

**ACTA SIMPOSIO MATEMÁTICA Y
EDUCACIÓN MATEMÁTICA
VOLUMEN 5 No. 2, JULIO 2018
ISSN electrónico: 2346-3724**

Comité editorial

Gerardo Chacón Guerrero - Editor Jefe

Mary Falk de Losada

Oswaldo Jesús Rojas Velázquez

Diana Pérez Duarte

Rafael Sánchez Lamonedá

Comité de honor

Martha Alice Losada Falk: *Rectora*

Víctor Hugo Prieto Bernal: *Vicerrector Académico*

Carlos Enrique Arroyave Posada: *VCTI*

Mary Falk de Losada: *Ex rectora UAN*

Comité organizador

Presidente

Mary Falk de Losada

Vicepresidentes:

Manuel Hozman - *Universidad de los Llanos*

Carlos León - *Universidad La Gran Colombia*

María Nubia Quevedo - *Universidad Militar Nueva Granada*

José Alberto Rúa - *Universidad de Medellín*

Benjamín Sarmiento Lugo - *Universidad Pedagógica Nacional*

Gladys A. Villamarín T - *Universidad Autónoma de Colombia*

Fabián Sánchez Salazar - *Universidad Central de Colombia*

Luís Gabriel Peñaranda Díaz – *Secretaría Educación Cundinamarca*

Cesar Augusto Gómez Sierra – *Universidad Nacional de Colombia*

Carlos A. Diez Fonnegra - *Universidad Konrad Lorenz*

Jesus Fernando Novoa Ramírez - *Universidad Javeriana*

Mauricio Penagos – *Universidad Surcolombiana*

Publio Suarez Sotomonte - *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Tunja*

Javier Martínez Plazas – *Universidad de la Amazonía*

Secretario Científico:

Oswaldo Jesús Rojas Velázquez: *Universidad Antonio Nariño*

Miembros

Gerardo Chacón Guerrero

Rafael Ignacio Escamilla Forero

Lorena Ruiz Serna

Iván Useche Cifuentes

Catalina Vargas Vivas

Diana Pérez Duarte

Comité Científico

Mary Falk de Losada- *Universidad Antonio Nariño, Colombia*

Juan E. Nápoles Valdés- *Universidad Nacional del Nordeste, Argentina*

Mabel Rodríguez - *Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina*

Ricardo Abreu Blaya - *Universidad de Holguín, Cuba*

Miguel Cruz Ramírez - *Universidad de Holguín, Cuba*

Oswaldo Jesús Rojas Velázquez - *Universidad Antonio Nariño, Colombia*

Gerardo Chacón - *Universidad Antonio Nariño, Colombia*

Rafael Sánchez Lamonedá - *Universidad Antonio Nariño, Colombia*

Marcel Pochulu - *Universidad Nacional de Villa María, Argentina*

Celia Rizo Cabrera - *Universidad Autónoma de Guerrero, México*

Luis Campistrous Pérez - *Universidad Autónoma de Guerrero, México*

Leonor Camargo - *Universidad Pedagógica Nacional, Colombia*

Equipo arbitral

Cristina Camos - Universidad Abierta Interamericana, Argentina

Orestes Coloma Rodríguez - Universidad de Holguín, Cuba

Miguel Cruz Ramírez - Universidad de Holguín, Cuba

Carlos Diprisco - Universidad de los Andes, Colombia

Miguel Escalona Reyes - Universidad de Holguín, Cuba

Mario Estrada Doallo - Universidad de Ciencias Pedagógicas de Holguín, Cuba

Uwe Gellert - Freie Universität Berlin, Alemania

María Angélica Henríquez - Universidad de los Andes, Venezuela

Pedro Monterrey - Universidad del Rosario, Colombia

Juan E. Nápoles Valdés - Universidad Nacional del Nordeste, Argentina

Cristina Ochoviet - Instituto de Perfeccionamiento y Estudios Superiores,
Uruguay

Marcel Pochulu - Universidad Nacional de Villa María, Argentina

Mabel Rodríguez - Universidad Nacional de General Sarmiento, Argentina

María Isabel Romero - Escuela Colombiana de Ingeniería

Idania Urrutia - Universidad de la Habana, Cuba

Mary Falk de Losada - Universidad Antonio Nariño

Gerardo R. Chacón - Gallaudet University, Washington, D.C

PRESENTACIÓN

El VIII Simposio de Matemáticas y Educación Matemática y el VII Congreso Internacional de Matemáticas asistidas por Computador, MEM 2018, organizado por la Universidad Antonio Nariño los días 9 y 10 de febrero de 2018 convocó a numerosos y destacados docentes e investigadores provenientes de diversas latitudes. Dos días de intensa actividad permitieron compartir valiosas experiencias, estudios y resultados que dan cuenta de la expansión de la Educación Matemática como disciplina científica.

En un primer volumen de las Actas de MEM 2018 se presentan resúmenes de conferencias, cursos y comunicaciones presentadas en el evento. El objetivo del número dos, es recoger en extenso, por previa solicitud de los autores y correspondiente arbitraje, las contribuciones presentadas. La publicación, que se realiza en su segunda oportunidad, incluye contribuciones sobre temas de investigación y divulgación en las áreas de Matemática y Educación Matemática que fueron presentadas en MEM 2018 y que por su particular calidad, a juicio de un Equipo Arbitral integrado por investigadores de reconocido prestigio internacional, se consideren adecuadas para contribuir a la memoria y divulgación del mismo y estarán disponibles gratuitamente en formato electrónico en el portal de Revistas de la Universidad Antonio Nariño bajo la política de procurar un mayor intercambio de conocimiento y divulgación. Queremos agradecer a los participantes y ponentes del MEM 2018 que sometieron sus aportes a revisión y arbitraje y a los evaluadores que contribuyeron a mantener el nivel, tanto del evento, como de esta publicación.

Gerardo Chacón

Editor en Jefe

Bogotá, Colombia. Julio de 2018.

TABLA DE CONTENIDO

PRESENTACIÓN

ARTÍCULOS COMPLETOS _____ 12

GEOMETRÍA DINÁMICA: APRENDIZAJE MOTIVADO POR LA INCERTIDUMBRE _____ 2

I. INTRODUCCIÓN _____ 2

II. MARCO DE REFERENCIA _____ 2

III. METODOLOGÍA _____ 2

IV. CONCLUSIONES _____ 1

LITERATURA CIENTÍFICA: UN CUENTO PARA QUEDARSE _____ 1

1. ÁMBITO DE DISCUSIÓN Y JUSTIFICACIÓN _____ 1

2. CONTEXTO DE APLICACIÓN _____ 2

3. MARCO REFERENCIAL _____ 2

4. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PAR LC _____ 2

4.1. SELECCIÓN DE TEXTOS LITERARIOS _____ 9

4.2. LECTURA ABDUCTIVA E INVESTIGATIVA _____ 9

4.3. ESCRITURA CREATIVA _____ 10

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____ 10

5.1. LECTURA ABDUCTIVA E INVESTIGATIVA _____ 10

5.2. ESCRITURA CREATIVA _____ 12

6. CONCLUSIONES _____ 12

ARTÍCULOS COMPLETOS

GEOMETRÍA DINÁMICA: APRENDIZAJE MOTIVADO POR LA INCERTIDUMBRE

Armando Echeverry Gaitán * y Leonor Camargo Uribe**

*Universidad de València, armandoech@gmail.com – España

**Universidad Pedagógica Nacional, lcamargo@pedagogica.edu.co - Colombia

Abstract— In this paper we discuss the role of the semiotic mediation of an artifact and the teacher in the management of the uncertainty generated before a visual phenomenon identified by solving a problem situation of demonstration in geometry, to mobilize learning through the intellectual need of students, future teachers of mathematics. The relationship between uncertainty and intellectual need is determined by the semiotic mediation carried out by the teacher to resolve uncertainty in order to build meaning.

keywords— Dynamic geometry, uncertainty, intellectual need, learning.

Resumen— En esta ponencia discutimos el papel de la mediación semiótica de un artefacto y del profesor en la gestión de la incertidumbre generada ante un fenómeno visual identificado al resolver una situación problema de demostración en geometría, para movilizar el aprendizaje a través de la necesidad intelectual de estudiantes, futuros profesores de matemáticas. La relación entre la incertidumbre y la necesidad intelectual está determinada por la mediación semiótica que lleve a cabo el profesor para dirimir la incertidumbre en busca de construir significado.

Palabras clave— Geometría dinámica, incertidumbre, necesidad intelectual, aprendizaje.

