salvarse, ambos pueden morir, etcétera. En la obra de Ts'ui Pên, todos los desenlaces ocurren; cada uno es el punto de partida de otras bifurcaciones. Alguna vez, los senderos de ese laberinto convergen; por ejemplo, usted llega a esta casa, pero en uno de los pasados posibles usted es mi enemigo, en otro mi amigo. Si se resigna usted a mi pronunciación incurable, leeremos unas páginas. 8 Su rostro, en el vívido círculo de la lámpara, era sin duda el de un anciano, pero con algo inquebrantable y aun inmortal. Leyó con lenta precisión dos redacciones de un mismo capítulo épico. En la primera un ejército marcha hacia una batalla a través de una montaña desierta; el horror de las piedras y de la sombra le hace menospreciar la vida y logra con facilidad la victoria; en la segunda, el mismo ejército atraviesa un palacio en el que hay una fiesta; la resplandeciente batalla le parece una continuación de la fiesta y logran la victoria. Yo oía con decente veneración esas viejas ficciones, acaso menos admirables que el hecho de que las hubiera ideado mi sangre y de que

un hombre de un imperio remoto me las restituyera, en el curso de un desesperada aventura, en una isla occidental. Recuerdo las palabras finales, repetidas en cada redacción como un mandamiento secreto: Así combatieron los héroes, tranquilo el admirable corazón, violenta la espada, resignados a matar y morir. Desde ese instante, sentí a mi alrededor y en mi oscuro cuerpo una invisible, intangible pululación. No la pululación de los divergentes, paralelos y finalmente coalescentes ejércitos, sino una agitación más inaccesible, más íntima y que ellos de algún modo prefiguraban. Stephen Albert prosiguió: —No creo que su ilustre antepasado jugara ociosamente a las variaciones. No juzgo verosímil que sacrificara trece años a la infinita ejecución de un experimento retórico. En su país, la novela es un género subalterno; en aquel tiempo era un género despreciable. Ts'ui Pên fue un novelista genial, pero también fue un hombre de letras que sin duda no se consideró un mero novelista. El testimonio de sus contemporáneos proclama—y hartó lo confirma su vida—sus aficiones metafísicas, místicas. La controversia filosófica usurpa buena parte de su novela. Sé que de todos los problemas, ninguno lo inquietó y lo trabajó como el abismal problema del tiempo. Ahora bien, ése es el único problema que no figura en las páginas del Jardín. Ni siquiera usa la palabra que quiere decir tiempo. ¿Cómo se explica usted esa voluntaria omisión? Propuse varias soluciones; todas, insuficientes. Las discutimos; al fin, Stephen Albert me dijo: —En una adivinanza cuyo tema es el ajedrez ¿cuál es la única palabra prohibida? Reflexioné un momento y repuse: —La palabra ajedrez. —Precisamente—dijo Albert—, El jardín de los senderos que se bifurcan es una enorme adivinanza, o parábola, cuyo tema es el espacio; esa causa recóndita le prohíbe la mención de su nombre. Omitir siempre una palabra, recurrir a metáforas ineptas y a perífrasis evidentes, es quizá el modo más enfático de indicarla. Es el modo tortuoso que prefirió, en cada uno de los meandros de su infatigable novela, el oblicuo Ts'ui Pên. He confrontado centenares de manuscritos, he corregido los errores que la negligencia de los copistas ha introducido, he

