

# Ciencia de – mente como Ambiente de Aprendizaje que Contribuye al Fortalecimiento de la Complejidad de Pensamiento

Moreno Sarmiento Judith\*

## RESUMEN

La presente investigación se basa en el diseño, implementación y retroalimentación de un ambiente de aprendizaje que promueve el aumento en la complejidad de pensamiento de un grupo de estudiantes de educación media del Colegio Rafael Uribe Uribe de la localidad sexta de Tunjuelito -Bogotá, Colombia-, basado en procesos dialógicos que permiten la estructuración, significación y socialización de conocimientos científicos relacionados con la propuesta de enseñanza y aprendizaje diseñada para trabajar desde las asignaturas de ciencias naturales y química.

Este estudio se realiza bajo la óptica de las ciencias de la complejidad, las cuales consideran el aula de clases y a los protagonistas de los procesos de enseñanza y aprendizaje como sistemas abiertos tendientes a la complejidad al ser susceptibles a cambios, fluctuaciones, turbulencias e incertidumbres del entorno que los rodea. De la misma manera, se enfoca hacia el desarrollo de actividades colaborativas en un ambiente dialógico en el cual sus participantes tienen la oportunidad de interactuar entre sí, con los objetos de aprendizaje y con los factores que se desencadenan durante el desarrollo del ambiente.

## PALABRAS CLAVE

Enseñanza. Aprendizaje. Ambientes de Aprendizaje. Complejidad de Pensamiento.

## ABSTRACT

This research is based in the design, implementation and feedback of learning environment which promotes the increase in the complexity of thought in a group of students of middle education in the Rafael Uribe Uribe school sixth locality Tunjuelito Bogotá, Colombia-, based on dialogical processes that allow the structuring, significance and socialization of scientific knowledge related

with the teaching and learning proposal designed to work from the subjects of natural sciences and chemistry.

This study is carried out under the viewpoint of the sciences of complexity, which are considered in the classroom and the focus of the teaching and learning processes as open systems aimed at the complexity being susceptible to changes, fluctuation, turmoil and uncertainty in the environment around them. The same way, it is focused towards the development of collaborative activities in a dialogical environment which its participants can interact with each other, with the learning objects and with the factors triggering during developing the environment.

## KEYWORDS

Teaching. Learning. Learning Environments. Complexity of Thought.

## INTRODUCCIÓN

La curiosidad y la experimentación han funcionado en la mente del ser humano como sus principales motivaciones para explorar la naturaleza y así conocer, develar, predecir y transformar en su beneficio los fenómenos que se desencadenan en ella, pese a que muchos de estos eventos son bastante complejos y difíciles de comprender. En este ir y devenir de intentos de conocer e interpretar lo que sucede en el universo el hombre ha desarrollado ciertos saberes que de una u otra forma le han ayudado a alcanzar tan loable fin, entre ellos se encuentra las ciencias naturales y la química, las cuales están integradas estructuralmente por un conjunto de métodos que contribuyen a

---

\*Doctora en Educación por la Universidad de Baja Autónoma de California, México. Adscripción: Colegio Rafael Uribe Uribe, Bogotá Colombia. Área disciplinar: Ciencias de la Educación. Línea de investigación: estudios sobre ambientes de aprendizaje y ciencias de la complejidad. Correo electrónico: judith.mores@gmail.com

operacionalizar rigurosamente sus observaciones, experiencias y deducciones.

Según autores como Izquierdo y Sanmartí (2000) existe una nueva concepción de la ciencia la cual afirma que el científico mediante modelos teóricos procura conocer las dinámicas del mundo y de una u otra forma actuar en él con eficacia. Esta no es una labor fácil, así que intenta fundamentar sus modelos mediante lenguajes y representaciones que le permiten llegar a aproximarse a lo que ocurre en la naturaleza. Ahora bien, es necesario dejar clara la relación explicativa que guardan dichos modelos teóricos con los hechos y fenómenos que se desencadenan en la naturaleza, relación que se cimenta por la acción del lenguaje.

Para ahondar un poco en lo anterior, estos mismos autores plantean que las teorías científicas son un conjunto de modelos teóricos similares a la realidad que se conectan a los fenómenos mediante hipótesis teóricas, las cuales se pueden comprobar experimentalmente, dejando por sentado que, si no hay hechos que explicar no hay teorías y, por ende, no habría ciencia. No obstante, esta relación es la que se ha olvidado en la escuela, se ha pretendido enseñar y aprender un conjunto de modelos teóricos pretendiendo que son hechos científicos reales y que deben ser explicados a la luz de los referentes científicos y no a la luz de los referentes conocidos por los estudiantes, por aquellos que vivencian día a día en su cotidianidad y por teorías adecuadas a su nivel de formación, no queriendo decir que dejen de ser técnicas o rigurosas, para que así los fenómenos puedan ser escritos, hablados, interpretados y comprendidos.

