

## LA AUTOPOIÉISIS EN LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA

## The autopoiesis in the teaching of mathematics

*Glendys Yusmerys Álvarez Narváez*<https://orcid.org/0000-0002-3049-0712>

Unidad Educativa “Andrés Bello”. Valencia, Venezuela

[glendys.s19@gmail.com](mailto:glendys.s19@gmail.com)**Resumen**

En las últimas décadas diversos especialistas han evidenciado un gran número de estudiantes de bachillerato con deficiencias en el desempeño de la asignatura de matemática. La presente investigación se sustenta bajo la modalidad cualitativa, con una postura fenomenológica y su finalidad es construir una visión epistémica acerca de los procesos de la matemática desde la perspectiva de la autopoiesis educacional en el aula por parte de los estudiantes. Dicho estudio se fundamenta en las teorías de Ausubel, Bandura, la fenomenología de la percepción de Ponty y los estudios de los principales autores como Maturana y Varela. En este sentido, se pretende indagar acerca de los contenidos de las representaciones espaciales de las matemáticas enmarcadas en el currículo y los fundamentos epistemológicos que sustentan los procesos de la Autopoiesis para construir elementos teóricos que faciliten los procesos de los contenidos espaciales de la matemática. La investigación se realizó en la Unidad Educativa “Andrés Bello”, con 15 sujetos significantes, a los cuales se les aplicó una entrevista, para así obtener unas aproximaciones conclusivas en torno al quehacer matemático.

**Palabras clave:** enseñanza, matemática, autopoiesis.

**Abstract**

In the last decades, various specialists have shown a large number of high school students with deficiencies in the performance of the subject of mathematics. The present investigation is sustained under the qualitative modality, with a phenomenological stance and its purpose is to build an epistemic vision about the processes of mathematics from the perspective of educational autopoiesis in the classroom by the students. This study is based on the theories of Ausubel, Bandura, the phenomenology of Ponty's perception and the studies of the main authors such as Maturana and Varela. In this sense, it is intended to inquire about the contents of the spatial representations of mathematics framed in the curriculum and epistemological that underpin the processes of Autopoiesis to build theoretical elements that facilitate the processes of the spatial contents of mathematics. The research was carried out in the “Andrés Bello” Educational Unit, with 15 significant subjects, to whom an interview was applied, in order to obtain conclusive approximations regarding the mathematical task.

**Keywords:** teaching, mathematics, autopoiesis.

**Recibido:** 16/08/2019**Enviado a árbitros:** 20/08/2019**Aprobado:** 01/11/2019

## **Introducción**

Durante las últimas décadas, se ha visto como la sociedad exige nuevas estructuras pedagógicas, las cuales han permitido al docente, reflexionar y participar del mejoramiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje en los distintos contextos que le rodean en la comunidad escolar donde labora, sistematizando sus experiencias con el fin de ser compartidas entre pares.

En éste sentido, el gran reto para los educadores sigue siendo la transformación y adaptación estratégica de los contenidos matemáticos de modo integrado, adaptándolas a las necesidades de los estudiantes y al contexto del ambiente educativo.

Tomando en cuenta la enseñanza y el aprendizaje de la matemática como base esencial para todo individuo, ya que la misma está involucrada en la mayoría de las actividades cotidianas y áreas del conocimiento; por ejemplo, al comprar y organizar objetos. Sin embargo, la creencia acerca de lo difícil y aburrida de la matemática ha generado desinterés, falta de motivación y, por ende, bajo rendimiento por parte de los estudiantes, lo cual dificulta el desenvolvimiento adecuado de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En este sentido, una de las alternativas consiste, que el docente esté capacitado para diseñar estrategias didácticas integradoras permitiendo a los estudiantes experimentar la matemática de manera más fluida, y desarrollar habilidades interdisciplinarias; de esta manera, aumentará el gusto hacia la misma.

Asimismo, cuando los contenidos a enseñar son complejos, requieren de una mayor atención y concentración para entenderlos, es a partir de ese momento cuando comienza el rol del educador, siendo éste flexible y abierto a los cambios, dispuesto a reorientar los contenidos con la finalidad de mostrar su aplicación en cada momento de la vida cotidiana.

En este sentido, Gascón (1994), señala:

La enseñanza de las ciencias debería comenzar desde un modelo epistemológico, ya que éste puede producir cambios en los modelos actuales aplicados por el profesor en su práctica docente profesional. El propósito de estudiar los cambios didácticos empleado por el docente en la búsqueda de una enseñanza efectiva, clara y sencilla en el aprendizaje del estudiante; en estos cambios didácticos se tiene la aplicación de algunos métodos de enseñanza como el constructivismo y el método por descubrimiento. (p. 89)

En consecuencia, todas las corrientes psicológicas, crean sus hipótesis sobre contextos explicativos basados fundamentalmente en una relación entre las influencias del ambiente y los conocimientos innatos. La enseñanza se ha establecido desde distintos enfoques, los modelos por la construcción colaborativa del conocimiento significativo con sentido y relevancia social.

También, la vida en sociedad sería imposible si cada uno de nosotros tuviese que proveer pruebas incontestables de todo lo que afirma y expresarse en ambigüedades al estilo matemático, en este orden, sería un caos el hecho que cada individuo mantuviera su aprehensión personal de la realidad como única y válida verdad. A partir de ahí el interés por el estudio de la autopoiesis en el campo de la enseñanza y sus aplicaciones prácticas en el aprendizaje, la educación y la psicología clínica.

