



Colección Académica de
Ciencias Sociales

LAS MATEMÁTICAS Y SU PAPEL DINAMIZADOR EN LA ESCUELA BAJO PRECEPTOS DE LA TEORÍA DEL CAOS Y EL PARADIGMA CUÁNTICO: CAOS, INCERTIDUMBRE Y COMPLEJIDAD.

Resumen:

Este trabajo busca reflexionar sobre una visión de la Escuela y de la educación en distintos lugares del saber, en este caso de las Matemáticas, a la luz de un nuevo paradigma, distinto al actual de corte mecanicista y reduccionista que ha gobernado los saberes y ha segmentado el conocimiento en los últimos tres siglos. Se pretende aquí encontrar la posibilidad de un acercamiento de los preceptos de la Teoría Cuántica, la Teoría del Caos, el fenómeno de la Complejidad y el Principio de Incertidumbre, a los distintos lugares del saber y a la Escuela como agente de transformación, a partir de las Matemáticas como argamasa que pretende acercar conceptualizaciones propias de su dominio y el de las Ciencias Naturales, al dominio de las Ciencias Sociales y Humanas.

Palabras Clave:

Incertidumbre, complejidad, caos, estructuras disipativas, vórtices, atractores, atractores extraños, turbulencias, paradigma, mecanicismo, reduccionismo, cuántica, holismo, aprendizaje.

Abstract:

This paper reflects on a vision of the school and education in different parts of knowledge, in this case of mathematics, in the light of a new paradigm, different from the current mechanistic and reductionist court has ruled knowledge and has segmented knowledge in the last three centuries. It is intended here to find the possibility of a rapprochement between the precepts of quantum theory, chaos theory, the phenomenon of Complexity and Uncertainty Principle, to various places of knowledge and the school as an agent of transformation, from Mathematics as mortar that aims to bring your own domain and Natural Science, the domain of Social and Human Sciences conceptualizations.

Keywords:

Uncertainty, complexity, chaos, dissipative structures, vortices, attractors, strange attractors, turbulence, paradigm, mechanism, reductionism, quantum holism, learning.

Adrián Arboleda

Magister en Enseñanza de
Matemáticas; Programa de
Ingeniería; Universidad Pontificia
Bolivariana; Sede Palmira; Colombia.
Correo
electrónico: adrian.arboleda@upb.edu.co



Colección Académica de
Ciencias Sociales



Introducción

La visión tradicional newtoniana-cartesiana del Universo y de la realidad misma por parte del ser humano, desde su necesidad de interpretar las fenomenologías y hasta sus emergencias, han traído consigo un alejamiento sustancial de las características complejas, inciertas y caóticas, no sólo del Universo como tal, sino también del ser humano como ente individual, social, biológico, etc., incluidas las distintas áreas del conocimiento, entre ellas las Matemáticas y su papel dinamizador en la Escuela.

Visiones emergentes, nacidas en el seno de conceptualizaciones de un área tan importante en el desarrollo humano como las Matemáticas, han empezado a aportar en el último siglo una gama de posibilidades para poder impulsar un cambio sustancial en los modelos que rigen el mundo, no sólo desde la Ciencias Naturales y exactas, sino también desde las Ciencias Sociales y la Escuela, como agente social de transformación. Tal es el caso de la Teoría del Caos, asociada directamente a conceptos como el principio de Incertidumbre, y a fenómenos como el de Complejidad, buscando dinamizar una visión del Universo y del ser humano más cercana a su realidad holística, alejada de las viejas posturas mecanicistas y reduccionistas de éticas y lógicas cerradas y estrictamente binarias, buscando un acercamiento a lenguajes incluyentes para todos los lugares del saber y de una visión de género, a la vez incluyente.

La Matemática y la Educación Matemática en la Escuela, bajo la nueva perspectiva del Caos, la Incertidumbre y la Complejidad, tienen la misión obligada de generar otra visión, bajo el marco de

un nuevo paradigma, lejos de estas viejas cosmointerpretaciones del Universo y del ser humano como máquina compuesta de partes. Los avances en la Mecánica Cuántica, hacen posible la reflexión de formar sujetos bajo la condición de seres caóticos, indeterminados y complejos, con lógicas más abiertas que las mismas lógicas binarias, y con lenguajes más incluyentes; y a la Escuela, como un lugar de transformación, político y liberador que genere visiones realmente planetarias bajo nuevos conceptos de progreso, método y desarrollo.

Del paradigma clásico al paradigma cuántico

Un cambio de paradigma se produce generalmente cuando existen rupturas conceptuales profundas en dogmas y reglas que rigen, no sólo las Ciencias Naturales, sino también la Filosofía, las Ciencias de la Educación, la Cosmología, la Psicología, la Economía y demás ramas del conocimiento.

La Mecánica Clásica, rama de la física que nació bajo el concepto fundamental de fuerza originado en el pensamiento y experimentación de Isaac Newton y amparada en el racionalismo y reduccionismo de René Descartes, dominó las Ciencias Naturales y el pensamiento filosófico global durante más de trescientos años. Ideas aceptadas como irrefutables, tales como la masa, la distancia y el tiempo como ideas absolutas, al igual que la relación obligatoria de causa-efecto entre los distintos fenómenos naturales, empezaron a mostrar su fractura con la aparición de ideas revolucionarias que se dieron a la tarea de suplir los vacíos y anomalías persistentes que abandonó la Física Newtoniana.

Con la formulación de la Teoría Especial de la Relatividad y su posterior Teoría General, Albert



Colección Académica de
Ciencias Sociales



Einstein rompió con los conceptos absolutos de espacio, masa y tiempo, los cuales serían ya ideas relativas que dependían de la velocidad y del sistema de referencia, reformulando también el concepto de energía, ligado directamente al de masa, relación mostrada en la más famosa de las ecuaciones de la física, y la inclusión de la dimensión temporal junto a las dimensiones espaciales conocidas, introduciendo por primera vez la idea de espacio-tiempo, como un entramado inseparable y relativo.

Dado que las dos teorías anteriores explicaban y solucionaban sólo algunos de los fenómenos físicos, dejando por fuera anomalías presentes en la física de la época, tales como la catástrofe del ultravioleta y la radiación del cuerpo negro, nacieron las primeras formulaciones de la teoría que ha dominado este campo en los últimos cien años: la Teoría Cuántica. Dado que la Mecánica Clásica y la Mecánica Relativista eran insuficientes para ahondar en las leyes del mundo atómico y sub atómico, nació el concepto de quantum o paquete de energía, a través del cual Max Planck explicaba los saltos discontinuos en las emisiones de energía electromagnética, apoyado en las teorías de James Clerk Maxwell sobre los mismos fenómenos y el estudio del efecto fotoeléctrico por parte de Albert Einstein, en donde se comprobó que la luz transportaba energía eléctrica. El quantum presentaba a la vez propiedades de partícula y de onda; es decir, era simultáneamente materia y energía y se comportaba de una de las dos maneras según la situación. Ello explicó fenómenos lumínicos, tales como la reflexión, la refracción, la polarización, la interferencia y la difracción, dando punto final a la disputa que por décadas hubo entre la teoría corpuscular de Newton y la teoría ondulatoria de Huygens sobre la

naturaleza de la luz.