Además de la dificultad mencionada anteriormente, en muchas escuelas la ciencia escolar aún se rige por un currículo desactualizado, pues el conocimiento se encuentra fragmentado en aras de las especializaciones científicas que han surgido, que lo único que pretenden es develar las múltiples aplicaciones del quehacer científico y tecnológico moderno. Por otro lado, en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y la química escolar se tiende a desarrollar el pensamiento lógico y las habilidades algorítmicas para desarrollar ejercicios de papel y lápiz, dejando de lado el desarrollo de pensamiento creativo y crítico de los discentes, en otras palabras, la escuela y los profesores han olvidado tener en cuenta la complejidad del individuo y su entorno, así como la complejidad de los procesos y su evolución. Este inconveniente relega el protagonismo que debe tener el estudiante en su aprendizaje y es una de las causas del bajo interés de estos para trabajar en las clases de ciencias naturales o química (Talanquer, 2009).

En estos términos, la presente investigación permite establecer el nivel de correlación entre la aplicación de un ambiente de aprendizaje y el fortalecimiento de complejidad de pensamiento, el cual directamente contribuye al mejoramiento de los procesos de aprendizaje de los estudiantes en las áreas de ciencias naturales y química. Dicho ambiente está contextualizado con las necesidades de sus protagonistas y los avances de la sociedad actual basados en nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de estas ciencias, enriquecidos con diferentes estrategias didácticas que coadyuvan a la comprensión y aprendizaje de conocimientos científicos que permiten el aumento en la complejidad de pensamiento de los jóvenes. Esto con el objetivo de permitirle al discente convertirse en el protagonista de su propio aprendizaje, incrementar sus habilidades y conocimientos para pensar, hacer y comunicar en ciencias naturales, para que sea capaz de resolver inconvenientes y sea partícipe de las acciones que se emprendan en pro del mejoramiento del mundo que los rodea.

#### LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LAS INSTITUCIONES ESCOLARES EN COLOMBIA: EL PROBLEMA

La educación como sistema ha venido influenciando todos los cambios vertiginosos que suceden en la sociedad actual, por tanto, sus cimientos han sido replanteados teniendo en cuenta las demandas que se le hace al sector en los ámbitos sociales, políticos, culturales y económicos. Como resultado de lo anterior, se debe reconocer los avances alcanzados en materia educativa, ya que son significativos para los problemas sociales que se desencadenan, no obstante, es importante también reevaluar los programas establecidos y asumir las consecuencias de lo que ha conllevado su aplicación o su implementación. El inconveniente es que la escuela se ha visto como una empresa capaz de formar a sus individuos y resignificarlos como un producto, acorde a las necesidades del mundo globalizado en el que se vive, es evidente que esta estrategia les ha servido para tomar control sobre el sector y poder regularlo por completo, lastimosamente, esta imposición ha cambiado cabalmente su misión central.

Sin duda alguna lo anterior ha incidido en la práctica educativa, prueba de ello su anquilosamiento, pues aún desde las aulas, en el caso de esta investigación en particular, se sigue enseñando la misma ciencia de hace cien años. Por lo cual se ha perjudicado a los estudiantes pues se les ha negado la posibilidad de trascender en saberes más contextualizados e integrados, no se está cumpliendo cabalmente la tan esperada formación integral. Para dar cuenta de ello basta ver la inflexibilidad y desactualización de muchos de los currículos escolares colombianos,

pues aún giran en torno a temáticas, logros y estándares que lo único que han incitado es la competencia desmedida y la fragmentación del conocimiento.

Para autores como Talanquer (2004) se presentan algunas falencias que se han mantenido a través de los años y se resisten a desaparecer o evolucionar, en primer lugar, estas ciencias experimentales se mantienen al margen de una relación plena con otras áreas de conocimiento, apenas se están realizando algunos acercamientos a una transversalización de conocimientos y experiencias. Lo anterior, favorecido por el diseño del plan de estudios o malla curricular, la cual beneficia la fragmentación del conocimiento y la falta de interconexión. En segundo lugar, existe una marcada tendencia en enseñar un conjunto de conocimientos científicos que no tienen trascendencia en la ciencia actual o en la cotidianidad de los estudiantes, se enseña la misma ciencia que se enseñaba hace unos cientos de años.

En tercer lugar, se ha caído en el error de considerar a los estudiantes, al aula de clases y a los procesos educativos como sistemas cerrados aislados de todo contexto o fenómenos externos o internos. Por tanto, se han pasado por alto diversos factores o acontecimientos importantes para el proceso de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo, el error, comúnmente se tiende a minimizar el valor que contiene y se tiende a tomar como un referente útil para clasificar a los estudiantes que caen en él con mayor frecuencia de los que no lo hacen, llegando a discriminar estudiantes con altas capacidades o habilidades intelectuales (Lipman, 1998).

En cuarto lugar, en la enseñanza de estas ciencias experimentales se sigue manteniendo la idea de desarrollar únicamente habilidades algorítmicas en el estudiante, por ende, desde las asignaturas de física o química se tiende a limitar su enseñanza al desarrollo de ejercicios de lápiz y papel. Dejando de lado otras habilidades de pensamiento totalmente vitales para la ciencia como las comunicativas, que le permiten al estudiante tener la oportunidad de pensar, hacer y comunicar conocimientos científicos (Talanquer, 2009).