I. INTRODUCCIÓN

Las ideas expuestas en la presente ponencia se derivan de una investigación de diseño en curso, que apunta a la elaboración de un modelo teórico para el diseño y evaluación de tareas en geometría. En dicha elaboración hemos adoptado una perspectiva sobre el aprendizaje, según la cual los estudiantes construyen significado de objetos y relaciones geométricas en la medida en que se enfrentan a situaciones que les generan incertidumbre (Zaslavsky, 2005) e impulsan en ellos la necesidad intelectual (Harel, 2013) de resolverla.

En el ejercicio académico de experimentar esta perspectiva de aprendizaje en la enseñanza y el aprendizaje en el aula, estamos en la búsqueda y caracterización de situaciones en las que se genere incertidumbre y ella movilice de la necesidad intelectual. Una de tales situaciones sucedió en un curso de

geometría de nivel universitario en el cual se desarrollaba una discusión acerca de la demostración de un hecho geométrico en apariencia simple: el plano está “lleno de puntos”. La demostración había sido puesta como tarea en la clase anterior. Uno de los estudiantes cuestionó la validez de la demostración hecha, a partir de la representación de la situación en Cabri¹.

El objetivo de la ponencia es ilustrar, con un ejemplo, el potencial de la mediación semiótica, del artefacto y el profesor, para favorecer el aprendizaje cuando los estudiantes experimentan la necesidad intelectual de resolver una incertidumbre. A continuación, presentamos el marco de referencia, algunos elementos de la metodología y el análisis puesto en juego en el ejemplo.

II. MARCO DE REFERENCIA

Como ya lo mencionamos, asociamos el aprendizaje con la motivación intrínseca de los estudiantes por conocer y organizar su conocimiento. Esta motivación surge de la incertidumbre, conceptualizada por Zaslavsky (2005) como un constructo que unifica aquellos estados mentales de conflicto, duda y perplejidad que surgen en la interacción social, cuando la resolución de un problema enfrenta a los estudiantes a una situación que es incompatible con su actual conocimiento o no es soluble con éste. La autora describe tres tipos de incertidumbre: afirmaciones en conflicto, camino desconocido o conclusión cuestionable y resultado no verificable fácilmente. El primero, hace referencia al caso en que una o más afirmaciones chocan para dar solución a una situación. El segundo, sucede cuando quien aborda la situación no tiene una sensación clara de cuál puede ser el resultado. El tercero hace alusión a situaciones en las cuales no puede tenerse seguridad de lo correcto o válido de un resultado.

Compartimos el planteamiento de Stylianides y Stylianides (2009) según el cual, la incertidumbre actúa como un mecanismo que apoya el desarrollo del conocimiento matemático a través de la necesidad intelectual, conceptualizada por Harel (2013) cómo el requerimiento de ampliación o modificación del conocimiento, para hacerlo compatible con la situación. Los siguientes son cuatro tipos de necesidad intelectual sugeridos por Harel: *necesidad de certidumbre*, sucede cuando se desea establecer si un enunciado es

¹ Esta afirmación se apoya en la entrevista que se hizo al finalizar la clase, que quedó registrada en vídeo.

verdadero; *necesidad de causalidad*, ocurre cuando al establecer que una afirmación es verdadera, interesa saber por qué es válida; *necesidad de comunicación*, se presenta cuando se requiere formular o expresar un planteamiento discursivo en lenguaje matemático o hacer público el significado exacto de una idea o las bases lógicas de ésta; *necesidad de estructura*, se manifiesta cuando se requiere reorganizar el conocimiento que ha sido aprendido empleando conexiones en una estructura lógica.

Desde nuestro punto de vista, no existe una conexión a priori entre los tipos de incertidumbre y los tipos de necesidad intelectual. Las conexiones entre unos y otros dependen del contexto de aprendizaje en el cual se desarrolla la situación problema. Es decir, los nexos que se generen son influidos por la mediación semiótica de la situación de aprendizaje, mediación en la cual son relevantes los artefactos empleados en la instrucción y el profesor quién es el responsable de gestionar la interacción comunicativa relacionada con la incertidumbre generada.

III. METODOLOGÍA

La experiencia de aprendizaje que ilustra las ideas previamente mencionadas se desarrolla en un curso de geometría de la Licenciatura en Matemáticas de la

Universidad Pedagógica Nacional; esta institución forma profesores de matemáticas para la educación básica secundaria y media. En este curso, la profesora propone situaciones problema, donde se deba hacer una conjetura o una demostración, e invita a los estudiantes a realizar exploraciones en un entorno de geometría dinámica, para generar ideas que nutran los procesos de argumentación. Los estudiantes están habituados a explorar los objetos y relaciones geométricas involucradas, mediante representaciones dinámicas, formular ideas y discutirlos para elaborar argumentos que resulten convincentes para toda la clase.

La sesión de clase de la cual se extrajeron los fragmentos a analizar sucede al comienzo del semestre académico, en una clase conformada por 20 estudiantes, quienes junto con la profesora, discuten acerca de la demostración sugerida en la clase pasada en la que validan la afirmación: "el plano está lleno de puntos". Los fragmentos se obtienen a partir de la transcripción del vídeo de la situación de incertidumbre que genera la intervención de un estudiante, tomando momentos relevantes de la interacción y algunas respuestas que dan tres estudiantes, que tuvieron un papel protagónico en la clase, a preguntas formuladas por uno de los investigadores, al finalizar la clase. Analizamos los fragmentos a partir de las categorías, listadas en la Tabla 1.

Categorías de análisis	
Incertidumbre	<ul style="list-style-type: none"> • afirmaciones en conflicto • camino desconocido o conclusión cuestionable • resultado no verificable fácilmente
Mediación semiótica	<ul style="list-style-type: none"> • Del profesor • Del artefacto
Necesidad intelectual	<ul style="list-style-type: none"> • necesidad de certidumbre • necesidad de causalidad • necesidad de comunicación • necesidad de estructura

Tabla No 1. Categorías de análisis

EJEMPLO DE ANÁLISIS Y RESULTADOS

Descripción general de la clase, génesis de la incertidumbre

La profesora comienza la clase pidiendo a los estudiantes explicar cómo demostraron que el plano "está lleno de puntos". De acuerdo al estilo usual de trabajo matemático en este curso, resolver la situación problema de demostración implica apoyarse en los postulados y teoremas previamente considerados. Laura sugiere partir del postulado "Todo plano tiene al menos tres puntos que no están alineados", el cual garantiza la existencia de al menos tres puntos en el plano. Luego propone usar el postulado "Dos puntos determinan una única recta". La

profesora ilustra en el tablero las sugerencias de Laura (Figura 1).

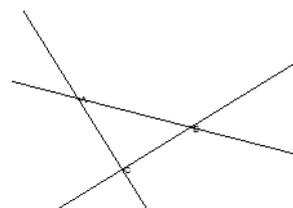


Figura 1

Luego, para demostrar que las regiones determinadas en el plano por la intersección de esas rectas, están "cubiertas" de puntos. Laura sugiere valerse del teorema:

Un punto está contenido en infinitas rectas. Propone enfocarse en el punto A, y como ya habían demostrado que las rectas tienen infinitos puntos propone tomar un punto genérico X de la recta BC y trazar la recta AX. Para todos los X_i de esa recta BC, existen rectas AX_i lo que permitiría “cubrir” el plano con esas rectas y por tanto cubrirlo de puntos (Figura 2).

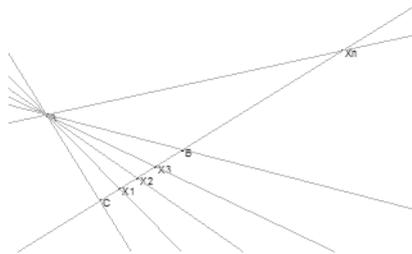


Figura 2

Al terminar de esbozar la demostración la profesora pregunta si todos están de acuerdo con que es una vía promisoriosa para validar el teorema. La mayoría de estudiantes asiente, pero Yesid, José Luis y Cesar plantean la siguiente objeción:

- 30 Yesid: *Yo tengo una duda profe. Que existe un punto (X) qué, cuando el punto está en la recta AB [...] [y] que no esté en la recta BC. O sea, un punto acá (señala la recta AB), que no esté en la recta BC [...] Digamos, en la recta que se forma acá, paralela a ésta (señala la recta BC).*
- 35 José Luis: *Por ese método no se alcanza a llenar todo el plano.*
- 37 Cesar: *Porque llegamos hacer todas estas iteraciones. Supongamos que esta recta se extiende hasta el infinito [...] Pero entonces llega un punto en que se empieza a cerrar el plano, todo lleno de rectas, pero llega un punto en que se tendrían que hacer dos rectas paralelas.*

Al escucharlos, la profesora y los demás compañeros se sorprenden porque consideraban que la demostración, como la presentó Laura, era válida. En este momento se produce una situación de incertidumbre del tipo “camino desconocido o conclusión cuestionable”. Los estudiantes ponen de manifiesto que no consideran la demostración válida, pues encuentran una excepción. No se trata de una incertidumbre derivada de afirmaciones en conflicto, porque no se presentan dos o más propuestas de demostración. Tampoco se trata de un “resultado no verificable”, pues la vía de demostración es aceptada.