La Teoría Cuántica basó todos sus postulados posteriores a partir de una idea elegante y contundente: el Principio de Incertidumbre. Werner Heisenberg enunció que es imposible medir simultáneamente dos variables de un mismo fenómeno, dado que toda observación necesita mínimo de un fotón (nombre dado por Einstein al quantum de luz) para poder ser registrada por el observador y que mientras mayor sea la certidumbre sobre el valor de una variable, mayor será la incertidumbre arrojada sobre la otra.

Este principio generó la aparición de conceptos tales como la no localidad cuántica, en donde dos partículas separadas por millones de años luz pueden intercambiar información de forma instantánea; el salto cuántico, en donde los electrones pasan de una órbita a otra según el modelo atómico de Niels Bohr sin recorrer el camino entre éstas, la posibilidad de que dos partículas puedan ocupar el mismo lugar en el espacio, la materia como una forma condensada de energía, etc. Pero el concepto más revolucionario es el hecho de que la observación afecta el resultado de lo observado; en otras palabras, según Heisenberg, se puede cambiar la realidad del universo con sólo observarlo.

La Mecánica Cuántica ha brindado una nueva visión del mundo desde y para la Física, apoyada en las Matemáticas y dando su aporte a la Química y a la Biología; pero su impacto en otras ramas del conocimiento, como es el caso de las Ciencias Sociales y Humanas, está aún lejos de producirse. El reduccionismo cartesiano y el mecanicismo newtoniano permearon todas las esferas del conocimiento, impacto visto en revoluciones



Colección Académica de
Ciencias Sociales



económicas y sociales como la Ilustración y la Revolución Industrial, en las cuales la concepción de mundo-máquina y del mismo ser humano como la suma de muchas partes, estableció y radicó un modelo social que ha perdurado hasta nuestros días, afectando significativamente el desarrollo de todas las áreas del conocimiento, no permitiendo visualizar, entre otras cosas, al ser humano de manera holística y siendo parte integradora del Cosmos. Esto ha permitido faltas graves de los individuos y de la sociedad misma a su entorno natural, tales como el consumismo desmedido de los recursos naturales, la aplicación de una ecología superficial en la cual el hombre es un observador externo de la naturaleza circundante y la importancia exagerada dada a los objetos por encima de las relaciones entre éstos.

El tránsito de la visión mecanicista a la concepción cuántica del mundo permitiría que el ser humano se sintiera integrado a la naturaleza y se viera a sí mismo como responsable de ella. Conceptos cuánticos como la dualidad materia-energía, la no localidad cuántica, etc., podrían ser trasladados a las ciencias de lo humano a partir de una analogía real, de igual manera como la Mecánica Clásica lo hizo en su momento. El cambio de paradigma traería consigo beneficios significativos, no sólo en la Física o en las Matemáticas.

Este cambio ha tardado más de lo debido, tanto así que la aparición de teorías unificadoras de todas las mecánicas mencionadas busca la manera de integrarse, como siempre, desde la Física. Tal es el ejemplo de la Teoría de Cuerdas, o Teoría M, la cual busca explicar simultáneamente y conciliar el mundo macro de Newton y Einstein con el mundo micro y cuántico de Planck, Heisenberg y Bohr. De cualquier manera, el mecanicismo puro ha

demostrado su fracaso en todos los ámbitos sociales y su insuficiencia para dar las explicaciones pertinentes a todos los problemas que aquejan al ser humano en sus variadas dimensiones.

Las matemáticas y su papel conciliador bajo los fundamentos del paradigma emergente

Una necesidad que se evidencia en el horizonte humano es el de una visión holística e integradora de y entre los distintos lugares del saber, incluyendo en estas esferas a las Matemáticas. La historicidad de esta ciencia, asociada al desarrollo humano, la relación visible entre las mal llamadas “ramas” de las Matemáticas, su papel como soporte para la nueva visión del mundo con la Mecánica Cuántica y el nuevo paradigma, etc., son muestra de la necesidad por mostrarlas como parte de la realidad humana y como elemento constitutivo de un todo inseparable entre lo humano y la integralidad del conocimiento.

La aparición en el horizonte científico de la Mecánica Cuántica a principios del siglo XX a la luz de las predicciones de Max Planck, Niels Bohr, Werner Heisenberg, etc., como respuesta a las anomalías en ciertos fenómenos físicos, permitió que nacieran las primeras formulaciones y explicaciones a aquello que la Mecánica Clásica y la misma Mecánica Relativista no podían mostrar con toda claridad. En ese momento las Matemáticas toman su papel de puente entre la supuesta realidad que se observa y las predicciones que se pueden realizar a partir de dichas observaciones, permitiendo el nacimiento de nuevos conceptos cuánticos como: el Principio de Incertidumbre, la no localidad cuántica, el salto cuántico, etc. Estas deducciones hechas a partir de las Matemáticas dan cuenta de elementos que, aunque no



Colección Académica de
Ciencias Sociales



necesariamente salten a la vista, son evidentes para quienes no centran su visión en el paradigma clásico vigente según el cual todo el Universo se compone de partes.

Las Matemáticas Cuánticas, si se pueden llamar así, podrían mostrar que el ser humano es una entidad total que hace parte de un todo universal que, como parte de él, afecta de manera directa aquello que observa, relacionado al ser humano con una totalidad que también está inmersa en él mismo. Capra (1996) afirma que “desde Newton, los físicos habían pensado que todos los fenómenos podían ser reducidos a las propiedades de sólidas y concretas partículas materiales” (p. 49).

El desarrollo de las Matemáticas, a la par del desarrollo humano y su imposibilidad de mostrarse como un área dividida en “ramas” separadas y especializadas, dan cuenta de una realidad mucho más profunda en lo que concierne a su universalidad y a la relación que existe entre dichos lugares.

Teniendo en cuenta estas “divisiones”, y distinguiendo tres de ellas fundamentales: el Análisis, el Álgebra y la Topología, es innegable la forma como se permean una a la otra, condicionadas cada una de ellas a existir únicamente bajo la existencia de las demás. De igual manera que un organismo vivo no puede ser considerado como una máquina que se divide en partes funcionales por sí mismas, esta ciencia necesita hacer parte a la vez de ella. En un ámbito más general se puede visualizar a esta ciencia como el pilar básico en donde se apoya la Física, en este caso la Nueva Física, dado que las conceptualizaciones de la Mecánica Cuántica son necesariamente conceptualizaciones matemáticas,

cuyas consecuencias se dan debido precisamente a resultados arrojados por ecuaciones matemáticas que pertenecen al entorno de “ramas” desconocidas para el común de la gente, tales como el Análisis Funcional, la Topología y las Ecuaciones Diferenciales Estocásticas. De esta Física salen las bases en donde se apoyan las Ciencias Naturales, como es el caso de la Química y la Biología.