Como medida de mejoramiento para minimizar los múltiples inconvenientes presentados en los procesos, en la institución donde se desarrolla la presente investigación, se han realizado intentos para flexibilizar el plan de estudios, contextualizar las prácticas de enseñanza y aprendizaje y promover espacios de intercambio experiencial entre pares académicos, con el fin de motivar, actualizar y diversificar las prácticas docentes. De forma paralela, desde las asignaturas de ciencias naturales y químicas se ha iniciado un trabajo de investigación enriquecido con estrategias acordes con los objetivos establecidos en el Proyecto Educativo Institucional –PEI– del colegio y en los lineamientos curriculares para el área establecidos por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia –MEN–. Estas se caracterizan por ser flexibles, contextualizadas, actualizadas e interesantes para los estudiantes, para que ellos se conviertan en los protagonistas de sus procesos.

En consecuencia, para el planteamiento de dichas estrategias de trabajo se debe considerar a los estudiantes como sistemas abiertos en creciente estado de complejidad, que dependen de sus características internas –creencias, actitudes, habilidades– y de factores o fluctuaciones externas –aspectos familiares, sociales, culturales y económicos–, por eso es importante que estas estrategias sean flexibles, acordes a cada momento de la clase y que se puedan adecuar a sus condiciones, necesidades y ritmos de aprendizaje. Durante el desarrollo de la práctica se ha hecho más evidente esta necesidad, por tanto, ahí es donde el profesor debe tener mayor habilidad para adaptar dichas actividades a las particularidades de cada discente y generar los ajustes necesarios para así favorecer la efectividad del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Por ende, tomando como base que la educación es una actividad social y socializadora, la presente investigación busca desarrollar procesos en los cuales se fortalezca la interacción entre sujetos, con el objeto de conocimiento y con el entorno para intercambiar, contrastar, significar, reestructurar y resignificar experiencias y conocimientos, para que así tengan la habilidad de realizar análisis, críticas, reflexiones y socializaciones. Asimismo, se enfoca en



el imprescindible papel que cumple el lenguaje y la comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales, con el fin de que los discentes no sólo sean protagonistas de su propio aprendizaje, sino que sean capaces de pensar, hacer y comunicar en ciencias experimentales.

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES DESDE LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD: EL CAMINO

Las falencias que se presentan en la enseñanza y aprendizaje del conocimiento científico al interior de las escuelas no vienen marcadas solamente por la habilidad que tenga el maestro de hacer su conocimiento enseñable, también vienen sujetas por la confluencia de tres tipos de conocimiento al interior del aula, el científico o disciplinar que domina el profesor, el escolar que se va construyendo durante el proceso y el cotidiano, que es el que han ido construyendo los estudiantes a partir de sus experiencias y de su percepción de la realidad. La interacción entre estos tres tipos de conocimiento al interior del proceso educativo conlleva a que salgan a la luz diversos conflictos tales como el lenguaje y la visión de ciencia que cada uno de ellos tenga, los modelos que utilicen para entenderla y el tipo de representaciones que los sujetos se hacen de los conocimientos mismos (Galagovsky y Adúriz, 2001).

Es evidente que en las aulas de clase durante las clases de ciencias naturales y química existen dos tipos de lenguaje, el científico - erudito que domina el profesor y el cotidiano del estudiante. El problema surge cuando estos dos tipos de lenguaje están desvinculados entre sí, puesto que puede generar problemas de comunicación entre los participantes del proceso, ya que pueden dominar las discrepancias o prevalecer la falta de sentido a lo que dice el maestro, lo cual puede ocasionar desmotivación por aprender. Atendiendo a lo anterior, es necesario que la apropiación de dicho lenguaje técnico se convierta en un proceso gradual y contextualizado, se le debe enseñar al discente a hablar y escribir en ciencias y desde las ciencias, no basta con los procesos que se llevan a cabo desde el área de español o humanidades (Galagovsky y Adúriz, 2001).

Ahora bien, en cuanto a la visión de ciencia que tienen los participantes del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, cae directamente en el profesor, pues este tiene dos opciones, de las cuales va a depender directamente su enseñabilidad. La primera opción considera la ciencia como un conocimiento ya acabado, sujeto a verdades absolutas, que no se pueden discutir ni cuestionar pues sus conocimientos ya están definidos, el lenguaje sirve únicamente para dar a conocer y describir el cono-

cimiento y las teorías científicas son el resultado del descubrimiento experimental de un proceso cerrado y limitado direccionado por el método científico, las cuales se traducen en demostraciones matemáticas que explican el funcionamiento de los fenómenos naturales (Izquierdo y Sanmartí, 2000).

La segunda opción y visión que puede tener el profesor de la ciencia es asumirla como una construcción social con una total incidencia en los intereses económicos, políticos, sociales y tecnológicos de una región o nación. Bajo esta óptica la ciencia se debe enseñar para que el estudiante asuma el rol de actor social que puede decidir y trascender en diferentes esferas de su realidad, por ende, es necesario abandonar la idea de atiborrar de un sinfín de conocimientos científicos a los estudiantes y promover la flexibilidad del currículo para vincular el conocimiento aprehendido con el contexto científico, tecnológico actual del estudiante. Se debe asumir la ciencia como un conocimiento en constante desarrollo y actualización, como un cuerpo de conocimientos construidos por personas que no maneja verdades absolutas y acabadas, ni hacen descripciones rigurosas de la realidad, por el contrario, como un conjunto de posibles explicaciones a los fenómenos naturales a la luz de diversas teorías mediante el uso de lenguajes y modelos específicos (Galagovsky, 2007).