Además, es de gran curiosidad, para los investigadores de esta área del conocimiento, el análisis del proceso del pensamiento, estableciendo orden en la prevención de errores y distorsiones, para otorgar competencias, seguridad y confianza en la argumentación lógica numérica, operacional, procedimental y heurística de los individuos en el proceso de formación.

Por otro lado, la relevancia de la presente investigación es la autopoiesis educacional de la Matemática en el nivel de Educación Media General de la Unidad Educativa “Andrés Bello” del Municipio Los Guayos estado Carabobo, la cual conduce a la implementación de un conjunto de

herramientas y métodos pedagógicos, de acuerdo a la experiencia, medio e interés que puedan tener los estudiantes, contribuyendo a la conformación de un aprendizaje significativo, capaz de producir cambios de conductas cognoscitivas en el medio sociocultural del estudiante; pudiendo consolidarse en un marco de referencia para el desarrollo de programas de formación e integración de dichas disciplinas del conocimiento adaptadas a los momentos actuales.

## **Perspectiva de la investigación**

### **Visión global**

Construir una visión epistémica acerca de los procesos de la matemática desde la perspectiva de la autopoiesis en el nivel de Educación Media General de la Unidad Educativa “Andrés Bello” del Municipio Autónomo Los Guayos Estado Carabobo.

### **Propósitos específicos**

1. Indagar los contenidos de las representaciones espaciales de la matemática enmarcadas en el currículo oficial del Ministerio del poder popular para la Educación.
2. Develar los fundamentos epistemológicos que sustentan los procesos de la autopoiesis espacial de la matemática.

### **Desafío teórico: asientos teóricos**

#### **El conductismo de Bandura**

Bandura (1977), en su teoría se enfoca sobre los métodos experimentales, variables que pueden observarse, medirse y manipularse; rechazando todo aquello subjetivo, interno y no disponible. “El método experimental, el procedimiento estándar es manipular una variable y luego medir sus efectos sobre otra. Es decir, todo esto conlleva a una teoría de la personalidad, señalando que el entorno de uno causa nuestro comportamiento” (p.81).

Por otra parte, el autor consideró que esto era muy poco para el fenómeno observado y por lo tanto decidió añadir un poco más; explicó como el ambiente influye sobre la conducta del individuo y viceversa. Además, empezó a considerar la personalidad como una interacción entre tres “cosas”: el ambiente, el comportamiento y los procesos psicológicos de esa persona. Estos procesos consisten en nuestra habilidad para abrigar imágenes en nuestra mente y en el lenguaje; desde el momento en que introduce la imaginación.

Además, demostró como la mezcla entre la imaginación y el lenguaje le permite teorizar de manera más efectiva con respecto a dos cosas el “núcleo fuerte”: el aprendizaje por la observación (modelado) y la auto-regulación.

### **El constructivismo y aprendizaje significativo Ausubel**

Ausubel (1960) propone en su teoría un tipo de aprendizaje donde el estudiante asocia la información nueva con la que ya posee; reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso; es decir, la estructura de los conocimientos previos condicionan los nuevos conocimientos y experiencias, y estos a su vez, modifican y reestructuran lo anteriormente aprendido.

Así mismo, el nuevo conocimiento modifica la estructura cognoscitiva, potenciando los esquemas cognitivos y haciendo posible la adquisición de nuevos conocimientos.

Por consiguiente, el aprendizaje significativo se caracteriza por la combinación de los conocimientos previos del individuo con los nuevos conocimientos adquiridos, y al relacionarse forman una conexión; así mismo los procesos de reflexión y construcción de ideas permiten contrastar las ideas propias expuestas con las de otros y revisar al mismo tiempo, su coherencia y lógica; cuestionando su adecuación para explicar dicho fenómeno. Estos procesos fomentan el cambio conceptual y permite el desarrollo en el estudiante.

### **Fenomenología de la percepción Ponty (1945)**

El autor define la fenomenología como el estudio de las esencias, y todos los problemas se resuelven en la definición de las esencias; la esencia de la percepción, de la conciencia. La fenomenología es así mismo una filosofía donde se sitúa las esencias dentro de la existencia y no puede comprender al hombre y al mundo más que a su factividad.

Plantea una filosofía trascendental dejando en suspenso, su comprensión, siendo una filosofía para la cual el mundo está ahí y finalmente otorgarle un estatus filosófico. Es el ensayo de una descripción de nuestras experiencias, sin tener en cuenta su génesis psicológica ni las explicaciones causales.

Por otro lado, Husserl (1945) planteaba: “la fenomenología se deja practicar y reconocer como manera o estilo, existe como movimiento, antes de haber llegado a una conciencia filosófica total”. La unidad de la fenomenología y su verdadero sentido la encontraremos dentro de nosotros. Menciona que la reflexión no se retira del mundo hacia la unidad de la conciencia como fundamento del mundo, toma su distancia ver surgir las transcendencias, por lo tanto quita los hilos que nos vinculan al mundo poniéndolo de manifiesto, solo ello es conciencia del mundo porque lo revela como extraño y paradójico.

