



Yura: Relaciones internacionales

Departamento de Ciencias Económicas, Administrativas y de Comercio

Revista electrónica ISSN: 1390-938x

N° 25: Enero - marzo 2021

La Complejidad y la Cibernética de Segundo Orden: Constructores del Modelo Pedagógico para la Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias pp. 1 - 26

Martínez, Luis Alberto

Multiversidad Mundo Real Edgar Morin

Pasto - Colombia

Calle 12 No. 16 A- 03 Avenida Boyacá..

luisalbertoaldan@yahoo.es

Resumen

Esta investigación pretende la construcción de un modelo pedagógico que transforme la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, integrando principios del pensamiento complejo formulados por Edgar Morín y la pedagogía Cibernética de segundo orden desde la perspectiva de Weiner y Heinz Von Foerster. Se trata de pasar de una enseñanza parcelada a una concepción transdisciplinar con base en postulados teóricos de Jesús Mosterín, donde la incertidumbre protagoniza las rupturas epistemológicas que suceden al abordar los conceptos científicos de manera lineal. Se toman como puentes la pedagogía cibernética de segundo orden y los tres operadores lógicos del método de Morín: dialógico, recursivo y hologramático, pasando así de “una razón reduccionista/simplificante/cerrada, a una racionalidad abierta, capaz de abordar la complejidad en la base misma de la realidad” (Morín, 1984, p. 305). Participaron directivos, docentes y estudiantes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, República del Ecuador y la Institución Educativa Municipal “María Goretti”, Colombia. Se recogieron y analizaron sus reflexiones y percepciones respecto al impacto y viabilidad para su implementación de las prácticas pedagógicas e investigativas desde la perspectiva del modelo educativo y pedagógico ciber-complejo en comparación con las prácticas pedagógicas e investigativas tradicionales. Finalmente, se identificaron implicaciones del anterior modelo para la formación profesional de los docentes.

Palabras clave

Pensamiento complejo, cibernética de segundo orden, transdisciplina, modelo pedagógico cibercomplejo, educación.

Abstract

The objective of this study was to build a pedagogical model based on the integration of principles coming from Morin's Complex Thinking and Weiner's and Forester's Cybernetics Pedagogy in order to transform the teaching and learning of sciences. Specifically, the intention was to go from a teaching based on the isolated disciplines to a transdisciplinary teaching based on Mosterín's theoretical conceptions, where uncertainty guides the epistemological breakings that happen when the scientific concepts are taught in a linear way. Cybernetics Pedagogy of Second Order and Morin's three logical operators (dialogic, recursive and hologramatic

operators) were used in order to go from “a reductionist, simplifying and closed rationality to an open rationality which can be able to study complexity as the foundation of reality” (Morin, 1984, p. 305). The participants of this study were students, teachers and administrative staff of the Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Ecuador and Institution Educative Municipal “Maria Goretti”, Colombia. Their reflections and perceptions about the impact and feasibility for the implementation of pedagogical and research practices based on cyber complex educational and pedagogical model in comparison to the traditional model were collected and analyzed. Finally, some implications of the cyber complex model were identified for the teachers’ professional preparation.

Keywords

Complex thinking, second order cybernetics, transdisciplina, cyber complex pedagogical Model, Education.

Históricamente la enseñanza de la ciencia se ha concebido de manera parcelada y descontextualizada, en consecuencia, los aprendizajes para los sujetos que aprenden, no son significativos y es ahí, donde la cibernética, desde una epistemología nueva replantea la realidad que se estudia a partir de una mirada que es compleja y que se interrelaciona. Se señala así el inicio del periodo de la cibernética, en su primer y segundo orden, cuya influencia, en el caso del aprendizaje, logra en los aprendices la capacidad autorreferencial y autológica, es decir, pasar del observador que estipula el propósito del sistema al observador que estipula su propio propósito.

3

Aportar a la enseñanza y al aprendizaje de las ciencias, tomando como marco la cibernética y la comprensión de: “el mundo físico (del micro-mundo al macro-mundo); el mundo biótico (del átomo al hombre) y el mundo antropológico (de la prehistoria a la posmodernidad)” (Soler, 2000), desde la educación, y justamente desde la escuela y específicamente en el aula de clase donde convergen distintas variables (filosofía, sistemas, cibernética, lógica, lenguaje, religión ciencias naturales, arte, evolución.) es otro de los propósitos para incidir en la estructuración de una formación humanista dentro de la formación del espíritu científico.