En este orden de ideas el objetivo central de las ciencias naturales y la química en las aulas de educación escolar es acercar progresivamente la ciencia escolar a la científica mediante modelos didácticos analógicos constituidos por conocimiento cotidiano, escolar y científico. Esto es reconstruir los conocimientos científicos mediante modelos didácticos adecuados que permitan contextualizarlo al aula y a la cotidianidad de los estudiantes, haciendo uso de instrumentos, representaciones, recursos sintácticos y semánticos propios de la ciencia erudita (Galagovsky y Adúriz, 2001). En este orden de ideas, se debe enfatizar en el qué hacer y en el pensar no solo en el saber, se debe centrar en enseñar a utilizar los modelos científicos no sólo a analizarlos, discutirlos y reflexionarlos, se debe enfocar el trabajo en el análisis, discusión y manipulación de ideas y conceptos centrales, de las herramientas teóricas y experimentales que permiten generar conocimiento. No sólo en desarrollar habilidades algorítmicas para resolver preguntas y problemas, al contrario, se debe trabajar arduamente con los estudiantes para que estos potencien habilidades y conocimientos que les den la capacidad de participar de manera informada, crítica y activa en la sociedad (Talanquer, 2009).

Ahora bien, enseñar desde las ciencias de la complejidad requiere abordar el conocimiento a partir de problemas

y no de temáticas o contenidos, se deben trabajar desde todas las áreas del conocimiento en su conjunto, desde un enfoque holístico para pensar el mundo, la naturaleza y sus fenómenos y no sólo limitarse a conocerlos y explicarlos, de tal forma que tengan lugar en la mente del individuo de manera integral y total y así tengan la oportunidad de abrir sistemas cerrados, ampliar los límites de otros sistemas, crear nuevos mundos, contextos, aprendizajes, prácticas, saberes, culturas, civilizaciones (Maldonado, 2015).

En este orden de ideas, el ambiente de aprendizaje es clave, debe estar enriquecido con diversas herramientas didácticas y tecnológicas, prestar atención a la relación bidireccional entre el docente y el estudiante, se deben resaltar la horizontalidad de las interacciones, la interculturalidad, el multilingüismo, la interculturalidad, la existencia de múltiples soluciones a un mismo problema, no centrarse en los contenidos, sino enfocarse en explorar el entorno, abrir nuevas posibilidades, construyendo conocimiento -no sólo descubriendo- a partir de la misma construcción de la vida, por tanto, el conocimiento debe ser abierto, con pluralidad de verdades. Lo anterior se puede resumir en que el aula debe ser dinámica, evolutiva y en creciente complejidad (Maldonado, 2014).

Según la experiencia previa a esta investigación el ambiente de aprendizaje que se desarrolle con los estudiantes debe reunir ciertas características, en primer lugar, tener una práctica variada e integrada con la experiencia personal de sus protagonistas, en segundo lugar, debe presentar desafíos, novedades, ser placentera, en tercer lugar, exponer temas afines a los intereses de los estudiantes y en cuarto lugar, debe predominar el trabajo colaborativo entre ellos, donde tengan la oportunidad de equivocarse y aprender de los errores y donde puedan probar e intercambiar con otros compañeros, así como aprovechar su curiosidad (Moreno, 2013).

Aprender bajo la óptica de las ciencias de la complejidad es un proceso que requiere pensar en redes, en un todo y no en fracciones de la realidad, pensar en todas las posibles relaciones que se puedan presentar en el sistema objeto de estudio, pensar en la evolución del sistema, en sus comportamientos aleatorios y al azar. De esta forma, se da la oportunidad de pensar en los procesos en sí y dejar de pensar en los estados únicamente. Para todo este proceso sistemático y riguroso se requiere de un pensamiento integrador trabajando en conjunto desde sus diferentes dimensiones, lógica, deliberativa, creativa y crítica, en otras palabras, desde un pensamiento multidimensional, pues la clave está en pensar en síntesis, más allá del simple análisis, pensar desde la integralidad de todas las

ciencias de la complejidad con un enfoque transdisciplinar haciendo uso de analogías, homologías, isomorfismos, morfologías, aleatoriedades, azares y bifurcaciones (Maldonado, 2015).

Hacer ciencia implica debatir, intercambiar ideas, tener una mente abierta a los cambios, transformar el modo de pensar, atreverse a explorar experiencias diversas y desafiantes que reten el pensamiento para que este vaya más allá del límite. Por supuesto, se debe tener en cuenta que el hecho de aprender ciencia no es por vía acumulativa, por el contrario, es posible avanzar gracias a las discontinuidades, bifurcaciones y rupturas que se presentan en los sistemas, en el aula de clases en los mismos actores del proceso.

Tomando como referencia lo anterior, los ambientes de aprendizaje deben ser abiertos, pues no se deben limitar a las fronteras del salón. Deben ser también dinámicos, pues el maestro debe encontrar múltiples formas de comunicación con cada uno de los estudiantes para elevar la calidad y efectividad de la comunicación y de la interacción. Además, deben ser flexibles, pues no se deben circunscribir a las interacciones entre el profesor y el estudiante únicamente ni restringirse por los materiales que existen a su alcance. Deben promover el trabajo colaborativo, el aprendizaje autorregulado y brindar la oportunidad de significar nuevos conocimientos.