Mediación semiótica, explicitación de la incertidumbre

La propuesta de generar distintas rectas AX_i se puede ilustrar en Cabri al animar la recta AX_i , activando previamente su traza, para recubrir el plano; así se representa la familia de rectas AX_i . Hay una aparente correspondencia isomorfa en la demostración y su representación en Cabri. Si el plano tiene tres puntos, se pueden generar tres rectas, ya está demostrado que las rectas si están “llenas de puntos”, ahora al cubrir el plano con rectas mediante las herramientas animación y traza, de una recta, puede mostrarse que el plano está lleno de puntos.

Inmediatamente se genera la situación de incertidumbre, la profesora pide a los estudiantes valerse del programa Cabri para estudiar la situación. La incertidumbre no se zanja mediante un argumento de autoridad; por el contrario, ella la pone a consideración de la comunidad de la clase:

40 Profesora: *Repartamos los computadores.*

Los estudiantes representan la situación en Cabri, al tiempo que la profesora lo hace en un computador conectado a una pantalla de televisor, que todos pueden ver.



- 41 Profesora: *¿Y ustedes qué creen voy a lograr llenarlo [el plano]? [...] Ahí parece que lo estoy llenando ¿Entonces tú porque me dices que no [se dirige a Cesar]?*
- 42 Cesar: *Es que vea profe, si ve que en la parte transversal queda como un espacio [señala la representación en la pantalla del televisor].*
- 43 Profesora: *No, pero [...] ¿tú me estás diciendo que yo hago todas estas rectas y que, de pronto, hay un punto aquí [señala una región del plano entre las dos rectas] que no está en una recta que pasa por A?*
- 44 Cesar: *[Pasa al frente]. Vemos que en este caso [señala con el lápiz un trazo imaginario de una recta paralela a BC que contiene a A], tenemos este punto y esta recta sobre la que necesitamos [...] esa es la que digo yo que no sé si está contenida.*



45 Profesora: *¡Ah! Sí [...] es cierto. No va a estar porque si es un punto [...]*

La mediación del artefacto se produce cuando la profesora pide hacer uso de Cabri para analizar la objeción hecha a la demostración. Este tiene un uso intencionado por la profesora, que en el marco de la mediación semiótica, se denomina explotar el potencial semiótico del artefacto Mariotti (2013). Adicionalmente, la interacción discursiva es la que da lugar a un examen juicioso de la situación.

Necesidad intelectual

Al darle curso al cuestionamiento generado por Yesid, César y José Luis, la incertidumbre es ahora palpable en la clase. La mediación de la profesora la conduce hacia la necesidad intelectual de estructura; los estudiantes se ven abocados a completar la demostración para llenar el “vacío” detectado. Afirmamos que, en este caso la necesidad es de estructura porque en la clase se tiene un sistema teórico de referencia y se requiere que la demostración se ajuste a este.

46 Walter: *Sí, es la recta paralela [...]*

47 Profesora: *Paralela a ésta [señala la recta BC] y (...) no está. Entonces nos queda un hueco en el plano ¿y cómo llenamos ese hueco? ¿Cómo sabemos que si hay puntos hay puntos ahí? [...] ¿teóricamente?*

De acuerdo al lenguaje compartido con la clase, la expresión “teóricamente” de la profesora, remite precisamente a esa necesidad de completar la demostración del teorema, para insertarlo en el sistema axiomático que han venido construyendo.

IV. CONCLUSIONES

La incertidumbre puede ser un importante motor del aprendizaje y se produce, en algunos estudiantes, sin que medie un diseño instruccional específico. Pero sería muy conveniente que esta desempeñe un papel relevante en las clases de matemáticas, razón por la cual hacemos el seguimiento a situaciones en la que esta ocurre, para caracterizar el tipo de problemas que la suscitan y la mediación semiótica que la conduce a la necesidad intelectual.

En el ejemplo presentado, nos pareció particularmente interesante la manera en la cual surgió la objeción a la

demostración pues, aunque puede parecer a simple vista un asunto de excesivo rigor en la argumentación, en el aprendizaje es relevante la construcción de imágenes mentales que soporten los argumentos lógicos que se exhiben. Además, nos llamó la atención la gestión que hizo la profesora al pedir analizar la objeción con el apoyo de Cabri e involucrar a los estudiantes en una discusión colectiva en la cual es palpable el interés de todos por revisar la demostración.

En la tarea de construir un modelo teórico para el diseño y evaluación de tareas en geometría, ejercicios de análisis como el que comunicamos, nos permite vislumbrar una vía en la cual se armonizan los constructos de incertidumbre y necesidad intelectual con la teoría de la mediación semiótica. Esta última funciona como un marco apropiado para examinar la construcción de significado por parte de los estudiantes, en los casos en los que la incertidumbre actúa como generador de la necesidad intelectual y esta última es guiada por la manera en la cual la profesora hace uso del potencial semiótico del artefacto y orienta la gestión en esa dirección.

REFERENCIAS

- Harel, G. (2013). Intellectual Need. In K. R. Leatham (Ed.), *Vital Directions for Mathematics Education Research* (pp. 119–151). New York: Springer. <http://doi.org/10.1007/978-1-4614-6977-3>
- Mariotti, M. A. (2013). Introducing students to geometric theorems: How the teacher can exploit the semiotic potential of a DGS. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(3), 441–452. <http://doi.org/10.1007/s11858-013-0495-5>
- Stylianides, J., y Stylianides, J. (2009). the Transition from Facilitating to Proof Empirical Arguments. *Journal for Research in Mathematics Education*, 40(3), 314–352. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/40539339>
- Zaslavsky, O. (2005). Seizing the Opportunity to Create Uncertainty in Learning Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 60(3), 297–321. <http://doi.org/10.1007/s10649-001nc5-0606-5>

LITERATURA CIENTÍFICA: UN CUENTO PARA QUEDARSE

Rubén Darío Henao Ciro * y Clara Cecilia Rivera Escobar **

*rdhenao55@gmail.com

**claresco27@gmail.com

“Para mí, el sistema numérico es como la vida humana. Primero están los números naturales, los que son enteros y positivos. Son los números de un niño pequeño. Pero la conciencia humana se amplía y el niño descubre el deseo. ¿Sabes cuál es la expresión matemática para el deseo? Los números negativos: la formalización de la sensación de que te falta algo”
(Hoeg, 1994, p. 54).

Abstract— The text is the result of a qualitative research with a hermeneutic approach that explores the possibility of teachers in training in the area of mathematics to develop scientific thinking from the scientific literature-LC-. The work shows the reconfiguration of the LC in relation to scientific divulgation, science fiction and scientific fiction, with a view to proposing a Corpus of Scientific Literature that can serve as didactic mediations in the teaching of science and a didactic strategy to train reasonable teachers based on from analog and abductive thinking.

keywords— Scientific literature, scientific dissemination, scientific fiction, abductive logic.

Resumen— El texto es el resultado de una investigación cualitativa con enfoque hermenéutico que indaga por la posibilidad que tienen los maestros en formación del área de matemáticas de desarrollar pensamiento científico desde la literatura científica-LC-. El trabajo muestra la reconfiguración de la LC en relación con divulgación científica, ciencia ficción y ficción científica, con miras a proponer un Corpus de Literatura Científica que pueden servir como mediaciones didácticas en la enseñanza de las ciencias y una estrategia didáctica para formar maestros razonables fundamentada desde el pensamiento analógico y abductivo.

Palabras clave— Literatura científica, divulgación científica, ficción científica, lógica abductiva.

1. ÁMBITO DE DISCUSIÓN Y JUSTIFICACIÓN

La ley 30 de 1992 y el Decreto 1295 de 2010 señalan que la universidad debe estimular la investigación y el conocimiento científico mediante acciones para crear y transmitir conocimiento en diferentes formas y expresiones; orientan una educación de calidad que se corresponda con la formación de profesores que se

proyecten como formadores de personas con conocimientos científicos y técnicos capaces de buscar alternativas de solución a los problemas y al progreso del país.