El dominio de la Teoría Cuántica encuentra aquí el eslabón faltante para que las Ciencias Sociales y Humanas, principalmente la Psicología y la Filosofía, encuentren soporte para enlazarse con las conceptualizaciones y predicciones estrictamente cuánticas y adoptar para sí mismas conceptos como el ya mencionado Principio de Incertidumbre. Igualmente, necesidades de una visión holística del Universo y de su conocimiento, se hacen más evidentes en descubrimientos obtenidos inicialmente a partir de predicciones matemáticas y posteriormente con corroboración, algunos de ellos, por la experimentación física, son muestra de la participación que existe y debe existir de las Matemáticas en su relación con los distintos lugares del saber, como es el caso de la predicción de la existencia del Bosón de Higgs, hecha en los años sesenta por el físico Peter Higgs, quien predice la existencia de una partícula sin masa y un campo asociado a ella (posteriormente llamado Campo de Higgs) que le da masa a todas las partículas subatómicas, como en el caso de los mesones, leptones, etc., siendo en últimas el elemento primario constitutivo del Universo y de toda la materia circundante. Si se acepta que el Bosón de Higgs es el elemento básico de la realidad existente y de todo lo que hay alrededor, se debe aceptar como constitutivo de lo físico, el pensamiento, el conocimiento mismo, etc.



Colección Académica de
Ciencias Sociales



Partiendo del hecho de que el mecanicismo y la visión reduccionista han permeado sustancialmente el pensamiento de las generaciones subsiguientes a Newton, como lo afirma Fritjof Capra (1982): “la distinción que Descartes hizo entre la mente y el cuerpo ha calado hondo en la civilización occidental. Nos ha enseñado a pensar en nosotros mismos como egos aislados dentro de nuestro cuerpo” (p. 30), se puede pensar en el posible tránsito desde la visión mecanicista y reduccionista del mundo al nuevo paradigma, con la Teoría Cuántica como plataforma de lanzamiento, teniendo a las Matemáticas como un importante y determinante apoyo, si se asume que los postulados cuánticos tienen una fundamentación puramente matemática.

El papel de esta ciencia es partir de ella misma como integrante e integradora de toda la realidad humana y social, buscando asociar, sin peligro de falsas analogías, todas las teorizaciones cuánticas a un dominio no propio de las Ciencias Naturales y Exactas. Teorizaciones cuánticas como la dualidad materia-energía, la no localidad cuántica, etc., podrían ser llevados a las ciencias de lo humano a partir de una analogía real, de la misma forma como la Mecánica Clásica lo hizo en su momento. El cambio de paradigma traería grandes beneficios, no sólo en la Física o en las Matemáticas, sino en los distintos lugares del saber.

De las matemáticas del caos a la incertidumbre y a la complejidad

Asumiendo el concepto de Caos lejos de la idea generalizada que se tiene de éste como desorden, en algunos procesos del Universo y en el marco de la concepción fundamental real del mismo como imprevisibilidad en los sistemas dinámicos, se

puede empezar a contextualizar dentro de esta idea al conocimiento y al aprendizaje de los distintos campos del saber, entre ellos las Matemáticas.

La Teoría del Caos, tomada en cuenta inicialmente como una teoría matemática cuyo objetivo era dar tratamiento a aquellos abismos insalvables en algunas de sus áreas, como es el caso de la Lógica, el Análisis o la Topología, ha tomado su lugar en la interpretación del Universo, entrando en campos como el de la Física y la Química y posteriormente adentrándose en la Biología, las Ciencias Sociales y, principalmente, en la Filosofía. Esto ha sido posible bajo el análisis de aquellos sistemas que evolucionan con el tiempo y que, lejos de ser analizados de forma determinista, como generalmente ha sido el objetivo de las observaciones humanas, ha permitido la adaptación de dicha teoría a aquellos campos en los que el dominio no es meramente matemático.

Partiendo de la suposición de un Universo no compuesto de sistemas dinámicos estables o inestables, sino de un componente caótico, y bajo el fundamento base del Principio de Incertidumbre, no queda otro camino que incluir al fenómeno de la Complejidad como elemento determinante para la interpretación de las leyes universales fundamentales, no sólo de lo “observado”, sino también de las situaciones que involucran al ser humano como individuo y como ser social. Dado que, como afirma Edgar Morín, el ser humano es complejo por naturaleza y por definición, sus producciones también se hallan imbuidas en un marco de complejidad, entre ellas las Matemáticas. Esto conduce a aceptar el hecho de que cualquier interpretación fenomenológica deba incluirlas obligatoriamente, tanto en las Ciencias Naturales



Colección Académica de
Ciencias Sociales



como en las Ciencias Sociales.

Desde la formulación del Principio de Incertidumbre, nuestra idea de objetividad tuvo que ser revaluada, dado que a partir de ese momento el observador no era ya un agente externo a dicho fenómeno, sino que el mero hecho de observar afectaba la medición. A partir de aquí se puede inferir que es imposible ser “objetivos” al abordar el estudio de nuestro “entorno real”, dado que se le está impactando constantemente al tratar de medirlo o simplemente de comprenderlo; de la misma manera Edgar Morín (2002) afirma que “...todo ser humano, como el punto singular de un holograma, lleva el Cosmos en sí.” (p 104). Las Matemáticas tienen entonces un nuevo lugar en el conocimiento de la realidad cosmológica en el momento en la cual el concepto de medida tiene una nueva connotación importante y determinante: el observador. No se debe olvidar que esta ciencia nació en el principio de la historia humana bajo la necesidad de contar y, por supuesto, de medir.

En otro lugar, y lo suficientemente unido a la idea de Incertidumbre, se halla el concepto de Caos, más incomprendido que desconocido, debido a la asociación directa que la mayoría de las personas hace de éste con la idea simple de “desorden” o “falta de orden”. La Teoría del Caos trata de fundamentar las conceptualizaciones básicas de este fenómeno y darle sentido matemático a las anomalías que surgen en los momentos en que algunos sistemas dinámicos presentan la dificultad o la imposibilidad de ser predecibles en su evolución futura; en otras palabras, aquellos fenómenos en los cuales una pequeña variación en las condiciones iniciales no garantiza estabilidad o inestabilidad con el paso del tiempo, permitiendo con esto decir que el Caos está directamente unido

a la idea de imprevisibilidad en la evolución de estos sistemas.

El tránsito de la Teoría del Caos hacia otras esferas del conocimiento ha permitido darle un nuevo sentido a muchas situaciones propias de las Ciencias Naturales y de las Ciencias Sociales, en donde la aceptación del ser humano, de la sociedad, de la naturaleza y del Universo como sistemas caóticos conlleva a investigaciones más serias y complejas, en las cuales la previsibilidad de los resultados de forma determinista ya no es el norte de los procesos investigativos. John Briggs (1999) dice que “La Teoría del Caos nos muestra lo aparentemente pequeñas e insignificantes que pueden acabar siendo las cosas si se asume un papel principal en el modo en que éstas se producen” (p 13). Este nuevo concepto permite revaluar viejas ideas arraigadas en la sociedad moderna, tales como la idea Darwiniana capitalista de la “supervivencia del más fuerte”, la separación entre competición y colaboración, el arraigo de la visión simplista del mundo por encima de la complejidad, y todo un largo etcétera. Las Matemáticas aparecen aquí con un aporte significativo al desarrollo, extensión y adaptación de la Teoría del Caos a los espacios “no matemáticos”, con el desarrollo de conceptos como los de vórtices, atractores, dimensiones fractales, atractores extraños e influencia sutil, acuñada esta última bajo el término coloquial de “efecto mariposa”.