#### OBJETIVO

El objetivo principal de la presente investigación fue establecer el nivel de correlación entre la aplicación de un ambiente de aprendizaje y el fortalecimiento de complejidad de pensamiento de un grupo de estudiantes de educación media.

#### MÉTODO

El enfoque de la investigación realizada, fue mixto puesto que se aborda desde una perspectiva cuantitativa y cualitativa tomando como referencia autores como Hernández y Mendoza (2008), Plano, Huddleston, Churchill, O'Neil y Garrett (2008), Teddlie y Tashakkori (2009), Chen (2006) y Bergman (2008). La primera, con el fin de determinar los tipos de estrategias didácticas que conocen y utilizan los estudiantes de noveno grado y los profesores del área de ciencias naturales. El segundo, con el fin de determinar el grado de complejidad que alcanzan los estudiantes haciendo uso de dichas herramientas para el desarrollo de las clases de ciencias naturales y química.

En consonancia con lo anterior, la investigación es descriptiva, tomando como referentes a autores como Hernández y Mendoza (2008), Bisquerra (2009), Niño (2011),

Arias (2012) y Hernández, Fernández y Baptista (2003), puesto que se resalta las características, componentes y estrategias que debe tener el ambiente de aprendizaje, de tal forma que permita el desarrollo de complejidad de pensamiento del grupo objeto de estudio. De la misma forma es explicativa ya que, realiza un examen detallado, sistemático y reflexivo sobre los niveles de complejidad de pensamiento que tienen los estudiantes durante el estudio.

La investigación surge como experiencia investigativa de aula desde las asignaturas de ciencias naturales y química, se realiza desde hace tres -3- años académicos con el mismo curso desde que estaban en grado noveno -2016- con el fin de diseñar y desarrollar diversas micro investigaciones las cuales poseen un fundamento histórico, ancestral y científico. El ambiente de aprendizaje ha tenido como escenarios principales el aula de clases, los espacios abiertos de la institución, laboratorio de química, sala de informática, sala de proyecciones, sitios de interés ancestral de la región cundiboyacense de Colombia y un lugar de acceso personal a redes informáticas -por ejemplo, la casa de los estudiantes-.

Las estrategias didácticas enmarcadas en el ambiente de aprendizaje se encuentran enmarcadas en cinco etapas, la primera de exploración, que tiene la función de abrir memorias sensoriales mediante la atención, novedad y emoción. La segunda de contextualización, en la cual se despierta el interés hacia el objeto de estudio mediante actividades que generen reflexión. La tercera de estructuración, gracias a la cual se recodifican las actividades formativas para recuperar información trabajada anteriormente. La cuarta de aplicación, enfocada hacia el desarrollo de todas las memorias implícitas, explícitas y de trabajo. Y la quinta de retroalimentación, en la cual se recupera la información y se resuelven problemas cotidianos.

Finalmente, los instrumentos que se utilizan para el desarrollo de la investigación son las narraciones realizadas por los estudiantes en cada una de las fases de trabajo del ambiente de aprendizaje, ¿respondiendo a la tesis de trabajo “Por qué es importante aprender ciencias naturales?”. Mediante estas producciones escritas es posible analizar el aumento de complejidad de pensamiento de los discentes bajo la óptica de dos categorías, la evolución en las propiedades textuales (Tabla 1) y en el nivel de complejidad (Tabla 2) teniendo en cuenta tres subcategorías, a decir, definir – describir, explicar y justificar – argumentar. Cabe resaltar que no sólo se cuenta con una narración escrita inicial y una final como referentes de comparación del avance en su complejidad de pensamiento, sino con las

producciones escritas que surgieron en el transcurso de la experiencia pedagógica.

Tabla 1. Matriz de análisis de propiedades textuales.

Nivel de complejidad		1 Insuficiente	3 Aceptable	5 Suficiente
Propiedades textuales				
Adecuación	Grado de especificidad			
	Intencionalidad clara			
	Nivel de formalidad			
	Tratamiento personal constante			
Coherencia	Ausencia de contradicciones			
	Calidad de información			
	Cantidad de información			
	Estructuración lógica de la información			
Cohesión	Articulación lógica y secuencial			
	Ideas conectadas entre sí			
	Uso de conectores, signos de puntuación			
Estilística	Frases complejas			
	Ideas originales			
	Recursos retóricos			
Gramática	Léxico variado			
	Morfosintaxis			
	Normas ortográficas			

Presentación	Legibilidad			
	Organización y diseño del formato			
	Pulcritud			

Fuente: Elaboración propia, a partir de Cassany et al. (1994).

Nivel 3	Selecciona las características o componentes de un suceso y los relaciona con diversos cambios que lo puedan alterar.	Evalúa y sintetiza las diversas relaciones que caracterizan un suceso, de tal forma que predice, analiza y mejora soluciones o conflictos que se puedan presentar.	Evalúa una situación problemática e intenta desde un marco teórico, debatir y dar peso a sus propias argumentaciones con fundamentos personales y científicos.
---------	---	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Matriz de análisis de complejidad para narraciones escritas.