conjeturado el plan de ese caos, he restablecido, he creído restablecer, el orden 9 primordial, he traducido la obra entera: me consta que no emplea una sola vez la palabra tiempo. La explicación es obvia: El jardín de los senderos que se bifurcan es una imagen incompleta, pero no falsa, del universo tal como lo concebía Ts'ui Pên. A diferencia de Newton y de Schopenhauer, su antepasado no creía en un tiempo uniforme, absoluto. Creía en infinitas series de tiempos, en una red creciente y vertiginosa de tiempos divergentes, convergentes y paralelos. Esa trama de tiempos que se aproximan, se bifurcan, se cortan o que secularmente se ignoran, abarca todas las posibilidades. No existimos en la mayoría de esos tiempos; en algunos existe usted y no yo; en otros, yo, no usted; en otros, los dos. En éste, que un favorable azar me depara, usted ha llegado a mi casa; en otro, usted, al atravesar el jardín, me ha encontrado muerto; en otro, yo digo estas mismas palabras, pero soy un error, un fantasma. —En todos— articulé no sin un temblor—yo agradezco y venero su recreación del jardín de Ts'ui Pên. —No en todos—murmuró con una sonrisa—. El tiempo se bifurca perpetuamente hacia innumerables futuros. En uno de ellos soy su enemigo. Volví a sentir esa pululación de que hablé. Me pareció que el húmedo jardín que rodeaba la casa estaba saturado hasta lo infinito de invisibles personas. Esas personas eran Albert y yo, secretos, atareados y multiformes en otras dimensiones de tiempo. Alcé los ojos y la tenue pesadilla se disipó. En el amarillo y negro jardín había un solo hombre; pero ese hombre era fuerte como una estatua, pero ese hombre avanzaba por el sendero y era el capitán Richard Madden. —El porvenir ya existe—respondí, pero yo soy su amigo. ¿Puedo examinar de nuevo la carta? Albert se levantó. Alto, abrió el cajón del alto escritorio; me dio por un momento la espalda. Yo había preparado el revólver. Disparé con sumo cuidado: Albert se desplomó sin una queja, inmediatamente. Yo juro que su muerte fue instantánea: una fulminación. Lo demás es irreal, insignificante. Madden irrumpió, me arrestó. He sido condenado a la horca. Abominablemente he vencido: he comunicado a

Berlín el secreto nombre de la ciudad que deben atacar. Ayer la bombardearon; lo leí en los mismos periódicos que propusieron a Inglaterra el enigma de que el sabio sinólogo Stephen Albert muriera asesinado por un desconocido, Yu Tsun. El Jefe ha descifrado ese enigma. Sabe que mi problema era indicar (a través del estrépito de la guerra) la ciudad que se llama Albert y que no hallé otro medio que matar a una persona con ese nombre. No sabe (nadie puede saber) mi innumerable contrición y cansancio.

9.5 Anexo 5: Cuento “El libro de arena”.

La línea consta de un número infinito de puntos; el plano, de un número infinito de líneas; el volumen, de un número infinito de planos; el hipervolumen, de un número infinito de volúmenes... No, decididamente no es éste, more geométrico, el mejor modo de iniciar mi relato. Afirmar que es verídico es ahora una convención de todo relato fantástico; el mío, sin embargo, es verídico.

Yo vivo solo, en un cuarto piso de la calle Belgrano. Hará unos meses, al atardecer, oí un golpe en la puerta. Abrí y entró un desconocido. Era un hombre alto, de rasgos desdibujados. Acaso mi miopía los vio así. Todo su aspecto era de pobreza decente. Estaba de gris y traía una valija gris en la mano. En seguida sentí que era extranjero. Al principio lo creí viejo; luego advertí que me había engañado su escaso pelo rubio, casi blanco, a la manera escandinava. En el curso de nuestra conversación, que no duraría una hora, supe que procedía de las Orcadas.

Le señalé una silla. El hombre tardó un rato en hablar. Exhalaba melancolía, como yo ahora.

- Vendo biblias - me dijo.

No sin pedantería le contesté:

- En esta casa hay algunas biblias inglesas, incluso la primera, la de John Wiclif. Tengo asimismo la de Cipriano de Valera, la de Lutero, que literariamente es la peor, y un ejemplar latino de la Vulgata. Como usted ve, no son precisamente biblias lo que me falta.

Al cabo de un silencio me contestó:

- No sólo vendo biblias. Puedo mostrarle un libro sagrado que tal vez le interese. Lo adquirí en los confines de Bikanir.

Abrió la valija y lo dejó sobre la mesa. Era un volumen en octavo, encuadernado en tela. Sin duda había pasado por muchas manos. Lo examiné; su inusitado peso me sorprendió. En el lomo decía Holy Writ y abajo Bombay.

- Será del siglo diecinueve - observé.

- No sé. No lo he sabido nunca - fue la respuesta.

Lo abrí al azar. Los caracteres me eran extraños. Las páginas, que me parecieron gastadas y de pobre tipografía, estaban impresas a dos columnas a la manera de una biblia. El texto era apretado y estaba ordenado en versículos. En el ángulo superior de las páginas había cifras arábigas. Me llamó la atención que la página par llevara el número (digamos) 40.514 y la impar, la siguiente, 999. La volví; el dorso estaba numerado con ocho cifras. Llevaba una pequeña ilustración, como es de uso en los diccionarios: un ancla dibujada a la pluma, como por la torpe mano de un niño.