El otro elemento relacionado íntimamente al fenómeno del caos es el de Complejidad. La aceptación de que todo accionar se halla íntimamente relacionado con el Universo, permite saber que toda acción, ya sea de aprendizaje, de observación, etc., afecta a todas las dimensiones y



Colección Académica de
Ciencias Sociales



variables imaginables e inimaginables asociadas al fenómeno universal de la existencia del ser humano y del entramado del cual hace parte. Las Matemáticas, entonces, se han visto afectadas en su relación con estos otros saberes, en parte por la supuesta dificultad en la apropiación conceptual de sus rigurosidades procedimentales y también debido a falta de acercamiento desde otros lugares del saber en los que el conocimiento y uso de las conceptualizaciones básicas matemáticas es limitado. En palabras de Edgar Morín (1977), “El conocimiento es complejo, porque concibe el homo, no solo como sapiens, sino también como faber, demens, ludens o consumans” (p 17).

La Teoría del Caos abre entonces un amplio abanico de posibilidades para comprender el mundo y al ser humano en todas sus dimensiones. Su relación inseparable con los fenómenos de Incertidumbre y Complejidad hace saber al mismo tiempo que no sólo es imposible no afectar aquello que se toca, sino que la previsibilidad no está a la orden del día y que la humanidad en todas sus connotaciones está lejos de ser tan simple. Como lo afirma Denise Najmanovich (2006), “pensar en contexto nos abre simultáneamente la posibilidad de incorporar la dimensión temporal y por lo tanto de crear una historia viva, de trazar un itinerario singular y a la vez compartido” (p 74).

La incertidumbre como opción de vida

Cuando Werner Heisenberg enunció el Principio de Incertidumbre, todo tipo de conjeturas y apreciaciones se dieron alrededor de este enunciado tan simple y ambiguo, permitiéndose un amplio abanico de interpretaciones que van desde las más alejadas de su intención epistemológica, hasta las más cercanas a la realidad de lo que en sí

puede aportar sobre las Ciencias Naturales y Exactas y las Ciencias Sociales y Humanas.

Si se asume al ser humano como un ente indeterminado e impredecible, se hace necesario considerar a la incertidumbre como su vía normal y más validada para su dinámica natural, y al Principio de Incertidumbre como parte de su piso epistemológico. Julio César Payán de la Roche (2001), por ejemplo, afirma que “... la incertidumbre no tiene cabida en nuestras temerosas vidas.... a las del sometido, a las de quien sólo puede pensar en una dirección y caminar por el sendero que le han trazado...” (p 79). Aquí se observa la necesidad humana de desligarse de sus ataduras a lo determinista, a lo predecible y a lo estable, permitiendo al ser humano acercarse a la realidad de la imprevisibilidad de los actos y desarrollos humanos, desarrollos que apuntan a los ámbitos de las distintas ciencias asociadas al ser humano y a su entorno.

En lo concerniente a las Ciencias Naturales, el Principio de Incertidumbre establece la relación entre el fenómeno y la observación a nivel cuántico y de las partículas subatómicas. El hecho de que medir afecte la medición, hace que la observación sea simplemente otra variable del fenómeno y un acto de alto impacto sobre su medio, conduciendo a la conclusión de que el ser humano es más que un individuo desligado de su “entorno” natural, y que el concepto de “entorno natural” se revalúa dada esta condición de inseparabilidad, en donde es precisa la intervención de la dimensión humana, no sólo para el abordaje del conocimiento de los mismos, sino para su integración a esferas más allá de las Matemáticas mismas, donde el aporte humano para la solución de ecuaciones



Colección Académica de
Ciencias Sociales



diferenciales, propias de la Mecánica Cuántica, determina la aparición de soluciones que dependen necesariamente del observador, quien interviene en un proceso invasivo tras la búsqueda de dichas soluciones, sujetas a unas condiciones iniciales con fenomenologías caóticas.

Autores como Ilya Prigogine, dan una luz a este tipo de aseveraciones, bajo conceptos como el de estructuras disipativas, las cuales son estructuras auto organizadas en sistemas que se hayan lejos del equilibrio, encontrando orden dentro del supuesto desorden, dando una nueva posibilidad de visión de la flecha del tiempo.

En cuanto a las Ciencias Sociales y Humanas, la Incertidumbre y su dominio sobre los eventos y las condiciones humanas se hace cada vez más palpable. Julio César Payán de la Roche (2001), en lo referente a los procesos educativos del ser humano, afirma que "...la educación no crea hombres libres, sino lacayos sostenedores de falsas certidumbres" (p 123). La Ética tampoco es ajena al concepto de incertidumbre y al principio de incertidumbre mismo; su relación con los comportamientos humanos y las formas como hombres y mujeres dan categorías y valores a sus normas de comportamiento evidencian en sí mismas su condición de seres impredecibles y cambiantes, y más como seres sociales que como individuos. Édgar Morín (2001) afirma que "...como todo lo que es humano, la Ética debe afrontar las incertidumbres." (p 46).

Los comportamientos humanos, sociales, éticos, estéticos, etc., se hallan lejos de poder predecirse bajo modelos deterministas y formales, estando más cerca de encontrar su realidad en el caos, la complejidad y lo difuso de las nuevas lógicas, con

la incertidumbre como base, la cual no sólo permea las dimensiones humanas, sino que éstas se hallan inmersas precisamente dentro de lo no determinado, incluyendo otras dimensiones tan humanas como lo es el Arte. Wassily Kandinsky (1911) muestra una apreciación estética de la misma incertidumbre en un marco distinto de abstracción de la realidad cuando dice que "La forma puede existir independientemente como representación del objeto o como delimitación puramente abstracta de un espacio o una superficie."(p 46).

El hecho de que se pueda afectar lo observado con el acto de observar, es un precepto cuántico que se hace visible en el mundo macro de la cotidianidad humana; el que se pueda impactar constantemente, de manera significativa en la dirección de los caminos que se tomen, hace al ser humano vulnerable al impacto de los demás elementos del entorno cambiante de la supuesta realidad que observa, de esa realidad universal hecha de pensamiento, de ese material del que según David Bohm está hecho el Universo visible, sensible y palpable, dado que, como afirma el autor, "El cerebro es un holograma que interpreta un Universo holográfico." (p 14). Al caminar, al pensar, al interactuar de cualquier manera con el "entorno natural", al educar al niño, al ver en el aprendizaje como un proceso vital del ser humano, se está de una u otra manera mostrando una condición holográfica, con la capacidad de construir un Universo a partir de las partes del mismo ser humano; y esto sólo es posible si estas construcciones no se hallan bajo un cielo de certidumbres y si el principio de incertidumbre, propio de la Física y de las Matemáticas tiene su aterrizaje en las dimensiones más humanas.