Se trata también de Investigar estas conexiones, interacciones y retroacciones entre este cúmulo de conocimientos producidos por la humanidad y el tejido resultante incorporarlo al proceso educativo, con base a Mosterín (1999), que establece tres clases de conceptos: (a) los clasificatorios de naturaleza cualitativa; (b) los comparativos; y (c) los métricos, de naturaleza cuantitativa, demostrando que estos dos últimos, han sucumbido en las ciencias modernas con la aparición de la incertidumbre.

La pregunta de investigación giró alrededor de la necesidad de que las ciencias (natural y social) cuenten con un modelo pedagógico que oriente su proceso de enseñanza y en consecuencia el de aprendizaje. La naturaleza de la estructura de la ciencia requiere que se aborde el proceso desde un paradigma cualitativo que revele lo humano de las ciencias. Se trata de entender la ocurrencia de los hechos desde un cómo y un por qué, para que a través de su comprensión pueda llevarse al aula como proceso de enseñanza, potenciando su aprendizaje. Son las ciencias consideradas desde la doble dimensión de ciencia y contexto.

Por otra parte, desde una concepción filosófica constructivista y dentro del paradigma cualitativo, la investigación transdisciplinar permitió dimensionar la comprensión de la acción humana frente al estudio de la ciencia como un producto no terminado. Se tuvo un interés

práctico al estudiar la interrelación sociedad- ciencia y de la ciencia con lo social, realizando una revisión teórico documental a partir de la cual se explica la construcción de un modelo pedagógico para su enseñanza y el aprendizaje.

La metodología se desarrolló a la luz del paradigma cualitativo, siendo adecuado para dar respuesta a la inquietud sobre las tendencias de la experimentación con grupos control en educación, se desarrolló una investigación transdisciplinaria como “la clase de investigación donde el investigador combina técnicas, métodos y enfoques, conceptos o lenguajes de las investigaciones cualitativas y cuantitativas en un solo estudio. Es algo más que la suma de dos métodos, es una Gestalt, un todo” (Cordero, 2012).

Revisión de la literatura

Se describen a continuación con sus posturas esenciales, las teorías que iluminan las rutas de esta investigación y que convergen en nodos que van tejiendo redes, para finalmente estructurar una urdimbre de sentidos, que al triangularlos con las observaciones y prácticas educativas en la construcción de un modelo pedagógico complejo y los elementos que permiten generar bucles entre ciencia y cultura.

En primera instancia se encuentra el paradigma de la complejidad de Edgar Morín, como uno de los faros que marcaran el sendero para no sucumbir en el paradigma de la simplicidad que produjo todo el conocimiento surgido “hasta finales del siglo XIX, producto de un proceso de investigación de corte cuantitativo fundado en el positivismo lógico y caracterizado por su naturaleza lineal, su creencia en la objetividad y la separación del sujeto investigador y del objeto investigado” (Soler, 2013), bajo este paradigma se ha desarrollado y se sigue enseñando ciencia. En tanto que hacerlo desde la complejidad es una tarea bastante difícil, tanto como la ardua tarea que Morin realizó para definir la complejidad:

.....A primera vista la complejidad es un tejido (complexus: lo que está tejido en conjunto) de constituyentes heterogéneos inseparablemente asociados: presenta la paradoja de lo uno de lo múltiple. Al mirar con más atención, la complejidad es, efectivamente, el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares, que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así que la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre....De allí la necesidad, para el conocimiento, de poner orden en los fenómenos rechazando el desorden, de descartar lo incierto, es decir, de seleccionar los elementos de

orden y de certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir, jerarquizar... pero tales operaciones necesarias para la inteligibilidad, corren el riesgo de producir ceguera si eliminan los otros caracteres de lo complejo (Morín, 1990, p. 88).

5 Esa necesidad del conocimiento de rechazar el desorden, y seleccionar los elementos de orden y de certidumbre, ha gobernado en los modelos pedagógicos y en las estructuras curriculares, impidiendo fomentar un pensamiento integrador, que opere un pensamiento transdisciplinar que cambie la visión del sujeto que aprende y del sujeto que enseña frente al potencial destructivo de una ciencia sin conciencia, creativa pero a la vez destructiva, que amenaza con la destrucción del planeta.