En cuanto a lo trascendental, se plantea: para ver el mundo y captarlo, hay que romper con nuestras familiaridades; y esta ruptura no puede enseñarnos nada más el surgir inmotivado del mundo. Toda reducción, dice Husserl, es trascendental necesariamente eidética. Esto quiere decir, no se puede someter a la mirada filosófica, nuestra percepción del mundo, sin dejar de formar una sola cosa con esta tesis del mundo. La reducción eidética es la resolución consistente en hacer aparecer al mundo tal como es anteriormente a todo retorno sobre nosotros mismos, es la ambición de igual reflexión a la vida irrefleja de la conciencia a punto de un mundo y lo

percibido. En conclusión, se puede agregar, la fenomenología en la investigación nos favorece en cuanto a la manera de abordar las experiencias o vivencias; y tiene como meta la descripción de las otras corrientes, las vivencias originadas en la conciencia. Con el fin de conocer las dificultades implícitas en esta disciplina y sugiere la observación no hacia el mundo externo sino hacia la esfera subjetiva.

### **Teoría de la Autopoiésis y organización de los seres vivos**

La definición de autopoiésis propuesta en la década de los 70 por los biólogos chilenos Humberto Maturana y Francisco Varela fue cambiando a lo largo de los años. Una de las primeras se refiere a “máquinas” (más tarde escribirán “sistemas”) y manifiesta:

Una máquina autopoiética es una máquina organizada como un sistema de procesos de producción de componentes concatenados de tal manera que producen componentes que generan los procesos (relaciones) de producción que los producen a través de sus continuas interacciones y transformaciones, y constituyen a la máquina como una unidad en el espacio físico. (Maturana y Varela, 1994, p.74)

El enfoque autopoiético entiende la vida de manera muy distinta a la teoría de la evolución o de la biología molecular. El elemento principal de la teoría es la organización dinámica de los materiales que constituye un ser vivo individual y no la capacidad de reproducción o de evolución. Desde esta perspectiva todos los componentes del sistema tienen el mismo estatus para explicar la dinámica autorreferencial, por la que, producen una unidad, y critican la genética de su tiempo donde algunos componentes, entre ellos los ácidos nucleicos, son portadoras de información como instrucciones.

En este sentido, Maturana (1970) en un análisis reflexivo con el Dr. Guillermo Contreras microbiólogo definían y constituían a los seres vivos como autónomos, los cuales resultaban auto referidos en su operar, los cuales eran unidades discreta existentes como tales y en la continua

realización y conservación de la circularidad productiva de todos sus componentes, de tal modo que, lo ocurrido en ellos, ocurría en la realización y conservación de esa dinámica productiva la cual se caracterizaba y definía en su autonomía.

En conclusión, no es el flujo de la materia o el flujo de la energía como flujo de materia y energía; en ningún componente particular con propiedades especiales, lo que define al ser vivo como tal. En este orden de ideas, un ser vivo ocurre y consiste en la dinámica y realización de una red de transformaciones y de producciones moleculares, de tal manera que todas las moléculas producidas y transformadas en el operar de esa red.

Esta red de producciones de componentes, resulta cerrada sobre sí misma, ya que los componentes producidos se caracterizan por generar las mismas dinámicas de producciones que las ocasionó, y al determinar su extensión como un ente (es o existe) contenido a través de un flujo continuo de elementos que hacen y dejan de ser componentes. Los cuales según participan o dejan de participar en esa red, a todos estos procesos se le denomina autopoiesis.

Esta teoría plantea: el ser vivo es como un ente sistemático aun cuando su realización sea de carácter molecular. Esta teoría establece que ninguna molécula, o clase de molécula, determina por sí sola ningún aspecto o rasgos del operar del ser vivo, pues todas las características del ser vivo se dan en su dinámica de la autopoiesis.

Por otro lado, Maturana y Varela (1994) señalaron que la autonomía de un ser vivo de una organización circular de transformaciones y producciones moleculares, indica que el ser vive y existe como ente molecular solo si éste permanece en la conservación de tal organización.

En otras palabras, y en aporte a la investigación la autopoiesis es una propiedad básica en los seres vivos, ya que están determinados por sus estructuras, es decir cuando un factor externo influye sobre ellos. Así mismo, los efectos dependen de ellos mismos, de su estructura en ese

instante, son sistemas cerrados en su dinámica de constitución como sistemas en continua producción de sí mismos; es decir, son capaces de conservar una consistencia estructural absorbiendo la energía de su medio; teniendo la capacidad de conservar la unión de sus partes al interactuar con ellas. Designa la manera en que los sistemas mantienen su identidad gracias a los procesos internos en auto-reproducir sus propios componentes.

### **Teoría de la autopoiesis de los sistemas sociales**

Luhmann (1982), sostiene, en la realización de la conectividad de sus operaciones y esta es compatible con las estructuras que se mantienen conservando la autopoiesis o deben cambiar en pro de su conservación. Es el observador quien extiende una función adaptativa a las estructuras, para la autopoiesis misma eso no constituye tema alguno, pues esta ocurre o no ocurre.

Los seres vivos están determinados por estructuras, y como tales, todo lo que nos ocurre surge en nosotros un cambio estructural. La ciencia opera solo con sistemas determinados en la estructura y en la vida cotidiana, tratamos a cualquier situación que nos parece violar el determinismo estructural como expresión de un error. La noción de determinismo estructural surge en un acto de síntesis poética, una abstracción de los métodos de la experiencia del observador y la cual tiene validez en cada caso solo en el dominio de las regularidades en el que surge.