Colección Académica de
Ciencias Sociales



La lógica difusa: caos, cuidado y género

Si se parte del hecho de que la realidad universal requiere ser interpretada desde una mirada más amplia que involucre todas las posibles variables relacionadas con sus fenomenologías y, además, que el ser humano en sus variadas dimensiones es mucho más complejo, borroso y caótico de lo que la visión de nuestros sentidos puedan aportar, se puede entonces inferir que el análisis y la comprensión de las “realidades” humana y universal requieren partir desde una lógica más amplia y abierta y que va más allá de la limitante binaria de la Teoría de Conjuntos y la Lógica Formal: la Lógica Difusa, conocida también como Lógica Borrosa, Heurística o Polivalente; permite abordar el estudio de temas en los que la relación de pertenencia de un elemento a un determinado conjunto va más allá de la totalidad de estar o no incluido en el mismo, como es el caso de la visión epistemológica de género, el fenómeno de la Complejidad, la nueva ética del cuidado, los sistemas caóticos o las relaciones del ser humano con el Cosmos.

Dado que la interpretación que da el ser humano a las premisas de su piso epistemológico es esencialmente aristotélica, la separación absoluta entre verdad y no verdad es el camino que por practicidad y por funcionalidad logística se le ha mostrado desde Aristóteles como padre de la Lógica, pasando por la formalización del pensamiento en los trabajos de Bertrand Russell, George Cantor, Giuseppe Peano, etc., hasta los formalismos actuales en los que la estructura binaria de ceros y unos del Álgebra Booleana lo limita a considerar dos caminos únicos y disyuntos: verdadero o falso; o en el caso de la Teoría de Conjuntos: un elemento puede únicamente

pertenecer o no a un conjunto determinado.

La Lógica Difusa permite desentrañar aquello que hay en medio de lo que pertenece o no pertenece a una categoría, aquello que está entre lo verdadero y lo falso; es una visión nueva y alternativa del pensamiento que está asociada a fenómenos como el de Complejidad, aportando al estudio conceptos como el de Género, la Geometría Fractal y todo un largo etcétera.

La Lógica Difusa nace bajo la necesidad de dar sentido a conceptos que aparecen en la Teoría del Caos, dado que ideas tales como sistemas caóticos, atractores, sumideros, atractores extraños, etc., son en general difíciles de explicar bajo la limitante binaria de la Lógica Formal. Ideas nuevas en el campo, no necesariamente de las Ciencias Naturales y Exactas, sino de las Ciencias Sociales y Humanas, necesitan un abordaje más amplio y no disyuntivo de todas las posibles dimensiones y variables multidimensionales que permita conocer e interpretar situaciones en las que los objetos pueden o no pertenecer simultáneamente a una categoría determinada, centrado en el hecho de que en ciertos enunciados, más que interesarse por su valor de verdadero o falso, se debe pensar en las condiciones para que tenga determinado valor de verdad. Son entonces innumerables las situaciones dentro de los distintos ámbitos humanos y no humanos, saberes o lugares de conocimiento en que esta nueva lógica tiene su cabida obligada, con el propósito de conocer “lo que hay en medio” de los elementos, supuestamente inmersos dentro de un universo binario.

Considerar al ser humano perteneciente a un todo inseparable, bajo una relación constante de



Colección Académica de
Ciencias Sociales



pertenencia más allá de los ceros y unos como limitantes, lleva a pensar sus acciones en pro de la conservación de aquello en lo que dicha relación no puede alcanzar el nivel cero de la Lógica Formal binaria, elemento necesario para una nueva Ética. Es necesaria entonces la inclusión permanente de aquello que hay en medio, en donde la condición de no pertenencia del cero booleano formal está por demás alejada de toda realidad social y natural.

La concepción de algo difuso o borroso se da a partir de nuestro pensamiento y de la aglutinación del conocimiento en las distintas posturas del saber, y se observa en múltiples fenómenos, llámense naturales o no, científicos o no, en donde las relaciones en Lógica y Teoría de Conjuntos, de valores de verdad o de pertenencia, trascienden la frontera lógica que nuestro pensamiento formal binario ha trazado. Visiones como el caso del género, para definir los conjuntos binarios masculino y femenino, vislumbran un panorama más amplio de abordaje por fuera de los distintivos binarios de la Lógica Formal. El tratamiento de estas ideas y conceptualizaciones desde la Lógica Difusa permite precisar que un individuo no puede ser excluido totalmente de una determinada categoría, o también ser forzosamente incluido en otra, descartando las posibilidades de relación entre las variedades de géneros, asociadas éstas a sus componentes y dimensiones sociales, psicológicas, biológicas y culturales.

Otro campo importante en el cual la Lógica Difusa tiene no sólo cabida, sino su misma génesis, es en la Teoría del Caos, en la que se observa la casi imposibilidad de visualizar qué sucede en el transcurso del tiempo, cuando algunas de sus condiciones iniciales tienen pequeñas variaciones, siendo necesario su abordaje desde la polivalencia

de la Lógica Difusa. La condición caótica no es exclusiva de los fenómenos físicos, químicos o biológicos, pues la mayoría de las funciones humanas, en sus dimensiones psicológica, antropológica o social, son altamente sensibles a las condiciones iniciales y tienen un alto grado de imprevisibilidad, lejos de la incompleta valoración binaria booleana. Este argumento es exhibido por Bart Kosko (1995), afirmando que “la mente no es un procesador digital. Nuestras ideas son intrínsecamente borrosas y nuestro razonamiento es aproximado...los problemas surgen cuando se toman demasiado en serio los recortes binarios”. (p 15). Este argumento se sustenta en que los procesos humanos están lejos de ser limitados a situarse cada uno dentro o por fuera de una categoría determinada, dado que, como lo afirma el mismo autor, lo borroso o lo difuso se ha establecido en nuestro sentido común, prácticamente desde que el ser humano empezó a poseer o a desarrollar su lenguaje.

Saber que las categorías con las cuales un elemento de este Cosmos se halla relacionado van más allá de la estricta pertenencia o no pertenencia y que los valores de verdad de proposiciones y enunciados pueden ser falsos o verdaderos en ciertos porcentajes, lleva a aceptar que el tratamiento de fenómenos no necesariamente científicos, como el de Complejidad, y otros enteramente científicos como los de Incertidumbre y no Localidad Cuántica, tienen forma de acercarse a las dimensiones en donde supuestamente antes no tenían cabida.



Colección Académica de
Ciencias Sociales



Procesos vitales y de aprendizaje de las Matemáticas en la Escuela

La experiencia ha mostrado que los procesos de aprendizaje, en nuestro caso el de las Matemáticas, son en sí procesos vitales. Concepciones matemáticas como la numeración, la generalización de las operaciones aritméticas y algebraicas, la medición, los espacios en los que las relaciones y funciones tienen sentido, etc., han sido parte de un supuesto aprendizaje en una escuela desligada de toda realidad, realidad en la que estos procesos son en sí mismos procesos vitales.

El avance futuro de las Matemáticas, como Ciencia sobre la cual se apoyan las Ciencias Naturales, está asociado directamente a las construcciones conceptuales por parte de sus aprendientes en los primeros años; estas construcciones sólo son posibles en procesos profundos de reflexión, y su siguiente transformación, cuando relacione directamente su aprendizaje con la vida misma, bajo relaciones de colaboración, cooperación colectiva, asociación con los distintos lugares del saber, placer en el acto de aprender y la inclusión de la triada Complejidad, Caos e Incertidumbre en el avance de los mismos procesos de aprendizaje.