Del mismo modo, el Ministerio de Educación Nacional ha insistido en el fortalecimiento de los procesos de lectura y escritura en todos los niveles, con el fin de formar una persona capaz de interpretar en forma correcta el mundo y proponer, desde el lenguaje, nuevas y mejores maneras de interrelacionar. Desde la matemática y la literatura se propende por la formación de personas con “capacidad crítica, reflexiva y analítica que favorezcan el avance científico y tecnológico nacional; orientado con prelación al mejoramiento cultural y de la calidad de vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país” (Ley 115, Art. 5).

Así mismo, varios autores afirman la potencialidad de la literatura en la enseñanza científica (Locke, 1997; Hofmann, 2002; Eguinoa, 2005; Egger, Colgan, & York, 2009; Frabetti, 2009; Henao, 2012). Basados en esta tesis, consideramos necesaria la integración de saberes desde lo literario; creemos en un profesor de ciencias que, afectado por la literatura, se competente lingüísticamente hablando a utilizar los conocimientos derivados de los libros que ha leído y que lee para darle más sentido a la formación que imparte.

En consecuencia con lo anterior, formulamos la pregunta ¿es posible implementar un proceso de lectura integral que acerque a los futuros maestros de matemática y física a su quehacer pedagógico de tal manera que le encuentren un mayor sentido a lo que estudian? En correspondencia con el objetivo: fundamentar una estrategia didáctica basada en la lectura y análisis de textos literarios y científicos para dotar de sentido el paso de los estudiantes de matemática y física por su proceso de formación como maestros.

El proyecto de Innovación Didáctica se implementó con estudiantes de “Integración Didáctica” de la Licenciatura en Matemática y Física de la Universidad de Antioquia, tiene antecedentes en el proyecto “Lecturas Matemáticas”, implementado en algunas instituciones educativas, en el trabajo realizado por Henao (2005) donde propone un Corpus de Literatura Matemática y en Henao (2012) donde se publican varios ensayos sobre la relación entre matemática y literatura; así también le precede la participación en el Nodo de Lenguaje de Antioquia y la Red Nacional de Lenguaje, donde los

autores han dado a conocer ampliamente estas temáticas; en la tesis doctoral “la razonabilidad en una didáctica de la lógica abductiva: una estrategia para la formación de maestros” de Henao (2017) y en el proyecto de tesis LC² y tres en desarrollo³, las seis como resultados de la práctica pedagógica e investigativa en el programa de Matemática y Física de la Universidad de Antioquia.

2. CONTEXTO DE APLICACIÓN

Con el objeto de caracterizar los estudiantes se aplicó una encuesta inicial (anexo A) y una prueba diagnóstica (anexo B) a 75 estudiantes, 50 hombres y 25 mujeres, de la línea Integración Didáctica de la Licenciatura en Matemáticas y Física. Los estudiantes, con edad promedio de 23 años, realizan actividades como: practicar un deporte (20 %), escuchar música (16 %), leer (12 %), dormir (12 %), jugar (8%) y un 32% prefiere otro tipo de actividad. Aquí llama la atención que sólo 9 de los 75 estudiantes prefiere leer.

A esto se añade que la mayoría de los estudiantes encuestados no frecuentan LC pero sí los textos de divulgación científica necesarios en su proceso de formación, dato arrojado al preguntar por el último libro leído. Manifiestan no conocer la literatura relacionada con la matemática, aunque algunos leen novela (13), cuento (13) y poesía (3) y otros leen aquellos libros que se convierten en responsabilidades académicas derivadas de los cursos.

No obstante, los estudiantes exteriorizan la necesidad de leer literatura (93 %) para aprender y lograr la comprensión de algún concepto matemático, desde diferentes maneras de visualizar una misma situación. Dicho por uno de los encuestados: “creo que la literatura posibilita de manera amplia la comprensión, no sólo de la matemática, si no de todas las áreas en general, porque lleva a desarrollar el coeficiente intelectual”.

De otro lado, los estudiantes muestran un buen nivel de conocimientos y apreciaciones sobre las palabras “Literatura”, “Matemática” y “Física” como se refleja en las siguientes nubes de palabras. En su gran mayoría asocian la literatura con el arte de escribir ideas, sentimientos y

doctoral “el arte abstracto como mediación para sentidizar la didáctica de la geometría” (Rivera, 2017). Además, hay tres monografías desarrolladas con la mediación de

realidades o ficciones para comunicar algo; la matemática como una ciencia abstracta que estudia los símbolos, las leyes y las figuras para dar soluciones a situaciones de la vida cotidiana de forma lógica; y la física la definen como una ciencia que observa, investiga y explica fenómenos naturales a partir de leyes.

También llama la atención que la gran mayoría responden correctamente la prueba diagnóstica; esto es, se dejan mediar por lo literario y no presentan ningún impedimento a la hora de solucionar ejercicios o problemas provenientes de situaciones literarias; así se evidencia en las respuestas dadas donde los conceptos y los procedimientos se resuelven sin problema alguno.

Al indagar sobre ¿Qué sugiere un libro cuyo título sea “El curioso incidente del perro a medianoche”? los estudiantes presentan desde un imaginario situaciones en las que se acogen literalmente al título y coinciden en que el personaje central de la novela es un perro al que le sucede algún acontecimiento trágico a altas horas de la noche. Esta es una respuesta primera que no tiene mucha relación con la trama del libro puesto que el incidente del perro en el libro es sólo un momento que detona todo un cúmulo de situaciones distanciadas del perro que dan cuenta de un niño autista que busca ganar una olimpiada de matemáticas.

También a la pregunta “¿Hay alguna relación entre la situación inicial con fantasmas y la situación final de las ranas?”, responden afirmativamente un 67%, negativamente un 27% y un 6% se abstiene de responder. Al pedirles que explicaran su respuesta consideran en su gran mayoría que en los dos fragmentos se habla de la posibilidad de entender el comportamiento de un fenómeno, por ende, ambas situaciones están enmarcadas en un ámbito científico.

Las respuestas a las preguntas: “qué les sorprende del relato”, “encuentre una causa explicativa para eso que lo sorprende” y “formule una regla posible” se muestran en la tabla.

²Nos referimos a: “Experimentos mentales con LC para la comprensión del concepto de campo: una estrategia didáctica” Esneider Barrera y Juan Sebastián Builes; “La LC como mediación didáctica en la búsqueda de sentido de las leyes del movimiento” de Paola Andrea Gómez, María Alejandra Correa y Jhonatan Parra; y “LC: una estrategia didáctica para la comprensión de situaciones problema desde la topología con maestros en formación” de Cristian Camilo Muñoz, Camilo Alexander Ossa y Alberto Quintero.

³Estos son “El razonamiento abductivo a través de la LC” de Yonnatanth Pedraza Obando; “El sentido de la derivación por medio de LC” de Adriana Restrepo y Diego Alejandro Jaramillo; y “Estrategia didáctica para comprender el concepto de energía desde LC” de Luz Dary Ortega y John Fredy Zapata.

Tabla: Relación de las categorías abductivas

Hecho Sorprendente	Causa Explicativa	Regla Posible
El hombre siempre trata de encontrar respuestas a lo que pasa en el universo.	La duda hace crecer el conocimiento.	Dudar lleva a conocer.
la ciencia es el recurso más valido para dar respuestas a sus fenómenos.	Las bases científicas están bien fundamentadas, con rigor investigativo.	Si existen bases científicas, se encontrará respuesta a los fenómenos del mundo
Ver un fantasma	El reflejo de la luz, la corriente de aire y la neblina forman una figura similar	El reflejo de la luz puede hacer ver un fantasma.

Fuente: realización de los autores.

Al final se pide a los estudiantes que hagan una representación iconográfica del gragmeno del relato. Los resultados, si bien muestran una intención de querer “pensar con la mano”, muestran esbozos intuitivos sobre la posibilidad que tiene el texto en la enseñanza de la matemática y en la situación socio económica del país (anexo C).

3. MARCO REFERENCIAL

Se presenta una reconfiguración de la LC⁴ con miras a proponer una estrategia didáctica para formar maestros razonables fundamentada desde el pensamiento analógico y abductivo. Referenciamos libros y autores que pueden servir de mediaciones en la enseñanza de la ciencia, sobre todo la matemática y la física puesto que “tanto la ciencia como la literatura tienen que ver con la verdad del mundo. Y no son dos lenguajes —el lenguaje de la ciencia y el lenguaje de la poesía— sino uno, el lenguaje de la humanidad (Locke, 1997, p. 264).