Por esto, los diferentes dominios de coherencias experienciales que el observador vive, constituyen diferentes dominios del determinismo estructural, cada uno definido por las coherencias experienciales propias que la definen. En el determinismo se habla de un sistema, el cual está determinado en su estructura por el pre determinismo y predictibilidad. Es un intento de tratar una situación cualquiera como un sistema determinado en su estructura para luego

computar sus cambios estructurales, de este modo el observador sugiere su conocimiento o ignorancia de la estructura del sistema al que caracterizan de esa manera.

Todo entendimiento científico se funda en reconocer implícitamente o explícitamente, que cuando explicamos sólo tratamos con sistemas determinados en una estructura cualquiera, de tal modo, si no se cumple el determinismo estructural, pensamos en un posible error o en un conocimiento insuficiente.

Por otro lado, no siempre podemos conocer la estructura de un sistema en el momento que queremos computar sus cambios estructurales, ya sea porque no tenemos acceso a ella, o en el intento de conocerla la destruimos, o simplemente la dinámica estructural cambia recursivamente con sus cambios de estados, y de la que buscamos regularidades en sus respuestas al interactuar con él; nos encontramos con cambios en su estructura y responde de manera diferente. La noción de determinismo, pues su devenir en el ámbito de interacciones existe, es y sólo puede ser una epigénesis al surgir de esas interacciones.

En consecuencia, el autor determina en un sentido estricto, no existe determinismo genético, y no se puede decir que tenga sentido en el operar de los organismos, el fenotipo es lo que se expresa del genotipo; y surge de la epigénesis.

Por tal razón, la herencia como fenómeno de conversación reproductiva de un modo de vida o fenotipo ontogénico, es un fenómeno sistémico y no molecular.

Por consiguiente, la teoría planteada por el autor tiene como fundamento buscar aspectos equivalentes funcionales a la integración para dar solución a un problema que afecta la autorganización y la autoproducción de las sociedades en riesgo. Al introducir esta teoría autopoietica la cual está constituida en torno a las diferencias entre los sistemas y el medio.

## **Sistemas autorreferenciales autopoieticos**

Luhmann, (1982) amplía la idea de la autopoiesis a las ciencias sociales, la cual utiliza a modo de idea central de la teoría desarrollada sobre la sociedad y los sistemas sociales. Los mismos son considerados por el autor como sistemas autorreferenciales Autopoieticos, ya que están caracterizados principalmente por elementos producidos por los mismos sistemas, de los cuales estos elementos serian parte de sus componentes.

Esta idea fue planteada por Luhmann 1982 en un ensayo realizado por el mismo autor titulado autopoiesis, acción y entendimiento comunicativo, para posteriormente desarrollar y fundamentar su obra principal sistemas sociales. La teoría sociológica de los sistemas autorreferenciales Autopoieticos se fundamenta en construir esta teoría en tres sistemas: vivos orgánicos, psíquicos y sociales. Luhmann critica el concepto de acción social de Parsons, la falta de radicalidad en el uso del método funcional, formulando un cambio en el concepto de función en sentido lógico-matemático del término, es decir, como un esquema lógico-regulador, permitiendo comparar sucesos entre sí, equivalentes y funcionales. Del mismo modo, considera que el análisis funcional debe despojarse de toda referencia ontológica y de toda causalidad, por ser ésta, un caso de análisis funcional y el no funcionalismo un caso particular de la causalidad.

Por otro lado, el autor supone que la función antecede a la estructura y puede ser cumplida por diferentes equivalentes funcionales. De esta forma, sustituye las categorías tradicionales de la teoría de la acción social por categorías sistémicas, basada en el dinamismo de la función, esto implica un mundo de posibilidades, de diferentes alternativas, de problemas, es decir, un mundo dominado por la complejidad. La complejidad no es una propiedad, sino un concepto multidimensional que implica un conjunto de relaciones posibles, dinamismo irreversible, diferentes posibilidades. Supone una forma particular de racionalidad fundada precisamente en la

diferencia, pero de manera autorreferente, se presenta “*cuando se refleja en la unidad de la diferencia*” (Luhmann, 1982, p. 420).

Así mismo, Luhmann utiliza la autorreferencia desde su punto de vista teórico e instrumento conceptual, considerándola una forma particular de relación, esto tiene que ver con la circularidad de su pensamiento. No obstante, introduce el concepto de diferencia en la noción misma de autorreferencia, designando como autorreferente a toda operación que se refiere a otra cosa y mediante ella, a sí misma pero de manera asimétrica. Dicha simetría nos muestra la diferencia y la característica de un componente clave en la definición de autorreferencia.

En conclusión, se puede decir, la autorreferencia es una unidad reforzada por la referencia a sí misma y al mismo tiempo se identifica de modo diferente a las demás. Esta involucra un doble juego de identidad y diferencia. Como lo señala el mismo Luhmann “*la autorreferencia del concepto de diferencia constituye la unidad de la diferencia*” (Luhmann, 1982, p.419).