Entonces, es aquí, donde el pensamiento complejo, permite comprender que para que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, produzcan una transformación profunda de las maneras de pensar, es necesario crear una cultura en docentes y estudiantes para entender que las crisis que sufre el planeta y que va de la mano de la crisis de la humanidad, no basta con hacer con “reformular métodos, procedimientos o cambios en las políticas, infraestructuras o programas de estudio, sino de “fomentar una actitud para contextualizar y globalizar, y desplegar las capacidades para plantear y resolver problemas. De alcanzar el pleno empleo de la inteligencia y una nueva aptitud para organizar los conocimientos, en formas inter, multi y transdisciplinarias” (Morín, Delgado 2016).

De esta manera los puentes que se entretejieron entre el paradigma de simplificación y el de la complejidad integraron las teorías del siglo XX que permitieron una mejor comprensión de la organización: la teoría de la información, la cibernética y la teoría de sistemas. Fortaleciendo este tejido están las teorías de la auto-eco-organización, las derivaciones epistemológicas de la mecánica cuántica y de la biología de lo humano, los aportes de Basarab Nicolescu entorno a la transdisciplina y los aportes de Edgar Morin al pensamiento complejo a través de su propuesta de los 7 principios complementarios e interdependientes. Esta investigación hace énfasis en el dialógico, de recursión organizativa y hologramático, además de revisar el rol que el desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TIC) están generando en la complejización del mundo.

Por esta razón Osorio (2012: 273), citado por Yanes (2015), plantea que “el pensamiento complejo, al mismo tiempo que lucha por conectar lo separado, debe ser capaz de reconocer lo anormal, lo singular, lo concreto”. Para lograrlo el pensamiento complejo trabaja con

operadores de conocimiento que serán ejes del modelo pedagógico a construir. El primero de ellos el del bucle recursivo, concepto de la cibernética que concibe la paradoja de que el efecto retroactúa en la causa y la modifica, este principio incide en la transformación de las relaciones causa/efecto mecanicista positivista, generando en los estudiantes y docentes la capacidad de contextualizar y de analizar la totalidad de los aspectos que les interesa, derivando así, la aplicabilidad del principio hologramático, que Osorio (2012), señala que este principio nos permite concebir que en una organización determinada, (en esta investigación el modelo), el todo está inscrito en cada una de las partes, pero la totalidad no es la suma de las partes , es solo una inscripción estructural del todo en sus partes.

Sin embargo, las singularidades son controladas por esta organización de la totalidad en el sentido que una parte de ese todo se expresa en ella, pero que a pesar de ello es portadora de las cualidades del todo. En la enseñanza de las ciencias y fundamentalmente en sus vínculos con cultura con efecto humanizador, se pretende validarlo al lograr que los estudiantes y docentes entiendan de mejor manera las cualidades de las partes relacionadas con el todo.

En esta perspectiva del paradigma de la complejidad, un principio que hace parte del modelo pedagógico, es el dialógico. Osorio (2012), señala que él pone en relación ideas que son antagónicas. Es un diálogo de lógicas entre orden/desorden/organización, y entre lo que se aparenta ser a la vez concurrente, antagónico y complementario. Enfocado a la enseñanza implica que los actores del proceso pensarían de manera compleja, que implica pensar religando, contextualizando, a tener en cuenta la praxis de vivir de los sujetos en una intersubjetividad, pero también presente la inter-objetividad, integrando los antagonismos, con una visión poliocular de la realidad que nos envuelve. Desarrollar procesos pedagógicos y didácticos que integren a este principio es fundamental en esta investigación.

Así mismo, el presente proceso se plantea integrar los principios del pensamiento complejo, con los de la cibernética de segundo orden. En la misma dinámica del pensamiento complejo, la cibernética de segundo orden permite superar el paradigma de la simplicidad. La cibernética de segundo orden o cibernética de la cibernética nace unos treinta años después de la cibernética de primer orden, a principios de 1970. La cibernética de segundo orden estudia ya no solo el sistema o concepto cibernético, sino también al ciberneta, es decir, al observador, como parte del sistema mismo.