Así, desde las relaciones entre divulgación científica, ficción científica y lo que se comprende en el medio científico por literatura científica, proponemos una conceptualización de LC cercana a los intereses creados después de aplicar la encuesta inicial y la prueba diagnóstica, y consideramos que se reconoce una obra de LC porque: (1) la obra es un cuento, un relato, una novela o una poesía; (2) cuya intención es divulgar un tema científico a una amplia audiencia; (3) recurre a formas de representación posibles de ser interpretadas por esa audiencia; (4) utiliza modelos icónicos que funcionen como metáforas posibles; (5) utiliza recursos literarios y lógicos en la exposición comprensiva de las ideas científicas; (6) apela a la razón sin menguar lo emocional para envasar el contenido en un lenguaje más estético con apariencia de sencillez pero sin pérdida de la verdad.

Con base en ese preludeo literario y convencidos de que “la narrativa de ficción favorece la asimilación de los conceptos promoviendo la imaginación” (Viau y Moro, 2010, p. 3), en tanto “nuestro cerebro usa la ficción para aprender a partir de situaciones nuevas” (Volpi, 2011, p.

27), se propone la mediación de LC en clases de ciencias no solo como motivación sino en procesos para promover la imaginación y la conceptualización (Hellstrand y Ott, 1995; Campbell, 1999; Stannard, 2001; Brake y Thornon, 2003; Sierra Cuartas, 2007); así como la utilización de la ciencia ficción como herramienta pedagógica para la enseñanza de las ciencias (Vesga, 2015; Bacas, Martín-Díaz, & Pizarro, 1993; José & Moreno, 1994; Moreno & José, 1999). Está pensada desde el razonamiento analógico (Velásquez & Guaiqueriano, 2009; Zook, 1991; Otero, 1997; Alcibar, 2005; Ríos & Bolívar, 2009; Geelan, p. 988; Buitrago, Mejía & Hernández, 2013) o la lógica abductiva (Henao, 2014, 2015; Moreno, 2012; Zapata, 2010; Vásquez, 2008).

4. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PAR LC

Esta una investigación cualitativa con enfoque hermenéutico toma la universidad como institución social que problematiza varias áreas de conocimiento y busca la comprensión de una realidad y los actores que intervienen en ella Galeano (2004). En ésta, el investigador va, guiado por sus conocimiento y experiencia al encuentro de información dinámica y compleja mediante un proceso dialógico. El enfoque hermenéutico es configurado por González (2006, 2010, 2011) quien propone tres componentes clave que son: una estructura, un proceder hermenéutico y un procedimiento. Este enfoque permite interpretar la realidad social desde la vivencia como profesor de matemáticas y estudioso de la didáctica de la matemática. De esta manera, la vivencia se constituye en la primera unidad de sentido. Partimos del problema expresado como la relación entre la necesidad que tiene el sujeto de aprender algo y la posibilidad que ofrece un mediador para provocar el aprendizaje. El problema implica crear en el sujeto la necesidad de aprender algo diferente a lo común, en este caso desde la relación de textos.

Así, el enfoque hermenéutico tiene en cuenta aspectos que van desde la formulación de una hipótesis abductiva, el establecimiento de un problema dialéctico y la creación

⁴ Resultado de esta búsqueda documental es la ponencia “Literatura Científica: un cuento para quedarse” presentada en el VII Simposio de Matemática y Educación Matemática realizado en la UAN, del 10 al 12 de febrero del 2017.

de estrategias didácticas relacionadas con el aprendizaje de la matemática y la física que que emergen en la posibilidad de implementar la comprensión en ciencias desde la LC.

4.1. SELECCIÓN DE TEXTOS LITERARIOS

Nos encontramos con una cantidad considerable de libros de LC que pueden ser trabajados en la enseñanza de la ciencia, sobre todo en la matemática y la física (anexo D) y la física, los cuales se sugieren para un trabajo interdisciplinar.

En dicho corpus de LC se muestran obras propuestas por 36 matemáticos, 11 físicos, 6 químicos, 7 biólogos, 3 médicos y 9 maestros, entre otros; en las cuales sorprende que la mayoría de estas obras (14) tengan su origen en Gran Bretaña, que haya 5 colombianos y que muchas de ellas fueran llevadas al cine, como se muestra en la cuarta tabla del anexo D donde se muestran 21 películas relacionadas con la enseñanza de la matemática.

Estos autores de LC parecen comprender que una idea bella tiene una mayor probabilidad de ser una idea correcta que una idea fea (Penrose, 1996, p. 607) y por eso se evidencia en ellos un deseo literario y estético, pero también científico de dar a conocer una verdad, de provocar el goce estético, la sorpresa, experiencia estética; en palabras de Muller et al (1998) "hoy, estamos sorprendidos por el contenido estético de algunos experimentos científicos y modelos matemáticos fríamente visualizados, y descubrimos que podemos proyectar información científica en lenguaje del arte" (Citado en Cachapuz, 2006, p 290).

Ahora, ¿cómo es posible desarrollar el pensamiento científico desde la literatura? La LC tiene que ir

acompañada de una estrategia didáctica, y esta última apoyada en un marco teórico que podría estar en el pensamiento analógico o la lógica abductiva.

4.2. LECTURA ABDUCTIVA E INVESTIGATIVA

Con lectura abductiva estamos planteando un proceso lector y comprensivo por medio del cual el estudiante frente un texto literario o científico a partir de un preguntario (anexo E) que le puede posibilitar una experiencia estética⁵ en la medida que responda las preguntas que lo lleven a vivenciar la literatura y desarrollar el pensamiento lógico y creativo. Esta lectura se dice abductiva⁶ en la medida que parte de un hecho sorprendente en busca de una causa explicativa para formular una regla posible, aprovechando que en la matemática y la física abundan detonadores abductivos para la imaginación y el razonamiento: raíces que no existen, cero en los denominadores, conjuntos vacíos, límites infinitos, cuerpos perfectos sin fricción, cuerpos de caída libre, conjeturas, falacias, paradojas, contradicciones, historias, entre otros, que dan la razón a Cohen (1995) cuando dice que existe una lógica de la metáfora que no sólo embellece, sino que es necesaria para establecer relaciones que permitan aprehender y comunicar ideas nuevas (p. 111); por ello, los descubrimientos dependen de la imaginación y la metáfora (Miller, 2000; Barrera, 2007).

En este orden de ideas partimos de (íconos)⁷ como signos portadores de indicios⁸ que nos lleven a preguntarnos por los enigmas⁹ y las sospechas¹⁰ en la búsqueda de

⁵ La experiencia no es lo que pasa sino lo que nos pasa (Larrosa, 2008) en tanto contiene el hacer y el padecer; esta puede ser experiencia estética si hay algo que nos haga "perder el eje del equilibrio del cuerpo" (Cynthia, 2006, p. 13). La experiencia estética posibilita la búsqueda de significados (Jauss, 2002) en todo aquello que nos afecte; puesto que puede aparecer como una interrupción del curso del tiempo (Schiller, 1990) o como una reacción creada a partir de un hecho sorprendente (Peirce, 2010). La experiencia es liberación y goce; es la *poiesis* que fecunda la relación del hombre con el mundo, es producción, creación de nuevas cosas y nuevas realidades; es también *aisthesis* en tanto recepción de la obra de arte y es *catharsis*, en tanto comunicación de la acción (Jauss, 2002, p. 42).

⁶ Siguiendo a Peirce (1903), "se observa el hecho sorprendente C; pero si A fuese verdadero, C sería una cosa corriente, luego hay razones para sospechar que A es verdadero" (Peirce, p. 6). Así, pues, A no puede ser inferido abductivamente, o, si prefieren la expresión, no puede ser abductivamente conjeturado mientras su contenido entero no esté ya presente en la premisa". Así "una abducción es un método para formar una predicción general sin ninguna verdadera seguridad de que tendrá éxito" (Peirce, 1974, p. 40); es un proceso para generar hipótesis, una conjetura espontánea de la razón.

⁷ Es un modo de comunicar directamente una idea; por lo tanto, toda afirmación debe contener un icono o conjunto de iconos, o bien debe contener signos cuyo significado sea explicable sólo mediante iconos. Según Peirce (1974), un icono es un Representamen cuya cualidad representativa es una Primeridad de él como un primero; esto es, una cualidad que tiene la cosa y hace que se adecue a ser un representamen.

⁸ Según Peirce (1988), lo que llama la atención es un índice; cualquier cosa que nos sobresalta en la medida en que señala la confluencia de dos trozos de experiencia.

⁹ El enigma es la identificación de una incógnita o un interrogante que sugiere de manera explícita o implícita la historia contada en el relato.

¹⁰ La sospecha implica nombrar un hecho o concepto como susceptible de ser problematizado y posiblemente resuelto. En un relato surgen múltiples sospechas; sin embargo, es necesario que el lector llegue a la síntesis de aquella que fundamenta el enigma. En suma, la sospecha es una "inferencia sintética" que debe ser comprensible para el lector y sus intérpretes.

conjeturas¹¹ para ver aquello que sorprende¹² en busca de una causa explicativa que nos conduzca a plantear una hipótesis abductiva como preámbulo a un acto de creación mediante el lenguaje (González, 2012).