Por otro lado, Luhmann 1982, en la construcción de su propia teoría, incorpora la idea de la autopoiesis, desarrollada por Maturana y Varela. Entre la idea de la autorreferencia y la autopoiesis, se establece una relación muy estrecha, ya que la primera es un tejido de la segunda. De hecho, “el empleo del concepto de autopoiesis tiene para Luhmann, el valor de un nuevo paradigma epistémico, un verdadero camino de nuevo pensamiento” (Izuzquiza, 2008, p.110).

Con esta nueva incorporación, Luhmann desarrolla su propia teoría de la sociedad y de los sistemas sociales como sistemas autorreferenciales autopoieticos. El autor sostiene que “un sistema autopoietico puede representarse como algo autónomo”, sobre la base de una organización cerrada de reproducción autorreferencial (Luhmann, 1982, p.105).

De esta manera, los sistemas autorreferenciales autopoieticos, el sistema produce sus propias unidades o elementos componentes y su propia estructura. En los sistemas autopoieticos,

hay una clausura circular interna, como condición imprescindible para la continuidad autoreproductiva del sistema. La clausura permite la autoproducción de los elementos y de la estructura y a su vez de manera autorreferencial, permite la autorreproducción del sistema.

Asimismo, en relación con estas ideas, los sistemas autorreferenciales autopoieticos no son teleológicos, pues no tienen finalidad ni casualidad, lo único que afecta a estos sistemas es la decisión de no continuar con la autorreproducción del sistema. Luhmann asegura: estos sistemas desarrollan tres operaciones autopoieticas fundamentales: la vida, la conciencia y la comunicación. Para Luhmann, los seres humanos son parte del entorno de la sociedad misma en tanto que la expresión seres humanos incluye los sistemas psíquicos y los sistemas orgánicos de los hombres.

La interpretación no es una relación entre sistemas y entorno, sino entre sistemas que pertenecen mutuamente uno al entorno del otro. Por otro lado, hay penetración cuando un sistema pone a disposición su propia complejidad para la construcción de otro sistema, cuando cada sistema posibilita la constitución del otro de manera recíproca (Luhmann, 1982, p.202). Esto puede darse sólo en los sistemas autopoieticos y particularmente entre los sistemas orgánicos, psíquicos y sociales, donde se pone la complejidad a disposición, es la vida y la conciencia, es la condición previa para la comunicación, en tanto los sistemas sociales pueden autorreproducirse sólo si se garantiza la auto reproducción de los sistemas orgánicos y psíquicos.

### **El génesis de la autopoiesis en la enseñanza**

La autopoiesis es una característica de los sistemas vivos, más sin embargo en la autopoiesis de segundo y tercer orden se caracterizan por las relaciones de sus componentes y no

por estar compuestos por sus elementos. En este sentido, los sistemas son autopoieticos solo en la medida en que su fenomenología dependa de ciertos componentes.

Por su parte, Niklas Luhmann y Maturana han logrado concebir los sistemas sociales como sistemas autopoieticos; es decir a seres humanos y no a las comunicaciones, estas son los componentes propuestos en su teoría. Así pues, si rescatamos el objetivo original, de máquinas y seres vivos, nos encontramos con la afirmación de enorme relevancia epistemológica: “Nuestro enfoque es mecanicista”... Nuestro problema es la organización de lo vivo... “Lo que nos interesa no son las propiedades de sus componentes sino los procesos, y sus relaciones, realizado por medio de los componentes”. (Luhmann y Maturana, 1980, p. 19)

En este orden, se puede definir que un individuo en términos de sistema cognoscitivo debe coexistir en él tres conceptos fundamentales: cuerpo, emoción y lenguaje relacionado con un acoplamiento recursivo dinámico, el cual es la estructura básica de ese sistema. Sin embargo, el cuerpo es la entidad biológica que posibilita la emergencia del lenguaje; determinando la manera en que percibimos y nos caracterizamos como observadores de una realidad accediendo de forma objetiva en términos tradicionales; constituyendo así la objetividad, donde el observador reconstruye su experiencia en el lenguaje.

Se puede decir, la corporalidad determina el ser; así pues el reconocimiento del ser humano como ser determinado por su cuerpo, está en relación directa con la elección de la objetividad, hacia un camino explicativo de la experiencia.

Así mismo, el lenguaje es un fenómeno biológico, ya que la comunicación es un fenómeno biológico y la comunicación entre individuos es posible por la naturaleza de sus sistemas nerviosos; la razón es el producto de la coherencia operacional humana en el lenguaje, la presencia del lenguaje determina las conductas racionales.

Además, el fenómeno de la percepción en la enseñanza de los contenidos matemáticos debemos incorporar el concepto de emoción. Por consiguiente, siempre percibimos y conocemos a través de la emoción. Teniendo en cuenta el acoplamiento recursivo dinámico se da lugar a los tres componentes básicos de la estructura del sistema, la cognición puede aparecer como el fenómeno que evidencia éste acoplamiento entre cuerpo, lenguaje y emoción.

En síntesis, se tienen tres elementos conformando la autopoiesis de un sistema cognoscitivo individual (cuerpo emoción y lenguaje). Por lo tanto, desde el enfoque epistemológico unitario y discreto de Maturana, un sistema de interacción mínimo supone dos individuos con estas características en su relación cognoscente con su entorno.

Ahora, se podría caracterizar la interacción social según el autor sería el lenguajear, el cual se define con el fluir en coordinaciones conductuales consensuales, es decir, aquellas interacciones sociales que son fundadas en la emoción de la aceptación mutua (o amor).