Inicialmente, si se considera a los procesos de aprendizaje en sí como procesos vitales, el acto de aprender una Ciencia tan supuestamente compleja como las Matemáticas debe ir ligado a la relación de quien aprenden con el medio que construye y del que construye; esto en el caso de que los aprendizajes reales de esta Ciencia se den en un marco en donde el sentido común se alimente, no necesariamente de lo que se encuentre en los libros, sino en la cultura misma del contexto en el que un aprendiente se desarrolle, contexto

mutable al cual el ser humano debe adaptarse o habituarse, ya que el hecho de habituarse a la impermanencia es parte esencial del aprendizaje. Francisco Varela (2002) menciona estas mismas posturas afirmando que “Como la naturaleza cognitiva del aprendizaje es inevitable, el ser humano está obligado a referirse a un modo cualquiera de aprendizaje.” (p 122). En el mismo texto el autor señala que “... lo que es interesante acerca del sentido común es que no puede ser incorporado al conocimiento en absoluto, ya que es un saber basado en la experiencia vivida...” (p 128). Aquí se puede inferir que el elemento experiencial del acto de vivir es inseparable del acto de aprender, pues el ser humano no puede entender el fenómeno de la vida sin estar a la vez vivo, ya que, como lo afirman Francisco Varela y Humberto Maturana, sólo la vida puede conocer la vida, siendo la mente y la experiencia fenómenos sociales o colectivos. Las Matemáticas y su aprendizaje no son, entonces, ajenos al contexto de construcción, al sentido común como elemento inseparable de la condición humana, a la experiencia como guía, y al mismo acto de vivir.

Las Matemáticas y su aprendizaje como acto social y colectivo son posibles sólo en el momento en que su dinámica fluya a través de un elemento necesario: la colaboración. Si se le considera fundamental por el sólo hecho de saber que la educación no es una competencia y mucho menos un proceso de “selección natural” en búsqueda de la supervivencia del “más fuerte”, se podrá entender que aprender Matemáticas es una parte de vivir como seres sociales y que puede ser tan sencillo como cualquier otro lugar del conocimiento. Pero la competencia y la búsqueda del éxito dentro de un nicho educativo no ha permitido darle espacio a la reflexión como acción



Colección Académica de
Ciencias Sociales



para aprender, pues no es difícil comprender que si se suprime la competencia en cualquier acto de la vida humana, incluido el acto educativo, aparece la colaboración como consecuencia, pues son los sistemas vivos los que en últimas aprenden. Humberto Maturana (2006) dice que "... el aprendizaje es una transformación coherente con las circunstancias en el fluir de las interacciones, y de todos modos esto ocurre sin esfuerzo..." (p 5), ubicando a las Matemáticas por fuera de la absurda condición darwiniana a la que están sometidos sus aprendientes.

También queda por entender que la acción educativa y el aprendizaje deben estar relacionados con el placer mientras se aprende; si aprender es transformar, toda transformación debe realizarse bajo un acto placentero, en armonía con la relación del estudiante y su nicho social o educativo. Hugo Assman (2002) señala que "El conocimiento sólo emerge en su dimensión vitalizadora cuando tiene algún tipo de vinculación con el placer." (p 29) y señala a la educación como "la más avanzada tarea social liberadora" (p 13).

La educación y, en este caso específico, la Educación Matemática, tiene sentido práctico y real sólo en el evento de que su quehacer se halle relacionado con los demás lugares del saber, a la vez que su práctica esté ligada, como proceso vital, a ese nicho natural del aprendizaje al que se le llama Tierra. Ningún lugar del conocimiento y ninguna práctica pedagógica pueden estar separados de su conocimiento, de las premisas a partir de las cuales se enmarcan la realidad social y natural del aprendiente. Conocer que el capitalismo ecológico es insostenible, que lo que se ha llamado "desarrollo" debe implicar el desarrollo de todo el globo planetario, que los desequilibrios ecológicos

son una amenaza real para la existencia de todos los seres vivos, y que, como lo afirma Moacir Gadotti (2000), "Más allá de la sustentabilidad económica, se puede hablar de sustentabilidad ambiental, social, política, educacional, curricular, etc." (p 32) y que "la educación, no concebida únicamente como mera escolarización, puede y debe tener un peso en la lucha por la sustentabilidad económica, política y social." (p 77), se hace necesario que al educar en Matemáticas se posicione a esta Ciencia relacionada directa e inseparablemente con todos los demás lugares del saber. Conocer su humanidad y entender que su existencia está relacionada biunívocamente con las otras ciencias y otros lugares del conocimiento es el primer paso para una humanización de su práctica educativa y de su papel en el verdadero desarrollo del ser humano.

Dado que las ciencias, incluidas las Matemáticas, son construcciones humanas, se debe aceptar entonces que un abordaje de esta ciencia y de su práctica educativa debe incluir a la triada Complejidad, Caos e Incertidumbre, en el desarrollo de todos sus procesos que, como procesos de aprendizaje, son en sí mismos procesos vitales. Como lo dice Moacir Gadotti (2000), "Podemos vivir creativamente, no pese a la incertidumbre sino debido a ella." Igualmente, Hugo Assman (2000) afirma que "Educar significa volver a crear nuevas condiciones iniciales para la autoorganización de las experiencias de aprendizaje." (p 188). El aprendizaje en Matemáticas, como proceso caótico, complejo y en el marco de la Incertidumbre, debe considerar que el aprendiente está, por decirlo así, encasillado en certidumbres y determinismos heredados de viejas culturas globales.



Colección Académica de
Ciencias Sociales



Teoría del caos en la Escuela

A pesar de que la Teoría del Caos se dedicó inicialmente al tratamiento de fenómenos propios de las Ciencias Naturales y las Matemáticas, ha aparecido la necesidad de un acercamiento de su parte a los espacios en donde las Ciencias Sociales y las Ciencias de la Educación tienen su dominio y, por ende, de un nuevo análisis de la Escuela y de sus dinámicas en una nueva perspectiva con consideraciones caóticas.

Son innumerables las situaciones observadas en las dinámicas del acto educativo, y de la Escuela en general, en donde la imprevisibilidad marca las pautas, haciendo que el educador se encuentre con la imposibilidad de predecir a largo o mediano plazo acciones propias de su quehacer, como es el caso de las planeaciones curriculares, la segmentación del conocimiento, las bitácoras de clase, etc., acciones que en plazos más o menos cortos el mismo educador se ve en la obligación de reformar y reestructurar en razón al no cumplimiento de objetivos que se creían relativamente alcanzables. Dentro de esta óptica aparecen elementos a tener en cuenta, como lo son el conocimiento de las condiciones iniciales del educando, la identificación de los atractores y la aceptación de la pertenencia del educando a un mundo, en donde juegan un papel determinante la necesidad de verse incluido desde la Educación, con la Incertidumbre como guía, su participación como agente político y nuevas conceptualizaciones de ideas como las de método y desarrollo.