Entre de los aspectos estudiados y que resultan transformadores al transferirlos a la educación corresponde al movimiento de los micros objetos que según Capra (1983), que muestran su doble carácter de partículas con propiedades corpusculares y al mismo tiempo de ondas. Sus propiedades corpusculares limitan su movimiento a espacios muy reducidos, sin embargo, sus propiedades de ondas le permiten perturbar espacios mucho más extensos. Entonces estas relaciones de la región de localización de partículas con el todo, al cual pertenecen son denominadas por la física cuántica como relaciones de incertidumbre. Por tanto, la comprensión del microcosmos ayuda a transformar el paradigma de la simplicidad, proponiendo un modelo que integre los operadores del pensamiento complejo con los fundamentos de la cibernética de segundo orden y conectar finalmente con el estudio de la incertidumbre, como precursora de las rupturas epistemológicas de la ciencia positivista y lineal, planteadas por Mosterín.

En 1958, Heinz von Foerster efectúa una revisión crítica de la teoría de Wiener, concluyendo que la cibernética que éste había desarrollado introducía cambios importantes, pero no suponía una ruptura epistemológica, ya que se seguía aplicando el modelo de la ciencia clásica por el cual el observador está fuera del objeto (del sistema, en este caso) y es capaz de estudiarlo con objetividad. Von Foerster consideró que la cibernética debía ir más allá y afrontar un nuevo modelo epistemológico, en el cual el observador formará parte del sistema estipulando sus propios objetivos, su propio papel dentro del mismo. A partir de ese instante se efectúa una distinción entre la cibernética clásica o cibernética de primer orden y la cibernética de segundo orden, denominado también como teoría de la complejidad.

La pregunta que se hace la cibernética de primer orden se puede formular de la siguiente forma: ¿dónde están los enlaces circulares en este sistema? Mientras que la cuestión que se plantea la cibernética de segundo orden es: ¿cómo generamos nosotros este sistema a través de la noción de circularidad? Para esta investigación, los autores consultados y que fundamentan la cibernética de segundo orden son: Morin, Maturana, Von Foerster, Glasersfeld, Bateson, Prigogine, y Varela, entre otros, y, en la actualidad muchos de sus principios han quedado también plasmados en la teoría de los sistemas complejos o teoría de la complejidad.

Desde un punto de vista epistemológico, la cibernética de primer orden se inscribe dentro de la corriente realista u objetivista que considera que el conocimiento se refiere a una realidad estable, objetiva, existente independientemente a que ésta sea conocida por el hombre. Por el contrario, la epistemología desarrollada por la cibernética de segundo orden se enraíza en la filosofía kantiana y considera que "el mundo de la experiencia, ya se trate de la experiencia

cotidiana o de la experiencia de laboratorio, constituye la piedra de toque para nuestras ideas." (*Glaserfeld, 1988, 23*). En este sentido, el conocimiento no implica una correspondencia con la realidad.

El realismo considera que existe una correspondencia entre el conocimiento y la realidad mientras que este autor sostiene que el conocimiento supone tan sólo un encaje. De este modo, diferentes conocimientos, significados, interpretaciones y experiencias pueden encajar en una misma realidad. En definitiva, tal y como afirma Maturana, "el observador se hace en la observación y cuando el ser humano que es el observador muere, el observador y la observación llega a su fin" (Maturana, 1994, p.158). Desde esta perspectiva cibernética, la construcción es el resultado de la autorregulación del sistema. Al trasladar este concepto en el ámbito de la educación, se concluye que en la construcción del conocimiento debe haber también un proceso de reflexión. La función de la cognición es adaptativa y sirve para organizar el mundo experiencial del sujeto y no para describir una verdad o realidad ontológica objetiva. El conocimiento es pues como un mapa de senderos de acciones y pensamientos que en el momento de la experiencia se han convertido en viables. Cabe entonces establecer la diferencia entre los conceptos entre cibernética de primer orden y de segundo orden:

...la cibernética de primer orden se entiende como la ciencia de la pauta y de la organización, la cual se preocupa por los procesos de control y la comunicación. Con la concepción de que no es posible considerar una parte del fenómeno separada de las otras por su interdependencia, aparece el estudio de los mecanismos de regulación como lo es la retroalimentación. (Planteado por Wiener) Fundamenta la nueva teleología de la circularidad, para la mantención de un equilibrio dinámico (Jutoran, 1994 p.6).