Fue entonces que el desconocido me dijo:

- Mírela bien. Ya no la verá nunca más.

Había una amenaza en la afirmación, pero no en la voz.

Me fijé en el lugar y cerré el volumen. Inmediatamente lo abrí. En vano busqué la figura del ancla, hoja tras hoja. Para ocultar mi desconcierto, le dije:

- Se trata de una versión de la Escritura en alguna lengua indostánica, ¿no es verdad?

- No - me replicó.

Luego bajó la voz como para confiarme un secreto:

- Lo adquiriré en un pueblo de la llanura, a cambio de una rupias y de la Biblia. Su poseedor no sabía leer. Sospecho que en el Libro de los Libros vio un amuleto. Era de la casta más baja; la gente no podía pisar su sombra, sin contaminación. Me dijo que su libro se llamaba el Libro de Arena, porque ni el libro ni la arena tienen ni principio ni fin.

Me pidió que buscara la primera hoja.

Apoyé la mano izquierda sobre la portada y abrí con el dedo pulgar casi pegado al índice. Todo fue inútil: siempre se interponían varias hojas entre la portada y la mano. Era como si brotaran del libro.

- Ahora busque el final.

También fracasé; apenas logré balbucear con una voz que no era la mía:

- Esto no puede ser.

Siempre en voz baja el vendedor de biblias me dijo:

- No puede ser, pero es. El número de páginas de este libro es exactamente infinito. Ninguna es la primera; ninguna la última. No sé por qué están numeradas de ese modo arbitrario. Acaso para dar a entender que los términos de una serie infinita admiten cualquier número.

Después, como si pensara en voz alta:

- Si el espacio es infinito estamos en cualquier punto del espacio. Si el tiempo es infinito estamos en cualquier punto del tiempo.

Sus consideraciones me irritaron. Le pregunté:

- ¿Usted es religioso, sin duda?

- Sí, soy presbiteriano. Mi conciencia está clara. Estoy seguro de no haber estafado al nativo cuando le di la Palabra del Señor a trueque de su libro diabólico.

Le aseguré que nada tenía que reprocharse, y le pregunté si estaba de paso por estas tierras. Me respondió que dentro de unos días pensaba regresar a su patria. Fue entonces cuando supe que era escocés, de las islas Orcadas. Le dije que a Escocia yo la quería personalmente por el amor de Stevenson y de Hume.

- Y de Robbie Burns - corrigió.

Mientras hablábamos yo seguía explorando el libro infinito. Con falsa indiferencia le pregunté:

- ¿Usted se propone ofrecer este curioso espécimen al Museo Británico?

- No. Se lo ofrezco a usted - me replicó, y fijó una suma elevada.

Le respondí, con toda verdad, que esa suma era inaccesible para mí y me quedé pensando. Al cabo de unos pocos minutos había urdido mi plan.

- Le propongo un canje - le dije -. Usted obtuvo este volumen por unas rupias y por la Escritura Sagrada; yo le ofrezco el monto de mi jubilación, que acabo de cobrar, y la Biblia de Wiclif en letra gótica. La heredé de mis padres.

- A black letter Wiclif - murmuró.

Fui a mi dormitorio y le traje el dinero y el libro. Volvió las hojas y estudió la carátula con fervor de bibliófilo.

- Trato hecho - me dijo.

Me asombró que no regateara. Sólo después comprendería que había entrado en mi casa con la decisión de vender el libro. No contó los billetes, y los guardó.

Hablamos de la India, de las Orcadas y de los jarls noruegos que las rigieron. Era de noche cuando el hombre se fue. No he vuelto a verlo ni sé su nombre.

Pensé guardar el Libro de Arena en el hueco que había dejado el Wiclif, pero opté al fin por esconderlo detrás de unos volúmenes descabalados de Las Mil y Una Noches.

Me acosté y no dormí. A las tres o cuatro de la mañana prendí la luz. Busqué el libro imposible, y volví las hojas. En una de ellas vi grabada una máscara. El ángulo llevaba una cifra, ya no sé cual, elevada a la novena potencia.