Complejidad	Describir Definir	Explicar	Justificar Argumentar
Nivel 1	Organiza de forma sencilla desde su propio punto de vista el suceso, pero sin justificación o coherencia.	Establece las características o componentes de un suceso y las relaciona con conceptos científicos de la misma categoría.	Relaciona un suceso con acontecimientos nuevos, interesantes y novedosos enmarcados en un texto temático.
Nivel 2	Define de manera sencilla el suceso haciendo uso de relaciones, comparaciones o categorizaciones entre diferentes sucesos.	Ordena los hechos que se entretajan alrededor de un suceso teniendo en cuenta relaciones de causa – efecto.	Razona sobre el comportamiento, discrepancias y regularidades de un suceso haciendo uso de modelos, teorías o hipótesis.

#### RESULTADOS

Sin duda alguna, la ciencia escolar, es el resultado de la construcción colectiva de los que intervienen en el proceso educativo, por ende, el éxito de su dinámica depende del aprovechamiento que se le conceda a las convergencias, divergencias, dificultades y disrupciones que allí se suscitan debido a los diferentes puntos de vista y aportes de los individuos que participan en dichos colectivos. Es así como la dialéctica ciñe también esta ciencia, al igual que influye sobre todas las actividades que se construyen socialmente, en virtud de ello, la comunicación y el lenguaje adquieren un papel primordial en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y la química.

En este orden de ideas, el ambiente de aprendizaje diseñado para la presente investigación favorece el aprendizaje como una construcción personal en el cual el discente es el propio protagonista de su proceso y el que mediante las interacciones que consolida no sólo con sus compañeros y con los docentes, sino con los padres de familia y demás participantes, son capaces de significar y resignificar sus conocimientos, modelos y pensamientos. Lo cual le facilita interiorizar su experiencia, constituir su conciencia y su pensamiento, para así verse reflejada en su forma de sentir, pensar y actuar. Por tanto, el aprendizaje de las ciencias se convierte en un proceso comunicativo en el cual se destaca el diálogo, la negociación, la concertación y la elaboración conjunta de significados.

Hay que mencionar, además, que la presente experiencia mediante actividades estructuradas desde un enfoque sociocultural basadas en procesos dialógicos y el trabajo colaborativo promueve la educación, el aprendizaje, la enseñanza, la formación y la interacción de sus protagonistas, fortaleciendo así, el análisis crítico y la actitud reflexiva, permitiendo de esta forma, la reestructuración de las concepciones individuales de los sujetos y el posterior florecimiento de los conflictos sociocognitivos que

facilitan el aprendizaje de conocimientos científicos y el aumento en la complejidad de su pensamiento.

Además, ha ayudado a reestructurar y conectar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y la química, para enriquecer la experiencia de los estudiantes y la maestra, haciéndolos conscientes de las consecuencias de su accionar en los diferentes contextos en los que se desenvuelven, les ha permitido también resignificar sus conocimientos gracias a procesos como la reflexión, autocorrección y mejoramiento de sus habilidades, destrezas y acciones. De la misma forma, la interacción dialógica y el trabajo colaborativo les ha dado la oportunidad de elaborar juicios cada vez más elaborados respecto a los objetos de estudio trabajados a medida que se iba avanzando en el desarrollo del ambiente de aprendizaje.

Así mismo, Ciencia de – mente les ha brindado la oportunidad a sus protagonistas de visualizar y estructurar la información haciendo uso de diferentes herramientas didácticas que no sólo han capturado su interés, sino que además han contribuido a la estimulación de diferentes modos de pensamiento, haciéndolo cada vez más complejo, puesto que a medida que se avanza en la experiencia establecen nuevas interrelaciones con el objeto de estudio y con los diferentes actores del proceso. Lo anterior indiscutiblemente ha motivado a los estudiantes a participar en el proceso de aprendizaje, dándoles la oportunidad de realizar aportaciones y críticas que enriquecen su conocimiento y experiencia.

Sumado a lo anterior, les ha permitido elaborar, compartir y reestructurar colaborativamente de manera más rápida y eficaz, trascendiendo los límites del aula de clases. Teniendo en cuenta las afirmaciones de los estudiantes, el trabajo con este ambiente de aprendizaje les ha ayudado a flexibilizar su mente, promoviendo la apertura a la utilización de diferentes herramientas, nuevas posibilidades para trabajar, aprender, vivir y resolver.

Hay que mencionar además que, las actividades desarrolladas en el presente ambiente de aprendizaje han contribuido al aumento en la complejidad de pensamiento de los estudiantes, lo cual se puede corroborar en la evolución de las narraciones realizadas durante los tres años en los cuales se llevó a cabo dicha estrategia. Las producciones escritas al inicio presentaban dificultades para organizar las ideas, darles coherencia y claridad, se limitaban a describir algunas de ellas basándose en la observación directa del suceso, pero no realizaban ningún tipo de justificación. Con la evolución de la experiencia, los discentes denotaron mayor claridad en la exposición de sus ideas, las acompañaban de un argumento sencillo que facilitaba

su comprensión. Además, exponían de manera explícita la forma en la que la interacción con otros y la práctica contribuyeron en su evolución.