No obstante, en este proceso de lectura interviene el razonamiento analógico¹³, no solo por su cercanía con la abducción sino porque la analogía es un tipo de razonamiento de mucha utilidad en la enseñanza de la ciencia cuando de construir hipótesis abductivas se trata; en la analogía se transfiere información de una premisa a la otra (De Gortari, 1972), sobre todo si se piensa junto con Peirce (1987) que “nada desconocido puede alguna vez llegar a ser conocido excepto a través de su analogía con otras cosas conocidas” (p. 130).

4.3 ESCRITURA CREATIVA

Con el fin de proponer una mediación innovadora para trabajar la LC proponemos un módulo propuesto como mediación didáctica para que estudiantes y maestros se acerquen a la comprensión del conocimiento científico al tiempo que adquieren herramientas para trabajar los conceptos matemáticos y físicos desde la literatura.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. LECTURA ABDUCTIVA E INVESTIGATIVA

Trabajamos con dos grupos, uno de 20 estudiantes y tres docentes, y otro de 8 estudiantes y tres docentes. Con el primer grupo se leyó el relato de ficción “La Desaparición de un Físico” y con base en el preguntario se sostuvo una conversación. Así, como sin querer, se meten en el relato e inmediatamente los captura porque ya quieren descubrir la razón de la desaparición o comprender qué es lo que está pasando realmente; están impedido para detenerse.

De los 20, 18 coinciden en que el hecho sorprendente es la desaparición del físico, uno dice que es la mecánica cuántica y otro dice que es la falta de claridad. Los dos restantes se sorprenden de la mecánica cuántica como postura relativista para arreglar la cuestión de los átomos.

Cuando se indaga por la causa explicativa (CE) para el HS, la mayoría nuevamente coincide en el miedo y el remordimiento que siente el físico por la dimensión práctica que podía tener su invención teórica; dado que fue utilizado para construir una bomba, lo llevó a desaparecer; esto es, dado que podía perder su vida, decidió él perderse primero; y terminan formulando reglas como: “el hombre es víctima de nuestro propio invento”; “si piensas puedes desaparecer”; “el trabajo científico acarrea peligro”; “todo hecho desencadena algo positivo o negativo”. Algunos reflexionan sobre la desaparición en Colombia cuando resulta inconveniente saber la verdad política, social o económica de una persona o grupo.

Guiados por otras preguntas, el grupo establece una conversación en la cual emergen reflexiones interesantes sobre la importancia de la interdisciplinariedad. Cuestiones como que un maestro requiere disposición para tener un estudiante que lo cuestione, que decida ir en su propia búsqueda y responder sus enigmas con guía del maestro, y el estudiante requiere un maestro que habite los libros en el aula de ciencias, que pueda “andar entre libros” (Colomer, 2005); que se valga de textos ricos en contextos para indagar la clase y desarrollar la capacidad de sorprenderse, la imaginación y la curiosidad, que posibiliten el diálogo de teorías por medio de la acción comunicativa (Habermas, 1999), que orienten el acercamiento a la ciencia, pero no solo de textos literarios sino también de textos reales e históricos; que parta de textos de actualidad que lleven al estudiante a buscar información en los textos históricos y viceversa.

Para ello, es necesario que los maestros se convenzan de la importancia del trabajo cooperativo, de la utilización del método de resolución de problemas y de proceder hermenéuticamente y aprovechar el estatutos del conocimiento científico generando espacios de discusión con otras áreas. Reconocer que la interpretación tiene límites, en la medida en que tener ese saber, el conocimiento también se padece lo que implica poder mirar los límites con los otros saberes. Un texto nunca está aislado siempre está relacionado con otros textos y otras situaciones. En este proceder hermenéutico, es necesario perder el temor a generar relaciones, para que en el aula se piense en responder preguntas como el por qué, el qué, el para qué, el con qué y el cómo se aprende

¹¹ La conjetura permite efectuar una predicción (González, 2012); consiste en lanzar una afirmación con un tono de sospecha. Se caracteriza porque supera las relaciones causa-efecto potencializando de manera múltiple y divergente la mirada sobre el fenómeno que ocupa la atención del lector.

¹² Hecho sorprendente, según Peirce (1970), es un suceso o hecho (anómalo o nuevo) que nos sorprende porque presenta una regularidad inesperada, o bien la rotura de una regularidad esperada, incluso tal vez sólo inconscientemente esperada; este requiere un cambio en el hábito racional, es decir, una explicación.

¹³ Razonar analógicamente requiere ir de un dominio base a uno objetivo (Palacios, 2009) para la construcción conceptual (Ríos & Bolívar, 2009) y la formulación de hipótesis plausibles, que en nuestro marcan el paso de LC a la comprensión científica, aprovechando los nexos que pueden establecerse entre estos dominios con diagramas y demostraciones que ilustren las explicaciones (Geelan, p. 988); de tal suerte que fenómenos como: año luz, velocidad del sonido, radiación electromagnética, agujeros negros, ciberespacio, entre otros, requieren de metáforas para su expresión y comprensión (Sánchez, 2009), apoyados en que las analogías abren “la posibilidad de un diálogo, una conversación, un debate, recreando diversos escenarios explicativos para hacer conversar a los estudiantes sobre los diversos modelos e interpretaciones posibles de los fenómenos estudiados” (Buitrago, Mejía & Hernández, 2013, p. 16). Muchos científicos utilizaron analogías en sus explicaciones: Bohr utilizó una gota esférica de una sustancia nuclear para imaginar el núcleo atómico (Otero, 1997); Feynman (2006) explicó la ley de la conservación de la energía por medio de un juego con 28 bloques.

aquello que se enseña; para que padezcamos juntos. Se requiere un maestro que no tema padecer (Melich, 2002), que se pare en un punto a mirar las sinergias con otros saberes y se pregunte cómo se puede dimensionar este objeto de la ciencia o resolver este problema, cuál es la tesis de este planteamiento y cual podría ser la antítesis.

En suma, hablan de la posibilidad de generar condiciones en el aula de clase desde la perspectiva de trascender, desde obras de LC, texto tecnológicos y el cine como formas de pensamiento abductivo que permitan a los estudiantes generar procesos más elaborados de pensamiento crítico.

Con el segundo grupo se leyó el relato "Un Metropolitano Llamado Moebius"¹⁴ (1950) de J. A. Deutsch y se apreció la película "Moebius" de Gustavo Mosquera (1996). En este caso la experiencia giró alrededor de Moebius¹⁵.

Los estudiantes logran relacionar la cinta de Moebius con el tránsito entre lo conocido y lo desconocido y reconocer que "ni los hombres ni el tiempo desaparecen sin dejar huellas" (Mosquera, 1996). En cuanto a la relación entre el relato y la película, dicen que "lo visual llama más la atención"; "impacta lo lento en la película y la densidad del relato que sugiere más imaginación e intuición", "lo que no ha pasado pasa para tergiversar todo lo que ha pasado, esa es la cinta de Moebius". "En la película surge una niña que no está en el relato; la niña significa la razón necesaria en nuestro paso por la vida" Stiven Henao.

Frente a las preguntas relacionadas con la abducción dicen que la clase se convierte en una legítima experiencia estética; trepados en una cinta de Moebius y evocando el sistema de subterráneos de Buenos Aires como fractales, pasamos del asombro al conocimiento matemático al tener licencia topológica para ir más allá de la inmediatez y, lo mismo que el topólogo, nos desaparecemos, pero antes queda una voz: "parece que nunca nos han enseñado a leer las matemáticas en otras realidades y por eso nos perdemos tan fácil en el mundo" Luis Ernesto Zapata.

El texto causa expectativa, asombro, concienciación, interés, inquietud, incertidumbre, diversión, fascinación, deslumbramiento, imaginación, motivación, cuestionamiento, sospecha, duda, incertidumbre, frustración, interés, indagación, asombro. Se plantea la pregunta por la sensibilidad del ser humano en sociedad; la posibilidad de transportarnos a otra dimensión, la existencia de universos paralelos, la necesidad de

visibilizar objetos como la banda de Moebius, reflexionar acerca del infinito, y recuperar la capacidad de asombro para definir que existe el espacio-tiempo para la desaparición del ser. Así mismo se plantea como en el relato abunda un personaje investigador hipotético que no lo sabe todo pero no teme buscar ayuda, vivaz, abierto, persistente; así como otros que son incrédulos, testarudos, sordos, invisibilizadores.