No mostré a nadie mi tesoro. A la dicha de poseerlo se agregó el temor de que lo robaran, y después el recelo de que no fuera verdaderamente infinito. Esas dos inquietudes agravaron mi

ya vieja misantropía. Me quedaban unos amigos; dejé de verlos. Prisionero del Libro, casi no me asomaba a la calle. Examiné con una lupa el gastado lomo y las tapas, y rechacé la posibilidad de algún artificio. Comprobé que las pequeñas ilustraciones distaban dos mil páginas una de otra. Las fui anotando en una libreta alfabética, que no tardé en llenar. Nunca se repitieron. De noche, en los escasos intervalos que me concedía el insomnio, soñaba con el libro.

Declinaba el verano, y comprendí que el libro era monstruoso. De nada me sirvió considerar que no menos monstruoso era yo, que lo percibía con ojos y lo palpaba con diez dedos con uñas. Sentí que era un objeto de pesadilla, una cosa obscena que infamaba y corrompía la realidad.

Pensé en el fuego, pero temí que la combustión de un libro infinito fuera parejamente infinita y sofocara de humo al planeta.

Recordé haber leído que el mejor lugar para ocultar una hoja es un bosque. Antes de jubilarme trabajaba en la Biblioteca Nacional, que guarda novecientos mil libros; sé que a mano derecha del vestíbulo una escalera curva se hunde en el sótano, donde están los periódicos y los mapas. Aproveché un descuido de los empleados para perder el Libro de Arena en uno de los húmedos anaqueles. Traté de no fijarme a qué altura ni a qué distancia de la puerta.

Siento un poco de alivio, pero no quiero ni pasar por la calle México.

9.6 Anexo 6: Cuento “La Biblioteca de Babel”.

El universo (que otros llaman la Biblioteca) se compone de un número indefinido, y tal vez infinito, de galerías hexagonales, con vastos pozos de ventilación en el medio, cercados por barandas bajísimas. Desde cualquier hexágono se ven los pisos inferiores y superiores: interminablemente. La distribución de las galerías es invariable. Veinte anaqueles, a cinco largos anaqueles por lado, cubren todos los lados menos dos; su altura, que es la de los pisos, excede apenas la de un bibliotecario normal. Una de las caras libres da a un angosto zaguán, que desemboca en otra galería, idéntica a la primera y a todas. A izquierda y a derecha del zaguán hay dos gabinetes minúsculos. Uno permite dormir de pie; otro, satisfacer las necesidades finales. Por ahí pasa la escalera espiral, que se abisma y se eleva hacia lo remoto. En el zaguán hay un espejo, que fielmente duplica las apariencias. Los hombres suelen inferir de ese espejo que la Biblioteca no es infinita (si lo fuera realmente ¿a qué esa duplicación ilusoria?); yo prefiero soñar que las superficies bruñidas figuran y prometen el infinito... La luz procede de unas frutas esféricas que llevan el nombre de lámparas. Hay dos en cada hexágono: transversales. La luz que emiten es insuficiente, incesante. Como todos los hombres de la Biblioteca, he viajado en mi juventud; he peregrinado en busca de un libro, acaso del catálogo de catálogos; ahora que mis ojos casi no pueden descifrar lo que escribo, me preparo a morir a unas pocas leguas del hexágono en que nací. Muerto, no faltarán manos piadosas que me tiren por la baranda; mi sepultura será el aire insondable; mi cuerpo se hundirá largamente y se corromperá y disolverá en el viento engendrado por la caída, que es infinita. Yo afirmo que la Biblioteca es interminable. Los idealistas arguyen que las salas hexagonales son una forma necesaria del espacio absoluto o, por lo menos, de nuestra intuición del espacio. Razonan que es inconcebible una sala triangular o pentagonal. (Los místicos pretenden que el éxtasis les revela una cámara circular con un gran libro circular de lomo continuo, que da toda la vuelta de las paredes; pero su testimonio es sospechoso; sus palabras, oscuras. Ese libro cíclico es Dios.)