También, hay interacción social cuando, operando como seres discretos, y seres biológicos, compartimos un lenguaje cuyas propiedades en un dominio de realidad especificado hacen posible coordinar conductas en función de objetivos recíprocos.

No obstante, el lenguaje es sinónimo de reglas de operación en un espacio de propiedades permitiendo esas reglas, que implica, coherencia operativa (cuestión destacada por el autor con gran interés siendo en términos lógicos una máxima trivialidad). Otro aspecto importante, es el de los dominios, pues nos permite visualizar las incidencias de la autopoiesis en la reflexión del autor.

En este sentido, las diferencia respecto a los múltiples dominios que podemos distinguir en tanto observadores, la legitimidad, coherencia y validez de estos. Maturana (1970) sostiene, esta triada le permite articular su propuesta la cual está compuesta por el dominio de la realidad,

dominio de explicación y dominio cognoscitivo. Así pues, el dominio de la realidad es la idea de la existencia de dominios de la realidad legítimos como dominios de explicaciones que un observador puede traer a mano a través de las coherencias operacionales de su praxis del vivir.

En conclusión, el dominio de explicación se define como el criterio de validación usado por un observador para aceptar una reformulación de la praxis del vivir. También, es un dominio particular de coherencias operacionales, esto es, un dominio racional; son dominios consensuales en la praxis del observador; más allá de las diferencias e intersecciones entre dominios, lo que nos interesa es el dominio de coordinación de acciones consensuales.

En este orden, el dominio, el cognitivo, es el punto de “conexión”, entre los dominios donde actúan los individuos, constituyendo: “dominios isomórficos de existencia”, esto es, redes de conversaciones bajo ciertas emociones.

Finalmente, Maturana (1970), los seres humanos deben ponerse de acuerdo en el lenguaje para poder saber desde que dominio cognitivo están hablando y actuando coordinadamente de acuerdo a determinada coherencia operacional: “solo podemos conocer lo que podemos conocer”. (p. 18).

Así mismo, Maturana y Varela (1994) plantean: “los seres vivos son sistemas en los que la estructura está continuamente cambiando, pero cuya organización se conserva”. (p.29). Esto quiere decir, mientras los componentes de un sistema se modifican constantemente, el sistema continuo existiendo como tal. Seguidamente, esto ocurre en el modo particular de organización al que Maturana y Varela (1994), llaman autopoiesis.

En este orden, los componentes de los sistemas autopoieticos están relacionados en una red de interacciones y es a través de estas interacciones es como los componentes se producen a sí mismos. Así mismo, “lo que es particular en ellos (los seres vivos), es que su organización es

tal que su único producto es sí mismo, donde no hay separación entre productor y producto”. (Maturana y Varela, 1994, p.29).

Así pues, a pesar de producirse a sí mismos a cada instante, los seres vivos se encuentran abiertos a las interacciones con el contexto circundante., estas interacciones provocan perturbaciones en el organismo, cambios estructurales los cuales son incorporados en un proceso continuo de reorganización. Por lo tanto, las interacciones con el entorno provocan ciertas respuestas, pero no las determinan.

### **La matemática desde la perspectiva de la autopoiesis educacional**

Desde esta perspectiva, un estudiante de matemática es un sistema que se organiza internamente a sí mismo (o a sí misma) en cada instante, cuando un estímulo llega hacia él o ella, a través de la percepción ese símbolo matemático, es incorporado en la estructura del (de la) estudiante, esto es, en su ser.

En otras palabras, no podemos hablar que el (la) estudiante elabora una representación interna de algo externo, ya que en todo momento estará trabajando como elementos propios. Así mismo, los elementos internos con los cuales trabajamos (pensamiento, imágenes), no representan objetos externos, es decir, no tienen una correspondencia con algún objeto perteneciente al mundo exterior.

Además, para los estudiantes los estímulos adquieren sus características y se conforman en la medida como son percibidos e interpretados en el proceso de modificación en las estructuras.

No obstante, debido a que los seres vivos se crean a sí mismos a cada instante, viven todo en referencia a ellos mismos, a través de sus estructuras (Maturana 2002, pp., 5-6). Sin embargo, esto significa que al final, “las estructuras determinan lo que sucede en un organismo en un

momento determinado” (p.6). Asimismo, las estructuras limitan las acciones que un sistema puede llevar a cabo en un instante, por lo tanto los autores Maturana y Varela caracterizan a los “seres vivos como sistemas determinados estructuralmente” (p.5).

Así pues, podemos decir, que los seres vivos están determinados estructuralmente, esta estructura es altamente flexible porque se encuentra cambiando a cada instante. Aun cuando el medio ambiente no especifique o determine una reacción en particular debido a todos los estímulos se viven a través de sus estructuras, si desempeña un papel importante al provocar cambios ocurridos en dichas estructuras.

También, las respuestas están determinadas por la estructura individual; y la estructura individual es a su vez un producto de los cambios ocurridos a raíz de esas interacciones pasadas, tanto internas como externas (medio ambiente).

No obstante, las estructuras del o de la estudiante de matemática cambiará constantemente, pero su organización, es decir, aquello que él o la estudiante hace no cambiará. Es decir, los estudiantes modifican sus estructuras (pensamientos, imágenes, emociones y cualquier otra característica particular del individuo), en relación a los estímulos recibidos y a las modificaciones que estos desencadenan, las cuales serán permitidas en los estudiantes en un ambiente determinado.