Dado que en la película aparece una niña que no está en el relato, los estudiantes dicen que esta, la niña, representa la fuerza conjetural que guía la verdad, es el pensamiento, la necesidad del otro, más que un recurso es la razón, memoria, puente, solución, idea-conjetura que permite el contraste puesto que es la única que confía en el topólogo.

Sin duda sorprende la desaparición del tren, la velocidad del pensamiento, la reaparición del tren, la no percepción de la desaparición de los ocupantes del tren, desconocer su dimensión, la detención del tiempo, la conciencia del maestro. Sorprende el extraño manejo de dos tiempos simultáneos, el abrir y cerrar portales para cambiar de dimensión, que el tren adquiera presencia para que se suba un pasajero y luego desaparece nuevamente, que el matemático se montará a un tren sin saber que era el tren de la solución, sorprende que al escapar de un tren ve una representación del diablo para subirse al tren 86, que puedan verse las cosas a la velocidad del pensamiento, encontrar la solución lógica a todo el misterio, la sombra de un símbolo infinito.

"me sorprende que el tren adquiera presencia para que se suba un pasajero y luego desaparece nuevamente; esto ocurre cuando queremos dar una explicación real a eso irreal, rompemos una barrera racional o trascendemos en ella" (Javier Hernández); "el sistema tiene irregularidades infinitas cuyas curvas concentran la energía, el tren está en otra dimensión donde las variables son diferentes" (Luz Dary Ortega); "el tren va a mucha velocidad y el tiempo se dilata como en la relatividad especial; el tren tiene una propiedad de bifrontismo como como la palabra lamina que se transforma en animal" (Sebastián Rendón); "me sorprende la soberbia e incapacidad del ser humano para relacionar la matemática con la cotidianidad; la mayoría piensa que las

¹⁴ Una formación de trenes con pasajeros a bordo desaparece misteriosamente en medio de un trayecto por la red de subterráneos de Buenos Aires. El tren sólo es perceptible por el sistema de señales, por el sonido que produce en los túneles, y por apariciones a gran velocidad en ciertos cruces que algún *motorman* percibe en su viaje. La empresa llama al técnico responsable de la reciente construcción del "perimetral", y éste en su lugar envía a un joven matemático especializado en topología a resolver el problema. La respuesta que encuentra es que se ha producido un fenómeno físico-matemático que alteró el espacio-tiempo, dejando la nueva red como una cinta de *moebius*. Las autoridades encuentran ridícula esta teoría, pero el protagonista continúa su investigación siguiendo los pasos de un profesor que participó del proyecto, y que también ha desaparecido.

¹⁵ Nos referimos a la Banda de Moebius, llevada a textos literarios como "El Profesor no Lateral" de Martín Gardner, "La Banda de Moebius" de Antonio Sarabia, "Un metropolitano llamado Moebius" de Deutsch, "El Anillo de Moebius" de Julio Cortázar, "La Paradoja de los Hoteles Infinitos" de David Hilbert, "El Muro de Oscuridad" de Arthur C. Clarke, "El Disco" de Jorge Luis Borges, "Mobius Dick" de Andrew Crumey.

matemáticas son de otro planeta y sólo puede ser aprendida por genios" (Gerson Lopera).

Para los estudiantes, la causa explicativa está en la manipulación de un concepto matemático, la necesidad de explicar una teoría por otras vías, el paso a otra dimensión, la estrategia de formación, la intención del maestro de tomar distancia para demostrar una teoría se requiere desaparecer un tren, la necesidad de reconocimiento, la aparición de un nodo (racional).

Sin duda, quien estudia matemática es un ser muy racional que no teme buscar explicaciones en campos distintos de la matemática misma. Eso, según ellos, le da sentido a la vida. No como algunos que van perdidos en el tren de la vida o en el aula cuando no comprenden o padecen el rigor de la ciencia.

5.2 ESCRITURA CREATIVA

Al final, escriben algunos párrafos sobre la desaparición del maestro, de los cuales surgen reflexiones y paradojas interesantes. Si desaparece el maestro, los estudiantes se empoderan para ser nuevos maestros puesto que los demás necesitan quien los guíe; si falta el maestro se estanca el conocimiento; el maestro nunca va a desaparecer, pero lo que puede ocurrir es que ya esté desapareciendo y no se dé cuenta; entre maestro y estudiantes hay una relación fecunda de la sociedad que nunca desaparecerá.

"Si desaparece el maestro, empezaría un divagar como islas, cada una con su propia esencia, estructura y riqueza que no podrían compartir. Serían dos estrellas fugaces que alumbrarían en distintos espacios sin chocarse y sus riquezas serían usurpadas por otros seres. Sólo siendo dos gotas de agua podrían enriquecer ese inmenso mar de sabiduría" (María Rúa). "Desaparece un aspecto fundamental como es la magia de ese yo interior, que despierta a ese yo colectivo, con el fin de configurar un ser dinámico lleno de alegría, de sueños, que lo proyecta a mirar posibles metas que estén acordes a sus necesidades espirituales y académicas. El maestro es un artista del saber tridimensional (Edison Vásquez)". ¿En donde están los desaparecidos? Cando cada cultivo de rosa se alimenta con fertilizantes y el medio ambiente recibe los empaques del veneno, ¿En donde están los desaparecidos? Cuando nuestros estudiantes dejan de sonar por un mañana lleno de oportunidades y llegan a las drogas, cuando las rosas son injertadas para que luzcan mejor o las jóvenes van a un quirófano por que quieren lucir mejor y posiblemente pierden la vida. La rosa debe mostrarnos ese hermoso amanecer que cada uno de nosotros debe percibir cada días desde el ángulo que lo este observando (Belinda Pulido).

Algunos estudiantes se arriesgan a crear productos escriturales más elaborados con el tema de la desaparición relacionados con la cinta de Moebius o escritos que puedan ser utilizadas con fines didácticos.

6. CONCLUSIONES

Como puede inferirse de los resultados, a los estudiantes hay que darles de leer (Pennac, 2001) y posibilitar con ellos conversaciones tendientes a reflexionar después de lo leído; muchos de ellos se dedican a otras actividades puesto que no han encontrado en la lectura esa mediación que les permite transitar pegados a su proceso de formación matemática.

Como respuesta se presenta una reconfiguración de LC y un Corpus de LC; ambos como posibilidad de tener una experiencia estética con la literatura y hacer una lectura abductiva en la medida que el estudiante se sorprenda y se encamine a la búsqueda de explicaciones tendientes a formular hipótesis que podrían fecundar la creatividad científica.

Así mismo, el módulo de LC invita a los maestros en formación a relacionar lo estético con lo científico, y en esta medida, posibiliten la modificación de sus prácticas pedagógicas con textos portadores de sentido, los mismos que sirvan como alternativas para mejorar la participación de los estudiantes en la construcción del conocimiento y que impidan la deserción escolar en la carrera.

Llegado al término de este texto, damos fe de haber vivido una experiencia estética con un grupo de estudiantes, quienes se dejaron atravesar por la LC y aceptaron la invitación de escribir a partir de sus vivencias y aquello que los ha sorprendido en su ser de maestros, al tiempo que valoraron positivamente una estrategia didáctica para la utilización de LC en clases de ciencias no solo como motivación sino en procesos para promover la imaginación y la conceptualización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcíbar, M. (2005). Ciencia en Imágenes. Revista científica de información y comunicación, 1(2), pp. 63-77
- Bacas, P., Martín-Díaz, M. & Pizarro, A. (1993). Física y Ciencia Ficción. México: Akal.
- Barrena, S. (2006). La creatividad en Charles S. Peirce. Recuperado el 20 de enero de 2010 de <http://www.unav.es/gep/ArticulosOnLineEspanol.html>
- Barrena, S. (2007). La Razón Creativa; Crecimiento y Finalidad del ser humano según C. S. Peirce. Madrid: Ediciones Rialp.
- Barrena, S. (2008). Charles S. Peirce: razón creativa y educación. Recuperado el 2 de julio de 2015 del sitio: www.unav.es/gep/BarrenaUtopia.html
- Barrena, S. (2012). La abducción en las aulas: pensamiento lógico y creativo. Artículo inédito. Pamplona: Universidad de Navarra.