Básteme, por ahora, repetir el dictamen clásico: La Biblioteca es una esfera cuyo centro cabal es cualquier hexágono, cuya circunferencia es inaccesible. A cada uno de los muros de cada hexágono corresponden cinco anaqueles; cada anaquel encierra treinta y dos libros de formato uniforme; cada libro es de cuatrocientas diez páginas; cada página, de cuarenta renglones; cada renglón, de unas ochenta letras de color negro. También hay letras en el dorso de cada libro; esas letras no indican o prefiguran lo que dirán las páginas. Sé que esa 2 inconexión, alguna vez, pareció misteriosa. Antes de resumir la solución (cuyo descubrimiento, a pesar de sus trágicas proyecciones, es quizá el hecho capital de la historia) quiero rememorar algunos axiomas. El primero: La Biblioteca existe ab aeterno. De esa verdad cuyo colorario inmediato es la eternidad futura del mundo, ninguna mente razonable puede dudar. El hombre, el imperfecto bibliotecario, puede ser obra del azar o de los demiurgos malévolos; el universo, con su elegante dotación de anaqueles, de tomos enigmáticos, de infatigables escaleras para el viajero y de letrinas para el bibliotecario sentado, sólo puede ser obra de un dios. Para percibir la distancia que hay entre lo divino y lo humano, basta comparar estos rudos símbolos trémulos que mi falible mano garabatea en la tapa de un libro, con las letras orgánicas del interior: puntuales, delicadas, negrísimas, inimitablemente simétricas. El segundo: El número de símbolos ortográficos es veinticinco. Esa comprobación permitió, hace trescientos años, formular una teoría general de la Biblioteca y resolver satisfactoriamente el problema que ninguna conjetura había descifrado: la naturaleza informe y caótica de casi todos los libros. Uno, que mi padre vio en un hexágono del circuito quince noventa y cuatro, constaba de las letras MCV perversamente repetidas desde el renglón primero hasta el último. Otro (muy consultado en esta zona) es un mero laberinto de letras, pero la página penúltima dice «Oh tiempo tus pirámides». Ya se sabe: por una línea razonable o una recta noticia hay leguas de insensatas cacofonías, de fárragos verbales y de incoherencias. (Yo sé de una región cerril

cuyos bibliotecarios repudian la supersticiosa y vana costumbre de buscar sentido en los libros y la equiparan a la de buscarlo en los sueños o en las líneas caóticas de la mano... Admiten que los inventores de la escritura imitaron los veinticinco símbolos naturales, pero sostienen que esa aplicación es casual y que los libros nada significan en sí. Ese dictamen, ya veremos no es del todo falaz.) Durante mucho tiempo se creyó que esos libros impenetrables correspondían a lenguas pretéritas o remotas. Es verdad que los hombres más antiguos, los primeros bibliotecarios, usaban un lenguaje asaz diferente del que hablamos ahora; es verdad que unas millas a la derecha la lengua es dialectal y que noventa pisos más arriba, es incomprendible. Todo eso, lo repito, es verdad, pero cuatrocientas diez páginas de inalterables MCV no pueden corresponder a ningún idioma, por dialectal o rudimentario que sea. Algunos insinuaron que cada letra podía influir en la subsiguiente y que el valor de MCV en la tercera línea de la página 71 no era el que puede tener la misma serie en otra posición de otra página, pero esa vaga tesis no prosperó. Otros pensaron en criptografías; universalmente esa conjetura ha sido aceptada, aunque no en el sentido en que la formularon sus inventores. Hace quinientos años, el jefe de un hexágono superior dio con un libro tan confuso como los otros, pero que tenía casi dos hojas de líneas homogéneas. Mostró su hallazgo a un descifrador ambulante, que le dijo que estaban redactadas en 3 portugués; otros le dijeron que en yiddish. Antes de un siglo pudo establecerse el idioma: un dialecto samoyedo-lituano del guaraní, con inflexiones de árabe clásico. También se descifró el contenido: nociones de análisis combinatorio, ilustradas por ejemplos de variaciones con repetición ilimitada. Esos ejemplos permitieron que un bibliotecario de genio descubriera la ley fundamental de la Biblioteca. Este pensador observó que todos los libros, por diversos que sean, constan de elementos iguales: el espacio, el punto, la coma, las veintidós letras del alfabeto. También alegó un hecho que todos los viajeros han confirmado: No hay en la vasta Biblioteca, dos libros idénticos. De esas premisas incontrovertibles dedujo que la