Esto quiere decir, al ser un organismo autopoietico, un o una estudiante en el proceso de enseñanza de las matemáticas interactúan con el medio de tal manera que los cambios resultantes le permitan continuar con la clase de matemáticas (conservación y organización).

Así pues, el cambio de estructura bajo la misma organización resulta en la adaptación al medio, es decir, en continuar siendo el estudiante en la clase de matemáticas. Ahora, si en el proceso del vivir en un determinado ambiente, se crea una historia de interacciones recurrentes

entre dos o más sistemas, entonces ambos sistemas atravesaran cambios estructurales motivado por dichas interacciones. Existirá lo que Maturana y Varela (1984) llaman acoplamiento estructural definido como “cuando hay una historia de interacciones recurrentes dando lugar a la congruencia estructural entre dos o más sistemas” (p. 75).

En otras palabras, los seres vivos interactúan con el medio ambiente (incluyendo otros seres vivos) y cuando hay una interacción recurrente entre estos dos sistemas, ambos cambian de manera congruente o similar. En este caso, los sistemas pueden ser un solo organismo, o puede ser un conjunto de individuos (el mismo estudiante interactuando con el grupo completo de estudiantes y el docente como un todo).

## **Resultados y discusión**

A continuación se muestran los resultados de la investigación, luego de ser recolectados a un proceso de análisis como resultado de las observaciones que sirvieron para forjar un constructo teórico de la Autopoiésis en la enseñanza de la matemática en la Unidad Educativa “Andrés Bello” en el nivel de Educación Media. Las entrevistas se efectuaron a cada uno de los informantes para obtener información respecto a la autopoiésis en los procesos y cambios de las estructuras individuales en los contenidos matemáticos por parte de los estudiantes desde el punto de vista, tanto en el campo ontológico y axiológico para tener una mejor comprensión y convivencia entre los actores y participantes.

Por otro lado, se presenta la descripción del contexto donde se obtuvieron los resultados, la Unidad Educativa “Andrés Bello”, para ser posteriormente analizados, todos los datos obtenidos de los informantes, los cuales estuvieron conformadas por 15 estudiantes de la institución antes mencionada.

Tabla Nro 1. ¿Cuáles son las características de las formas tridimensionales?

Informantes	Respuestas	Resumen
E1	No respondió	<p>Las características de las formas tridimensionales es la que cuentan con tres dimensiones, área es el espacio que ocupa, altura es la medida que tiene la figura en cuanto al tamaño, volumen es la cantidad de masa que ocupa u obtiene una figura geométrica pueden ser representadas tridimensionalmente o en algún plano.</p> <p>Por otro lado, se podría decir que es un coordinado llamado alfa, y y z y están en el espacio y tiene volumen, siendo sus características ancho, largo y profundidad, sin embargo, también plantean: son las figuras que tienen tres lados y el resto no lo recuerdan.</p> <p>En el plano cartesiano posee tres dimensiones coordenadas y el origen son figuras en 3 D y dan la impresión de ser una figura de dos figuras.</p>
E2	<p>Las características de las figuras tridimensionales, cuentan con tres dimensiones. Área: es el espacio que ocupa. Altura: es la medida la cual tiene la figura en cuanto a tamaño. Volumen: es la cantidad de masa que ocupa u obtiene una figura geométrica.</p> <p>Todas las figuras geométricas pueden ser representadas tridimensionalmente sea en físico o en algún plano. Como lo exprese anteriormente las figuras geométricas u otros objetos sean de tres dimensiones son muy utilizados en química en el momento de calcular el volumen</p>	
E3	Que es un coordinado $\alpha$ , y, z, está en el espacio y tiene volumen.	
E4	Las características son largas, anchas y profundas.	
E5	La figura tiene tres lados, lo demás realmente no lo recuerdo.	
E6	Lo largo, ancho y la lejanía.	
E7	Las características son ancho, largo y lejanía.	
E9	Bueno tiene lo ancho, largo y la profundidad.	
E10	Sinceramente no recuerdo....	
E11	No se tampoco me acuerdo.	
E12	Sinceramente no me acuerdo de eso...!	
E13	No respondió la pregunta	
E14	Que son en 3 D, y es una figura, da la impresión de ser una figura o dos figuras	
E15	No me acuerdo pero tiene relación ver con la X,Y	

Fuente: Álvarez (2019).

Los estudiantes expresan, las características de las formas tridimensionales, son las que tienen tres dimensiones las cuales son área, altura y volumen, representadas tridimensionalmente o en algún plano y plantean que es un plano coordinado llamado  $\alpha$ , y, z y se encuentran en el espacio. Del resto expresan no acordarse del contenido ni de las características. También se evidencia que se equivocan y consideran figuras como sinónimo de formas o cuerpos geométricos. En este último, podría observarse al estudiante responder congruentemente a las preguntas y observaciones del profesor y de sus compañeros. Así pues, un observador externo podría decir que la persona está actuando de manera coherente con su entorno, como si él o ella percibieran determinadas características del mundo externo y respondiera a ellas. Esto quiere

decir, que el individuo en esta oportunidad el estudiante, ha estado interactuando con el medio por un cierto periodo y su actuación es de acuerdo a su estructura, la cual ha estado cambiando junto con la estructura del medio (estudiante- profesor).