- Barrena, S. (2015). Pragmatismo y educación: Charles S. Peirce y John Dewey en las aulas. España: Machado.
- Buitrago, A.; Mejía, N. & Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. En *La didáctica de la lógica y la argumentación*. Innovación Educativa, 13 (63), pp. 15-36.
- Cachapuz, A. (2006). Arte y ciencia: ¿Qué papel juegan en la educación las ciencias? *Eureka*, 4(2), pp. 287-294.
- Cano Sch, F. (2000, jul.). La publicación científica electrónica, el IFSE y BIREME para el 2000. *Revista Chilena de Pediatría*, 71 (4), 281-282.
- Colomer, T. (2005). *Andar entre libros, la lectura literaria en la escuela*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Dewey, J. (2008) *El Arte Como Experiencia*. Barcelona: Paidós.
- Egger, A; Colgan, J; & York, C. (2009). Provenance and paleogeographic implications of Eocene-Oligocene sedimentary rocks in the northwestern Basin and Range. *International Geology Review*, 51(9-11), 900–919.
- Eguinoa, A. (2005). *Didáctica de la Literatura: proceso comunicativo*. Recuperado de: http://www.uv.mx/cpue/coleccion/N_31/did%C3%A1ctica_de_la_literatura.htm
- Feynman, R. (2006). *Seis Piezas Fáciles*. Barcelona: Crítica.
- Frabetti, C. (2009). *Literatura y matemáticas*. *Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 50, 42-46.
- Gardner, M. (1994). *Ingenio para Genios: Acertijos para desarrollar tu creatividad*. Buenos Aires: Juegos. 91 p.
- González A. (2007). *Discurso y divulgación científica*. Argentina: Editorial Buenos Aires. p. 201.
- González, A. (2000). *Escuchar, Hablar, Leer y Escribir; Actividades con el Lenguaje*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- González, E. (1999). *La educación: metáfora de la vida; Modelo didáctico basado en la comunicación para generar acciones creativas en el mundo de la vida*. Tesis doctoral, Universidad de la Habana.
- González, E. (2006). *Sobre la Hermenéutica, o sobre las múltiples lecturas de lo real*. Medellín: Universidad de Medellín.
- González, E. (2011). El retorno a la traducción o nuevamente sobre la historia del concepto de hermenéutica. *Revista Opinión Jurídica*, el Volumen 10, No. 19, de la Universidad de Medellín. pp 41 a 60.
- González, E. (2011). *Sobre la experiencia hermenéutica o acerca de otra posibilidad para la construcción del conocimiento*. *Revista Discusiones Filosóficas*. Número 18. Enero-Junio. pp. 125 – 145.
- Habermas, J. (1999). *Teoría de la acción comunicativa*, I. Madrid: Santillana.
- Henao, R. & Moreno, M. (2012). Análisis de un artículo de investigación como proceso lógico-creativo con estudiantes de licenciatura en matemáticas y física. Recuperado de: <http://www.unav.es/gep/ArticulosOnLineEspanol.html>
- Henao, R. & Moreno, M. (2015). Aproximación histórica al concepto de lógica: avances parciales de una investigación que promueve la experiencia estética en maestros en formación en Matemática y Literatura. *Ikala*, 20(2), 233-244.
- Henao, R. (2005). *Un viaje literario por la enseñanza de las matemáticas*. Medellín: Adida-Comfenalco.
- Henao, R. (2010). *Peirce y la representación matemática*. Recuperado el 12 de marzo de 2015 de: <http://www.unav.es/gep/ArticulosOnLineEspanol.html>.
- Henao, R. (2012). *Un teorema literario y otros ensayos de interés en educación matemática*. Madrid: Editorial académica española.
- Henao, R. (2014). La razonabilidad estética como proceso interhumano y abductivo desde “Un descenso al Maelstrom”. *Enunciación*, 19(1), 49-60.
- Hofmann, R. (2002). *Catalista: poemas escogidos*. Madrid: Huerga & Fierro editores.
- Jauss, H. (2002). *Pequeña apología de la experiencia estética*, Barcelona: Paidós.
- José, J & Moreno, M. (1994). *Física i ciència ficció*. Barcelona: Edicions UPC.
- Larrosa, J. (2008). *Literatura, experiencia y formación; una entrevista con Jorge Larrosa*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Locke, D. (1997). *La ciencia como escritura*. Trad. de Antonio Méndez Rubio. Madrid: Cátedra.
- Mejía, L. (1995). *Lectura Re-creativa; 8*. Medellín: Coimpresos. 91 p.
- MEN (1998) *Lineamientos Curriculares; Matemáticas*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- MEN, (1994). *Ley general de educación*. Bogotá: Instituto para el Desarrollo de la Democracia.
- MEN, (2003). *Saber; Leer y Escribir en la Escuela*. Bogotá: Icfes.
- Moreno, M & José, J. (1999). *De King Kong a Einstein: la física en la ciencia ficción*. Barcelona: Edicions UPC.
- Moreno, M. (2012). *Fundamentación de una estrategia didáctica basada en la teoría de la abducción, la hermenéutica y el diálogo de saberes para la formación de profesores investigadores en la educación básica, media y superior*. Tesis para optar al título de Doctora en

- Educación. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, Centro de Documentación.
- Otero, M. (1997). ¿Cómo usar analogías en clases de física? *Enseñanza de la Física*, 14 (2), pp. 179-187.
- Palacios, J. (2009). Pensamiento Analógico. Disponible en: <http://jpalaciosgil.blogspot.com/> 2009/04/el-pensamiento-analogico.html
- Peirce Ch. (2010) *El Amor Evolutivo y otros ensayos sobre ciencia y religión*. Barcelona: Marbot Ediciones.
- Peirce, C. (1968) *Escritos Escogidos*. Madrid; Alianza Editorial.
- Peirce, Ch. (1901a) *El Tratamiento de las Hipótesis* (Trad. Roberto Narváez, 2009) Recuperado de <http://www.unav.es/gep/TratamientoApropiadoHipotesis.html> el 15 de junio de 2014.
- Peirce, Ch. (1901b). *Lógica*. (Trad. Pilar Castrillo, 1988). Recuperado el 19 de mayo de 2015 del sitio web: <http://www.unav.es/gep/LogicaBaldwin.html>
- Peirce, Ch. (1902) *¿Por Qué Estudiar Lógica?* Traducción castellana y notas de José Vericat (1988).
- Peirce, Ch. (1908) *Un Argumento Olvidado en Favor de la Realidad de Dios*. (Traducido por Sara Barrena, 1996 desde *A Neglected Argument for the Reality of God*. Pamplona, Universidad de Navarra.
- Peirce, Ch. (1968) *La Esencia de la Matemática*. En: *Sigma El Mundo de las Matemáticas*. Barcelona: Grijalbo. P. 155-171
- Peirce, Ch. (1970). *Deducción, inducción e hipótesis*. Traducción Juan Martín Ruíz Werner. Argentina: Aguilar.
- Peirce, Ch. (1974) *La Ciencia de la Semiótica*. Buenos Aires: Nueva Visión.
- Peirce, Ch. (1987) *Obra Lógica Semiótica*. Madrid: Taurus Ediciones.
- Peirce, Ch. (2007) *La Lógica Considerada como Semiótica*. Traducción de Sara Barrena. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Peirce, Ch. (2008). *El Pragmatismo*. Madrid: Encuentro.
- Peirce, Ch. (2012). *Obra Filosófica Reunida: Charles Sanders Peirce. Tomo I (1867-1893)* México: Fondo de la Cultura Económica.
- Penac, D. (2001). *Como una novela*. México: Anagrama.
- Penrose, R. (1996). *La nueva mente del emperador*. Barcelona: Círculo de Lectores.
- Ríos, A. & Bolívar, C. (2009). Razonamiento verbal y pensamiento analógico; solución a problemas académicos. Disponible en: <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/11444/Razonamiento%20verbal.pdf;sequence=1>
- Sánchez, A. (2009). *Escritura científica y literaria: comunicar la novedad del mundo*. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, núm. 28.
- Vásquez, L. (2008). *La abducción como alternativa del método científico en la educación superior*. En: *unipluriversidad*, vol. 8, núm. 2.
- Velásquez, F. & Guaiqueriano, E. (2009). *El uso de las analogías en la enseñanza de la física*. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, pp. 2017-212.
- Vesga, A. (2015). *La ciencia ficción como herramienta pedagógica en un curso de Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad: descripción de una experiencia docente*. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12 (3), p. 520-528.
- Viau, J y Moro, L. (2010). *El demonio de Maxwell: termodinámica y un cuento de Gamow en el aula de ciencias*. De http://www.mdp.edu.ar/humanidades/pedagogia/jornadas/profesorado2009/final/comunicaciones/1_docentes/1a_e_nz_apr_curr/1a_18.pdf
- Volpi, J. (2011). *Leer la mente. El cerebro y el arte de la ficción*. Madrid: Alfaguara.
- Zapata, C. (2010). *La abducción creativa como recurso para el mejoramiento de la comprensión textual*. Navarra. En www.unav.es/gep/IVJornadasArgentinaZapata.pdf