Por otra parte:

No obstante, a pesar del enorme avance hacia el conocimiento de la complejidad de los fenómenos, todavía queda mucho camino por recorrer. En esta cibernética de primer orden, se estudian todos los fenómenos como sistemas, pero, ¿qué pasa con el observador? ¿Qué rol juega?, es decir, ¿es parte de un sistema mayor al está observando? ¿Puede incluirse en el sistema dependiendo de la unidad de análisis que se esté ocupando? Estas son preguntas que nos movilizan hacia una cibernética de segundo orden, en donde hay una necesidad de entender los

límites de los sistemas, es decir, hasta qué punto yo soy parte o no del sistema.

(Brett, 1999 p.3)

En la cibernética de primer orden hay una excesiva confianza en los sentidos y percepciones, como si fuesen fidedignos de una realidad que esta "afuera", en donde nuestro rol es "descubrirla" para tener un mejor entendimiento del mundo. Y no solo se observa a nivel individual cuando cada uno le otorga cualidades a los sistemas particulares, también se observa en los sistemas sociales, en donde se confía excesivamente en los consensos sociales, por ejemplo para diferenciar lo normal de lo anormal.

La reforma profunda de la enseñanza y de las diversas maneras de concebir el mundo desde un modelo pedagógico, hace parte de un sistema social, donde no basta confiar en los consensos a priori, si no ir más allá, hacia la autopoiesis, que según Maturana (2018) es la capacidad que tienen los seres vivos de mantener y desarrollar su propia organización.

... es una dinámica en la cual lo que ocurre en esa dinámica como proceso de producciones moleculares, da por resultado el sistema en el cual esos procesos moleculares se producen. Es decir, se producen a sí mismos. *Auto-poiesis*, producción de sí mismos. (Maturana, 2018 p.1)

Entonces, ya no se habla de cambios en la organización, sino en la estructura, la cual puede sufrir perturbaciones, pero manteniendo su organización autónoma o autopoietica intacta. Entonces en la cibernética de segundo orden, al incluir al observador dentro de lo observado, estamos advirtiendo que la neutralidad es sólo una ilusión, ya que al estar éste implicado en el sistema que observa significa que su subjetividad está juego. En el proceso de construcción del modelo pedagógico cada uno de los componentes del sistema se involucra, de manera crítica y democrática.

Al llegar al proceso de construcción, se revisaron teorías y conceptos en torno a la relación entre la cibernética de segundo orden y la pedagogía, con base en las reflexiones que Clara Romero Pérez (2001) hace en su documento. “El constructivismo cibernético como metateoría educativa: aportaciones al estudio y regulación de los procesos de enseñanza y aprendizaje”:

El carácter interdisciplinar que ofrece el constructivismo epistemológico ha influido asimismo en la revisión de algunas nociones claves en la Cibernética. Las implicaciones constructivistas de la cibernética se aprecian en los nuevos modelos explicativos que ofrece la Cibernética de segundo orden ("cibernética de la cibernética") respecto de la

teoría cibernética clásica. Las nociones de regulación y de información -conceptos centrales en la Cibernética- son revisadas desde la cibernética de segundo orden de acuerdo con los postulados constructivistas. Ambas nociones y, junto a ellas, las de cognición y conocimiento, nos permitirán reformular algunos principios y conceptos claves en el ámbito propiamente pedagógico.

Como paso previo a este análisis pedagógico, se ofrece inicialmente una síntesis conceptual de las nociones anteriormente referidas. En primer lugar, nos referiremos a las ideas de cognición, conocimiento e información. En segundo lugar, nos centraremos en las nociones de autorreferencia y de acoplamiento estructural tomadas del campo de la Biología. La cibernética de segundo orden asumirá estos dos últimos principios procedentes de las propuestas teóricas de la cibernética constructivista del epistemólogo ciberneta vienés Heinz Von Foerster. (Romero, 2001 p 3).