Biblioteca es total y que sus anaqueles registran todas las posibles combinaciones de los veintitantos símbolos ortográficos (número, aunque vastísimo, no infinito) o sea todo lo que es dable expresar: en todos los idiomas. Todo: la historia minuciosa del porvenir, las autobiografías de los arcángeles, el catálogo fiel de la Biblioteca, miles y miles de catálogos falsos, la demostración de la falacia de esos catálogos, la demostración de la falacia del catálogo verdadero, el evangelio gnóstico de Basilides, el comentario de ese evangelio, el comentario del comentario de ese evangelio, la relación verídica de tu muerte, la versión de cada libro a todas las lenguas, las interpolaciones de cada libro en todos los libros, el tratado que Beda pudo escribir (y no escribió) sobre la mitología de los sajones, los libros perdidos de Tácito. Cuando se proclamó que la Biblioteca abarcaba todos los libros, la primera impresión fue de extravagante felicidad. Todos los hombres se sintieron señores de un tesoro intacto y secreto. No había problema personal o mundial cuya elocuente solución no existiera: en algún hexágono. El universo estaba justificado, el universo bruscamente usurpó las dimensiones ilimitadas de la esperanza. En aquel tiempo se habló mucho de las Vindicaciones: libros de apología y de profecía, que para siempre vindicaban los actos de cada hombre del universo y guardaban arcanos prodigiosos para su porvenir. Miles de codiciosos abandonaron el dulce hexágono natal y se lanzaron escaleras arriba, urgidos por el vano propósito de encontrar su Vindicación. Esos peregrinos disputaban en los corredores estrechos, proferían oscuras maldiciones, se estrangulaban en las escaleras divinas, arrojaban los libros engañosos al fondo de los túneles, morían despeñados por los hombres de regiones remotas. Otros se enloquecieron... Las Vindicaciones existen (yo he visto dos que se refieren a personas del porvenir, a personas acaso no imaginarias) pero los buscadores no recordaban que la posibilidad de que un hombre encuentre la suya, o alguna pérfida variación de la suya, es computable en cero. También se esperó entonces la aclaración de los misterios básicos de la

humanidad: el origen de la Biblioteca y del tiempo. Es verosímil que esos graves misterios puedan explicarse en palabras: si no basta el lenguaje de los filósofos, la multiforme Biblioteca habrá producido el idioma inaudito que se requiere y los vocabularios y gramáticas de ese idioma. Hace ya cuatro siglos que los hombres fatigan los hexágonos... Hay buscadores oficiales, inquisidores. Yo los he visto en el desempeño de su función: llegan siempre rendidos; hablan de una escalera sin peldaños que casi los mató; hablan de galerías y de escaleras con el bibliotecario; 4 alguna vez, toman el libro más cercano y lo hojean, en busca de palabras infames. Visiblemente, nadie espera descubrir nada. A la desaforada esperanza, sucedió, como es natural, una depresión excesiva. La certidumbre de que algún anaquel en algún hexágono encerraba libros preciosos y de que esos libros preciosos eran inaccesibles, pareció casi intolerable. Una secta blasfema sugirió que cesaran las buscas y que todos los hombres barajaran letras y símbolos, hasta construir, mediante un improbable don del azar, esos libros canónicos. Las autoridades se vieron obligadas a promulgar órdenes severas. La secta desapareció, pero en mi niñez he visto hombres viejos que largamente se ocultaban en las letrinas, con unos discos de metal en un cubilete prohibido, y débilmente remedaban el divino desorden. Otros, inversamente, creyeron que lo primordial era eliminar las obras inútiles. Invadían los hexágonos, exhibían credenciales no siempre falsas, hojeaban con fastidio un volumen y condenaban anaqueles enteros: a su furor higiénico, ascético, se debe la insensata pérdida de millones de libros. Su nombre es execrado, pero quienes deploran los «tesoros» que su frenesí destruyó, negligén dos hechos notorios. Uno: la Biblioteca es tan enorme que toda reducción de origen humano resulta infinitesimal. Otro: cada ejemplar es único, irremplazable, pero (como la Biblioteca es total) hay siempre varios centenares de miles de facsímiles imperfectos: de obras que no difieren sino por una letra o por una coma. Contra la opinión general, me atrevo a suponer que las consecuencias de las depredaciones cometidas por