En conclusión, el estudiante de matemática interactúa de manera recurrente con su profesor o profesora, con el resto de los estudiantes en el aula de clases, juntos crean una historia de interacciones; y es a través de esta historia que las estructuras de todos los participantes en el aula, cambian de manera congruente, creando forma de comunicación y de trabajo en conjunto. En caso contrario, un estudiante (o profesor) puede, en caso extremo, dejar esta interacción congruentemente, por lo tanto dejara de pertenecer a la organización de la cual forma parte, esto puede ocurrir cuando los cambios estructurales no dan lugar a la adaptación del medio.

### **Aproximaciones conclusivas y recomendaciones**

En esta área del currículo, en la descripción de cada organizador que tiene como propósito estudiar los fenómenos abstractos y geométricos con la finalidad de comprender e interpretar la realidad que corresponde a la elaboración del mundo en el que vivimos y para la formación de los estudiantes. Así pues, esto implica una construcción sobre las acciones, su implementación y valoración.

Al mismo tiempo nos devela, que es importante conocer herramientas para una mejor comprensión a través de las matemáticas que actualmente son de gran importancia en las diferentes áreas del conocimiento. Así pues, por el contrario el docente en la realidad educativa aplica las técnicas y procedimientos matemáticos, mas no relaciona estos contenidos con la vida cotidiana ni su utilidad en su día a día, haciendo la asignatura poco significativa y aburrida produciendo desinterés por su aprendizaje por parte de los estudiantes. Por otro lado, el conductismo de Watson y Bandura, en sus teorías recomiendan aplicar en primer lugar un

principio para explicar el origen de las respuestas complejas y minimizar el estudio introspectivo de los procesos mentales, las emociones, los sentimientos, sustituyéndolo con los comportamientos de los individuos en relación con su entorno. En este orden, existen otras situaciones contextuales en las que el estudiante guía su comportamiento en base a evitar castigos y conseguir los premios sin importar los métodos que emplea.

Actualmente, en el proceso de enseñanza y aprendizaje el conductismo es muy utilizado, en donde los factores ambientales son considerados importantes, siendo estas las que reciben mayor énfasis; mas sin embargo para aplicar esta teoría se debe evaluar al estudiante para poder determinar en qué punto comenzar la instrucción, así como para determinar los refuerzos afectivos para un estudiante en particular. Por consiguiente, en oportunidades se les dificulta al docente sobre todo en ocasiones donde se presenta un elevado índice en la matrícula escolar por aula. Puesto que, el docente debe ser muy observador y meticuloso respecto a los estudiantes que desee aplicar esta teoría, lo cual se hace casi imposible dentro del aula.

Por otra parte, sugiere relacionar los vínculos entre el saber y el trabajo, entre lo abstracto y lo complejo, lo que permitirá transcender el aprendizaje mecanizado de estudios, de la multiplicación sin saber que es multiplicar. Así pues, los docentes propiciarán un espacio donde los estudiantes se familiaricen con los números, jueguen con ellos.

No obstante, con la aplicación de actividades didácticas las clases en la asignatura serían más dinámicas, significativas y amenas para el educando; sin embargo, en estas actividades cognoscitivas influyen aspectos como el tiempo que es muy poco para sus desarrollo, ya que en las instituciones educativas se elabora la planificación y el horario escolar es muy corto; además que la matrícula escolar es muy extensa y perjudica al docente obstaculizando al docente para que tenga la iniciativa de realizar juegos didácticos en los contenidos matemáticos.

## Referencias

- Ausubel, D.P. (1960). *The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material*. Journal of Educational Psychology, pp. 51, 267-272.
- Bandura, A. (1977). *Auto-Eficacia: cómo afrontamos los cambios de la sociedad actual*. Bilbao: Editorial Desclée de Brouwer.
- Gascón, J. (1994). *Los modelos epistemológicos de referencia como instrumento de emancipación de la didáctica*. México. Grupo Santillana.
- Husserl, E. (1945). *Ideas relativas a una fenomenología pura y una filosofía fenomenológica*. México: Libro primero (traducción de José Gaos).
- Izuzquiza, I. (2008). *Filosofía del Presente, una teoría de nuestro tiempo*. Madrid, España: Alianza.
- Luhmann, N. (1982). *Los medios generalizados y el problema de la doble contingencia*. En teoría de los sistemas sociales (Artículo). Pp. 9-73. México D.F: Universidad Iberoamericana.
- Maturana, H. (1970). *The biology of cognition*. In H. Maturana & F. Varela (Eds., 1980), *Autopoiesis and cognition: The realization of the living* (pp. 5–58).
- Maturana, H. y Varela, F. (1994). *De máquinas y seres vivos: autopoiesis, la organización de lo vivo*. Buenos Aires: editorial universitaria Lumen.
- Ponty, M. (1945). *Fenomenología de la Percepción*. Barcelona: Planeta Agostri.

**Glendys Yusmerys Álvarez Narváez:**

---

*Licenciada en Educación Matemática, Magister en Educación Matemática en la Universidad de Carabobo, Categoría: Docente IV de Aula de la U.E Andrés Bello, Valencia, Estado Carabobo, Venezuela.*