Se puede afirmar también que mediante la implementación del ambiente Ciencia de – mente, los estudiantes en general pueden retomar su rol activo dentro del proceso convirtiéndolos en los protagonistas de su propio aprendizaje. No obstante, es válido aclarar que no todos ellos logran alcanzar el mismo nivel de complejidad, puesto que sus ritmos de aprendizaje, modos de pensamiento, experiencias e intereses influyen sobre su comportamiento, interacción y aprendizaje mismo. Por otro lado, se debe agregar que la experiencia aporta un factor de innovación a la práctica docente, pues permite no sólo la relación de diferentes áreas del conocimiento sino también conexión al mismo interior de las ciencias experimentales.

Se debe agregar que con el desarrollo de la propuesta metodológica los estudiantes aprovecharon al máximo sus capacidades específicas y adquirieron mayor habilidad para describir, definir, explicar, justificar y argumentar lo cual se evidencia en sus narraciones y es aquí donde se comprueba que el discurso es una manifestación directa del pensamiento. Los escritos se caracterizan por proponer ejemplos o contextos que dan cuenta de sus argumentaciones y que ayudaron a clarificar su postura frente a la tesis, ¿por qué es importante aprender ciencias naturales? Del mismo modo, se destacan por plantear cuestionamientos, inferencias y análisis influenciados no solos por su experiencia sino por las interacciones que surgen entre ellos mismos, con otros sujetos, con el ambiente, las cuales definitivamente les ayudan a resignificar sus significados y posturas.

Finalmente, sus narraciones evidencian el nivel que iban alcanzando los estudiantes, debido a que lograron mayor coherencia en sus escritos, hacían uso de un lenguaje cada vez más técnico, sus argumentos eran cada vez más pertinentes, el número de afirmaciones y el volumen de conocimientos eran suficientes pues consiguieron interrelacionar la importancia de aprender ciencias naturales con otras áreas del conocimiento para su desarrollo como sujetos partícipes de una sociedad cambiante.

#### A MANERA DE CONCLUSIÓN

El ambiente de aprendizaje diseñado para la presente investigación, Ciencia de – mente surge de la necesidad de crear espacios dependientes de los intereses, fortalezas y falencias de los estudiantes y de la urgencia de reestructurar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia escolar desde las asignaturas de ciencias naturales y química en los niveles de educación básica secundaria



y media académica en una institución educativa oficial colombiana ubicada en la capital, Bogotá en la localidad de Tunjuelito. Dicho ambiente trasciende las paredes del aula escolar, pues involucra diversos espacios físicos, virtuales y protagonistas – no solo estudiantes y maestros-, que enriquecen la experiencia de sus participantes y mejora considerablemente las interacciones que se suceden entre ellos, con el fin de contribuir al aprendizaje de conocimientos científicos.

En esta dirección, la presente investigación toma el salón de clases como aula viva que está constituida por sujetos que se comportan como sistemas complejos adaptativos que se encuentran inmersos en un mundo inestable, abierto y tendiente a la complejidad, los cuales en conjunto forman sistemas dinámicos lejos del equilibrio, impredecibles y sensibles a atractores como novedades, sucesos, innovaciones o eventos que afectan los procesos de enseñanza y aprendizaje, los cuales sin lugar a duda están en permanente construcción, evaluación y enmarcados por un pluralismo de intereses, situaciones, perfiles y conflictos.

El ambiente de aprendizaje se diseña e implementa bajo un formato flexible, contextualizado y actualizado no sólo con los intereses y necesidades de sus protagonistas sino con las nuevas tendencias en educación, en este caso, en la enseñanza y aprendizaje de la ciencia escolar desde una óptica de las ciencias de la complejidad, las cuales retoman una nueva visión de la ciencia, desde la transdisciplinariedad, transversalidad, la no linealización del currículo y desde una visión holística del conocimiento. En este enfoque la ciencia escolar se construye en sociedad, por tanto, involucra emociones, creatividad, imaginación, tensión, satisfacción, expectativas, sorpresas, retos y crisis de los que en ella participan.

En este proceso el grupo en general se comporta como una estructura autoorganizativa y caótica pasando fácilmente del orden, al desorden y a la armonización, con el fin de resignificar experiencias y conocimientos. Además, se comporta como un sistema disipativo ya que su actuación siempre es dinámica y alejada del equilibrio, nunca estable o conservativa, lo que sin lugar a duda provoca que pasen de la heteronomía en su proceso de aprendizaje a la autonomía, aprovechando las diversas versiones que tienen los participantes de un mismo fenómeno que contribuye al aprendizaje de las ciencias naturales y a su desarrollo científico, social y cultural. De la misma forma, el estudiante es el protagonista de su aprendizaje, para lo cual es imprescindible que éste conozca sus habilidades y carencias para que sea consciente de su proceso. Lo anterior con el fin de contribuir a su formación como sujetos

autónomos, creativos, intuitivos, críticos, emprendedores, perseverantes y capaces de inferir conocimientos en otras situaciones similares.