los Purificadores, han sido exageradas por el horror que esos fanáticos provocaron. Los urgía el delirio de conquistar los libros del Hexágono Carmesí: libros de formato menor que los naturales; omnipotentes, ilustrados y mágicos. También sabemos de otra superstición de aquel tiempo: la del Hombre del Libro. En algún anaquel de algún hexágono (razonaron los hombres) debe existir un libro que sea la cifra y el compendio perfecto de todos los demás: algún bibliotecario lo ha recorrido y es análogo a un dios. En el lenguaje de esta zona persisten aún vestigios del culto de ese funcionario remoto. Muchos peregrinaron en busca de Él. Durante un siglo fatigaron en vano los más diversos rumbos. ¿Cómo localizar el venerado hexágono secreto que lo hospedaba? Alguien propuso un método regresivo: Para localizar el libro A, consultar previamente un libro B que indique el sitio de A; para localizar el libro B, consultar previamente un libro C, y así hasta lo infinito... En aventuras de éstas, he prodigado y consumido mis años. No me parece inverosímil que en algún anaquel del universo haya un libro total; ruego a los dioses ignorados que un hombre - ¡uno solo, aunque sea, hace miles de años! - lo haya examinado y leído. Si el honor y la sabiduría y la felicidad no son para mí, que sean para otros. Que el cielo exista, aunque mi lugar sea el infierno. Que yo sea ultrajado y aniquilado, pero que en un instante, en un ser, Tu enorme Biblioteca se justifique. Afirman los impíos que el disparate es normal en la Biblioteca y que lo razonable (y aun la humilde y pura coherencia) es una casi milagrosa excepción. Hablan (lo sé) de «la Biblioteca febril, cuyos azarosos volúmenes corren el incesante albur de cambiarse en otros y que todo lo afirman, lo niegan y lo confunden como una divinidad que delira». Esas palabras que no sólo denuncian el desorden sino que lo ejemplifican también, notoriamente prueban su gusto pésimo y su desesperada ignorancia. En efecto, la Biblioteca incluye todas las estructuras verbales, todas las variaciones que permiten los veinticinco símbolos ortográficos, pero no un solo disparate absoluto. Inútil observar que el mejor volumen de los muchos hexágonos que administro se

titula «Trueno peinado», y otro «El calambre de yeso» y otro «Axaxaxas mlo». Esas proposiciones, a primera vista incoherentes, sin duda son capaces de una justificación criptográfica o alegórica; esa justificación es verbal y, ex hypothesi, ya figura en la Biblioteca. No puedo combinar unos caracteres dhcmrlchtdj que la divina Biblioteca no haya previsto y que en alguna de sus lenguas secretas no encierren un terrible sentido. Nadie puede articular una sílaba que no esté llena de ternuras y de temores; que no sea en alguno de esos lenguajes el nombre poderoso de un dios. Hablar es incurrir en tautologías. Esta epístola inútil y palabrera ya existe en uno de los treinta volúmenes de los cinco anaqueles de uno de los incontables hexágonos, y también su refutación. (Un número n de lenguajes posibles usa el mismo vocabulario; en algunos, el símbolo biblioteca admite la correcta definición ubicuo y perdurable sistema de galerías hexagonales, pero biblioteca es pan o pirámide o cualquier otra cosa, y las siete palabras que la definen tienen otro valor. Tú, que me lees, ¿estás seguro de entender mi lenguaje?). La escritura metódica me distrae de la presente condición de los hombres. La certidumbre de que todo está escrito nos anula o nos afantasma. Yo conozco distritos en que los jóvenes se prosternan ante los libros y besan con barbarie las páginas, pero no saben descifrar una sola letra. Las epidemias, las discordias heréticas, las peregrinaciones que inevitablemente degeneran en bandolerismo, han diezmando la población. Creo haber mencionado los suicidios, cada año más frecuentes. Quizá me engañen la vejez y el temor, pero sospecho que la especie humana - la única - está por extinguirse y que la Biblioteca perdurará: iluminada, solitaria, infinita, perfectamente inmóvil, armada de volúmenes preciosos, inútil, incorruptible, secreta. Acabo de escribir infinita. No he interpolado ese adjetivo por una costumbre retórica; digo que no es ilógico pensar que el mundo es infinito. Quienes lo juzgan limitado, postulan que en lugares remotos los corredores y escaleras y hexágonos pueden inconcebiblemente cesar, lo cual es absurdo. Quienes la imaginan sin límites, olvidan que los tiene el número posible de

libros. Yo me atrevo a insinuar esta solución del antiguo problema: La biblioteca es ilimitada y periódica. Si un eterno viajero la atravesara en cualquier dirección, comprobaría al cabo de los siglos que los mismos volúmenes se repiten en el mismo desorden (que, repetido, sería un orden: el Orden). Mi soledad se alegra con esa elegante esperanza.