Si se concibe la Escuela como un sistema caótico, viejas ideas relacionadas con la planeación educativa deben mirarse desde las concepciones de la Teoría del Caos. Dado que los grupos de

estudio que se conforman en un ambiente escolar son a todas luces heterogéneos, los puntos de partida son diversos y las diferencias entre los elementos constitutivos de esos grupos hacen al grupo sensible a condiciones iniciales, como lo son la extracción social, la variabilidad entre los distintos ritmos de aprendizaje, el nivel de sociabilidad de cada estudiante con su grupo de estudio, etc. Lo anterior desde una concepción de la Escuela en esencia como un sitio de construcción de realidades y, por ende, un lugar rebelde, sujeto a sensibilidades, a las condiciones iniciales, lo cual genera y determina bifurcaciones azarosas a futuro, bajo esquemas de características caóticas.

Tales consideraciones hacen pensar en la necesidad de reestructurar la gestión escolar, incluyendo características caóticas, como es el caso de las turbulencias, en la búsqueda de un accionar más espontáneo, antes que el amarre a una programación rigurosa, pues la realidad educativa es un fenómeno complejo, impreciso, indeterminado, incierto, variado y de alta complejidad, que viene dado por la infinidad de relaciones entre los miembros del colectivo escolar y los actores externos. Aquí se entiende la importancia de identificar los atractores y fractales dentro de la institución educativa, surgiendo la pregunta de cómo abordar la gestión educativa y administrativa de la Escuela, a la vez que se reconocen los atractores presentes en ella. Además, si se entiende el proceso de aprendizaje como un sistema dinámico, que depende de innumerables variables interconectadas entre sí en tiempo y espacio, es evidente que sus condiciones iniciales son determinantes y, por lo tanto, debe ser considerado un sistema caótico. Aquí el Caos interviene como un elemento totalizador de las



Colección Académica de
Ciencias Sociales



estructuras sociales que se forman en la Escuela, con atractores, fractales, turbulencias y ciclos límite que se detectan en el camino de la gestión educativa y en el mismo acto de aprender. Por tanto, un acto educativo que tenga su centro en la Teoría del Caos requiere de procesos de construcción de conocimiento sobre la metodología de la Complejidad.

En este nuevo marco de la Escuela, bajo preceptos caóticos, entran en juego otros elementos que hacen parte significativa de este nuevo modelo de quehacer educativo, como es el caso de la práctica educativa como un acto político entre sus distintos actores y como un acto a la vez de liberación, que genera atractores y bifurcaciones azarosas en el tiempo. Francisco Gutiérrez (1981) dice que “el educador hace política de una manera privilegiada, ya que el Estado pone a sus órdenes un determinado número de futuros ciudadanos para que los socialice, es decir, para que los politice” (p 25). Dado que la Escuela es no sólo el reflejo la Sociedad, sino también un intento por preservar las políticas de la clase dominante en un país, se entiende que la pedagogía dominante es en esencia la pedagogía de las clases dominantes.

Otro elemento determinante en esta visión caótica de la Escuela nace del hecho de que, al ser el sujeto aprendiente fundamentalmente un sujeto social e histórico, es necesaria una visión más global, una visión planetaria de todos los participantes de los actos educativos en la Escuela. Sentir que el planeta es su hogar y su lugar de juegos y aprendizajes, permite que dichos sujetos sociales sientan en realidad que la responsabilidad sobre su entorno va más allá de lo que la segmentación del conocimiento le ha mostrado hasta ahora. Edgar Morín (1999) dice que “La

educación del futuro deberá aprender una Ética de la comprensión planetaria” (p 42), y que además “Nos hace falta comulgar como humanos del planeta Tierra”. Esta suma de conciencias, útil para encaminar al ser humano hacia una visión planetaria de su realidad nace en una Escuela no segmentada, no programada con recetarios y cercana a la sensibilidad de todos sus elementos. Una visión y una conciencia planetaria que busque, entonces, una idea distinta y nueva al concepto de desarrollo, que acepte al ser humano como ser optante de variados caminos igualmente válidos.

Esta visión planetaria, universal, holística y compleja como punto de partida en la Escuela sólo es posible si se considera a ésta y al aprendizaje mismo como sistemas caóticos. Se detectan e identifican atractores cuando el estudiante entiende que el desarrollo va más allá de la idea de corte económico; cuando educandos y educadores asumen que “todo proceso de aprendizaje no se inicia con el método, se inicia en la búsqueda del método...” (Edgar Morín (1999), p 25); cuando la Educación ilustra abiertamente el principio de unidad y diversidad en todos los campos asociados al ser humano como elemento inmerso en la Complejidad y en la Incertidumbre. Aparecen atractores cuando se considera a la Escuela y a la Educación como procesos ligados a una visión planetaria de cada uno de sus actores como sujetos sociales e históricos con proyección hacia una nueva concepción de desarrollo y progreso, pues, como lo afirma Edgar Morín (2002), “La historia está cargada de incertidumbres... El futuro se llama incertidumbre.” (p 43).

Una educación desligada de la incertidumbre es una falacia en todos los sentidos posibles; si no se reconoce que el Método no es anterior a los



Colección Académica de
Ciencias Sociales



procesos de aprendizaje y que se crea a la par que el acto educativo, dinamizándose en el camino y que es una consecuencia experiencial, se estará simplemente limitando el conocimiento y la vida misma a un determinismo soso y frío, limitado a objetivos trazados previamente, que nada tiene que ver con la realidad incierta, compleja y caótica del ser humano. Edgar Morín (2002) dice que “... es preciso que en la educación y en el aprendizaje se tome en cuenta la problemática de la conciencia del inacabamiento en el obrar” (p 35). Argumento más que válido si el ser humano logra entender que las incertidumbres asociadas a los procesos caóticos de la Escuela evidencian que los seres humanos son sistemas permanentemente inacabados y, como los afirma el mismo autor (1999), “... el conocimiento es navegar en un océano de incertidumbres a través de archipiélagos de certezas.” (p 47).

La Escuela no ha sido ajena a la necesidad del ser humano de buscar certezas para sobrevivir en un mundo plagado de incertidumbres; el problema no está en buscar las certezas, el problema está en insistir en encontrarlas a toda costa. Dado que los determinismos son usados regularmente como dispositivos de control de la realidad y de los procederes humanos, es necesario entender que la Escuela no es como tal un lugar para establecer control sobre los sujetos sociales que actúan como educandos, pues es ante todo un lugar rebelde, liberador, político, etc. Por ello, análogo al adagio confucionista de que lo único constante en el Universo es el cambio, de la única certeza de la que se dispone, es de la incertidumbre.

Conclusiones

Si es posible, como enunció Heisenberg, cambiar la realidad del mundo a partir de la observación, mayores posibilidades se generarían si se pudiera considerar las relaciones entre los objetos por encima de los objetos mismos y si las Ciencias Naturales, las Ciencias Exactas y las Ciencias Sociales pertenecieran a un entramado único conciliador, holístico, ecológico e integrador, en el cual las Matemáticas servirían para unir aquello que nuestra visión fraccionada del Universo no ha permitido unir. La triada Caos-Incertidumbre-Complejidad, aparece entonces en el horizonte del ser humano como su mejor y más validada posibilidad de abordar en un contexto más amplio a ese Universo que es más indeterminado, complejo e imprevisible de lo que hasta ahora se ha pretendido decir de él, contexto en el que las Matemáticas son parte esencial e inseparable de una realidad que va más allá de lo que se puede observar desde los sentidos.