Finalmente, tomando como referencia los anteriores argumentos después de haber establecido el nivel de correlación entre la aplicación del ambiente de aprendizaje Ciencia de – mente y el fortalecimiento de complejidad de pensamiento del grupo de estudiantes objeto de estudio se puede concluir que existe un fuerte nivel de relación entre ellos, pues a medida que iba progresando la investigación los estudiantes están en la capacidad de pensar, hacer y comunicar en ciencias, en primera instancia, ya que realizan un análisis de las situaciones problemáticas que se les presentan no sólo realizando una selección de sus características y componentes, sino complementándolas con los posibles cambios que estas pudieran suscitar o por el contrario, alterarlas. En segunda instancia, porque son capaces de sintetizar y evaluar las relaciones que caracterizan ciertos sucesos científicos con el fin de predecir, establecer, analizar o mejorar soluciones o conflictos que estas presenten. En última instancia, porque se destacan por su habilidad para evaluar diversas situaciones problemáticas a la luz de diversas teorías científicas con el fin de debatir y dar peso a sus propias argumentaciones



FUENTES DE CONSULTA

- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. Barcelona: Episteme.
- Bergman, M. (2008). Advances in mixed methods research: Theories and applications. Los Angeles: Sage.
- Bisquerra, R. (2009). Metodología de la Investigación Educativa. Madrid: Editorial La Muralla S. A.
- Chen, H. (2006). "A theory – driven evaluation perspective on mixed methods research". En *Research in the Schools*, Vol. 13, No 1, p. 75 – 83. Disponible en: <http://www.msera.org/docs/rits-v13n1-complete.pdf#page=82>. Consultado el 28 de mayo de 2019.
- Galagovsky, L. (2007). "Enseñar Química vs. Aprender Química: una ecuación que no está balanceada". En *Química Viva*, Vol. 6. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86309909>. Consultado el 5 de diciembre de 2018.
- Galagovsky, L. y Adúriz, A. (2001). "Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias Naturales. El concepto de Modelo Didáctico Analógico". En *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 19, No. 2, p.p. 231 – 242. Disponible en: [http://www.dfpd.edu.uy/ceerp/ceerp\\_norte/cn/Biologia/RO/modyanal.pdf](http://www.dfpd.edu.uy/ceerp/ceerp_norte/cn/Biologia/RO/modyanal.pdf) Consultado el 6 de diciembre de 2018.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). Metodología de la Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2008). Metodología de Investigación. México: Mc Graw Hill.
- Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza. Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza – aprendizaje desde las áreas curriculares. Madrid: Editorial Síntesis.
- Lipman, M. (1998). Pensamiento complejo y educación. Madrid: Proyecto Didáctico Quirón.
- Maldonado, C. (2014). "¿Qué es eso de pedagogía y educación en complejidad?". En *Intersticios Sociales*, No. 7, p.p. 1 – 23. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-49642014000100002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-49642014000100002). Consultado el 12 de diciembre de 2018.
- Maldonado, C. (2015). Ciencias de la complejidad. Educación. Investigación. Tres problemas fundamentales. In *Simposio Internacional Educación, Formación Docente y Práctica Pedagógica en Contexto*. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Carlos\\_Maldonado2/publication/297904294\\_CIENCIAS\\_DE\\_LA\\_COMPLEJIDAD\\_EDUCACION\\_INVESTIGACION\\_TRES\\_PROBLEMAS\\_FUNDAMENTALES/links/56e41be608ae65dd4cbe7769/CIENCIAS-DE-LA-COMPLEJIDAD-EDUCACION-INVESTIGACION-TRES-](https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Maldonado2/publication/297904294_CIENCIAS_DE_LA_COMPLEJIDAD_EDUCACION_INVESTIGACION_TRES_PROBLEMAS_FUNDAMENTALES/links/56e41be608ae65dd4cbe7769/CIENCIAS-DE-LA-COMPLEJIDAD-EDUCACION-INVESTIGACION-TRES-PROBLEMAS-FUNDAMENTALES.pdf)
- PROBLEMAS-FUNDAMENTALES.pdf Consultado el 12 de diciembre de 2018.
- Moreno, J. (2013). Aumento en la complejidad de los procesos de pensamiento en el contexto temático de la incidencia de las propiedades fisicoquímicas y bioorgánicas del suelo sobre su fertilidad (Tesis de Maestría). Universidad Pedagógica Nacional: Bogotá.
- Niño, V. (2011). Metodología de la Investigación. Bogotá: Ediciones de la U.
- Plano, V., Huddleston, C., Churchill, S., O'Neil, D. y Garrett, A. (2008). "Mixed Methods Approaches in Family Science Research". En *Journal of Family Issues*, Vol. 29, No. 11, p. p. 1543 – 1566. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0192513X08318251>. Consultado el 28 de mayo de 2019.
- Talanquer, V. (2004). "Formación docente: ¿Qué conocimientos distingue a los buenos maestros de química?". En *Educación Química*, Vol. 15, No. 1, p.p. 52 – 57. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66216>. Consultado el 27 de abril de 2019.
- Talanquer, V. (2009). "Química ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos?" En *Educación Química. Conferencias Plenarias*, p.p. 220 – 226. Disponible en: <http://bmb.arizona.edu/tpp/EdQuim09.pdf>. Consultado el 16 de noviembre de 2018.
- Teddle, C. y Tashakkori, A. (2009). Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences. Los Angeles: Sage.