Ya sea en la Ciencias Naturales y Exactas, como es el caso de las Matemáticas, la Física o la Química, o en otros lugares del saber, o ya sea en el andar cotidiano, se puede apreciar como las dinámicas naturales que se dan en dichos lugares se hallan cobijadas bajo lo caótico y con la condición holográfica de hombres y mujeres como piso de observación y construcción de su “realidad”, en un Universo en el que la probabilidad y los procesos estocásticos rigen las supuestas “leyes universales”. Estos no son más que indicadores de que el principio de incertidumbre no es una condición exclusiva del mundo subatómico y del Modelo Estándar de la Física de Partículas y que no es posible dar apreciaciones sobre cualquier fenómeno humano sin impactar de manera



Colección Académica de
Ciencias Sociales



significativa a los demás. Esto lleva a considerar que la incertidumbre no es una opción: es la opción de mirar la realidad desde lo borroso; y cualquier otra manera de analizar dicha realidad es sólo una simplificación del proceso.

Las características fractales de muchos de los elementos de la Teoría del Caos, como origen de la Lógica Difusa, el abordaje del tema de género más allá de las limitantes y estigmatizantes categorías entre lo masculino y lo femenino, además de otros largos etcéteras, son sólo simples señales que muestran que lo borroso, lo caótico, lo holístico, lo indeterminado y lo complejo son componentes fundamentales de esas relaciones, son partes de un entramado universal y difuso que ha permanecido desconocido desde nuestras, hasta ahora, ajenas y obligadas miradas binarias.

Si se piensa una escuela vital para las Matemáticas, en donde los aprendizajes no sean sólo aprendizajes de vida, sino la vida misma, con elementos tan humanos como el sentido común y la habituación a la impermanencia, si se logra desaparecer la idea darwiniana de la supervivencia del más fuerte de nuestras aulas para darle lugar a la cooperación, si se considera que el aprendizaje sólo debe estar ligado al placer, si se logra entender que cada lugar del saber, incluidas las Matemáticas, existe y sólo existe por la existencia de los demás, que esos lugares del saber están atados inseparablemente en su respeto hacia la Tierra y que, además, hombres y mujeres aprendientes se relacionan entre sí y con su “medio” bajo los fenómenos de Caos, Incertidumbre y Complejidad, se podrá entonces finalmente valorar a las Matemáticas y a su acto educativo como inseparables de la cultura humana.

La Escuela deberá ser entonces un sitio liberador en el que aprender es vivir, en el que los sujetos sociales e históricos tienen la opción de dar lugar a esa explosión emotiva cuando el conocimiento fluye libremente a la par de que se construye; donde se entienda que el desarrollo y el progreso no son fenómenos estrictamente económicos; donde la planeación no es más que otra falsa certeza; y en donde se comprenda que sólo la Incertidumbre arroja una luz sobre la realidad de la Escuela, esa realidad que se ha tratado de segmentar y enmarcar.

El tratamiento del aprendizaje, la educación y la Escuela como sistemas caóticos se hace necesario en un Universo tan alejado de los determinismos y reduccionismos como lo es esa Escuela. El Caos, y su asociación con la Incertidumbre y la Complejidad, requieren su lugar en el abordaje de las dinámicas educativas; un abordaje que es tan importante como urgente en un mundo cambiante como el nuestro, cambiante como la misma Escuela. Las Matemáticas tienen aquí el poder de unir las visiones a través de lo caótico, incierto y complejo del Universo al cual representan.



Colección Académica de
Ciencias Sociales



Referencias

Assmann, H. (2002). Placer y ternura en la educación. Ed. Narcea Editores, España.

Boff, L. (2002). El Cuidado Esencial. España. Ed. Trotta.

Boff, L. Muraro, R.M. (2002). Femenino y Masculino. España. Ed. Trotta.
Briggs, J. Peat, D. (1999). Las Siete leyes del Caos. New York, Estados Unidos. HarperCollins Publisher, Inc.

Capra, F. (1998). La trama de la vida. Barcelona. Ed. Anagrama.

Dolly A. Cardozo Ch. (2010). Cambio de paradigma: Ruptura y oportunidad. España. Recuperado de:
<http://revistavoces.org.ve/docu/gem4-art2.pdf>
Eisler, R. (2005). Placer Sagrado. Argentina. Gráficos Pucara.

Eisler, R. (2005). El Cáliz y la Espada. Argentina. Recuperado de:
http://flecha.org.uy/wp-content/uploads/2013/07/Eisler_Riane_-_El_Caloz_Y_La_Espada.pdf.

Freire, P. (1972). Pedagogía del Oprimido. Ed. Kairós, Ed. Siglo XXI. Argentina.

Freire, P. (1997). La educación como práctica de libertad. Ed. Siglo XXI. Chile.
Gadotti, M. (2000). Pedagogía de la Tierra. Ed. Siglo XXI Editores. Argentina.

Gutiérrez, F. (1981). Educación como praxis política. Ed. Siglo XXI Editores. Argentina.

Harding, S. (1996). Ciencia y Feminismo. Barcelona, España. Ed. Morata.

Kandinsky, W. (1911). De lo espiritual en el arte. España. Ed. La Nave de los locos.

Kosko, B. (1996). El Futuro Borroso o El Cielo en un Chip. España. Ed. Crítica.

Maturana, H. (2003). El árbol del conocimiento. Ed. Lumen Universitaria, Chile.

Morín, E. (1977). El Método V: la humanidad de la humanidad. Barcelona, España. Recuperado de:
<http://www.edgarmorin.org>.

Morín, E. (1977). Introducción al Pensamiento Complejo. Barcelona, España. Gedisa Editorial.

Morín, E. (2004). El Método VI: La Ética. España. Ed. Cátedra.

Morín, E. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Francia.

Morín, E. (2002). Educar en la era planetaria. Universidad de Valladolid. España.

Najmanovich, D. (2006). Mirar con nuevos ojos. Argentina. Ed. Biblos.

Najmanovich, D. (2006). Pasos hacia un pensamiento complejo: subjetividad, vínculos y redes. Argentina. Ed. Biblos.

Payán de la Roche, J. C (2001). Desobediencia Vital. Ed. Instituto de Terapia Neural, Colombia.



Colección Académica de
Ciencias Sociales



Varela, F. Maturana, H. (1998). De máquinas y seres vivos. Ed. Universitaria, Chile.

Varela, F. (2002). El fenómeno de la vida. Ed. Dolmen Ediciones, Chile.

Wagensberg, J. (1985). Ideas sobre la complejidad del mundo. Barcelona, España. Tusquets Editores.

Wagensberg, J. (2004). La rebelión de las formas. Ed. Tusquets Editores.

Wagensberg, J. (2007). El gozo Intelectual. Ed. Tusquets Editores. España.

Watts, A. (1987). La sabiduría de la inseguridad. Ed. Kairós, España.

Wilber, K. (1987). El paradigma holográfico. España. Ed. Uairós.