Desde estas posturas teóricas se estructura y se desarrolla el modelo pedagógico, llegando a plantear una alternativa para reformar los currículos y transformar la operatividad en las aulas que verdaderamente integre en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias los avances surgidos de la relatividad especial y la mecánica cuántica, donde se puso en tela de juicio la objetividad pregonada por física clásica. Según Mosterin (1999), citado por Soler (2013), en la termodinámica se empezaron a encontrar dificultades para diseñar la máquina perfecta que convirtiera el 100% de calor en trabajo mecánico; en física moderna se encontraron limitaciones para alcanzar velocidades iguales o superiores a la de la luz. Heisenberg encontró dificultades para determinar en un mismo instante la posición y la velocidad de una partícula, lo cual le llevo a formular uno de los principios claves de las ciencias modernas y por supuesto de la complejidad: el principio de incertidumbre. Este principio que hizo sucumbir a las ciencias modernas en sus principales propiedades: la exactitud y la precisión.

Siguiendo a Mosterin, es necesario para la humanización de las ciencias (naturales y sociales), superar el humanismo estrecho que cae fácilmente en las trampas del antropocentrismo, de modo que:

...cuando reducimos el foco de nuestro interés desde todo lo que somos (seres físicos, biológicos y sociales), a solo lo que tenemos de único de peculiar, perdemos el sentido de contexto y dejamos de lado nuestras características más importantes: las peculiaridades de una especie animal con frecuencia son diferencias triviales, como una mancha más en un ala. Algunas especies solo se diferencian por algún rasgo

invisible o por un leve retraso en el periodo de apareamiento. Un énfasis excesivo en lo que es únicamente humano puede resultar contundente. De hecho, la visión antropocéntrica del mundo es completamente falsa y distorsionada, pues finge para nosotros un centro que no ocupamos. No es de extrañar que siempre termine chocando con la ciencia.. (Mosterin, 2013, pág. 15).

Mosterin (2013), también plantea que la ciencia y la filosofía forman un continuo. La filosofía es la parte más global y reflexiva del continuo, el escenario de las discusiones que preceden y siguen a los avances científicos... lo que ayer era especulación filosófica hoy es ciencia establecida. Y la ciencia de hoy sirve de punto de partida a la filosofía del mañana.

En definitiva podemos concluir que el paradigma de la complejidad, la cibernética de segundo orden y el principio de incertidumbre, desde sus teóricos: Morin, Maturana, Von Foerster, Glaserfeld, Bateson, Prigogine, y Varela, entre otros, integrando sus postulados de una manera dinámica sirvieron de base para la construcción del modelo pedagógico que transforme la enseñanza y el aprendizaje en maneras diferentes de pensar la ciencia que se desarrolla en contextos, impregnados de múltiples crisis, provocando un desencantamiento del mundo. Recuperar en Docentes y estudiantes la capacidad de asombro desde estas nuevas miradas es otro efecto de esta triangulación.

Problema de investigación

Objeto de estudio

Esta investigación, pretende integrar principios del pensamiento complejo y la Cibernética de segundo orden para construir un modelo pedagógico que transforme la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, el cual históricamente se ha desarrollado de manera parcelada, a una concepción transdisciplinar, donde la incertidumbre protagoniza las rupturas epistemológicas de abordar los conceptos científicos de manera lineal.

Planteamiento del problema

Los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las ciencias en general, tanto sociales como naturales, desde los saberes institucionales, están culturalmente separados, provocando como lo diría *Osorio (2012)*, una “escisión entre la vida humana y la vida del planeta y del universo, expresándose con mucha fuerza en los currículos de colegios y universidades”, a esto se suma la parcelación de dichos currículos, el tratamiento de los conocimientos de cada ciencia

divorciados de la relación de ciencia - cultura, con efecto deshumanizador y sin incidencia sobre el buen vivir de los sujetos, que enseñan y aprenden.

El problema visualizado se puede sintetizar en la emergencia de construir un modelo pedagógico que transforme los procesos de enseñanza y aprendizaje, generando unos currículos transdisciplinarios entorno a la identificación de bucles entre la ciencia y la cultura, puesto que hasta ahora hay un divorcio entre ciencia natural y ciencia social, a través de currículos parcelados y lineales. De esta situación prevalente se deriva las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cómo el paradigma de la complejidad y la pedagogía cibernética de segundo orden contribuyen a la construcción de un modelo pedagógico que transforme los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias?
- ¿Cómo el efecto humanizador del paradigma de la complejidad y la pedagogía cibernética de segundo orden integrados en el modelo pedagógico, impactan el buen vivir de los sujetos que enseñan y aprenden las ciencias?

El mundo cambió y con él todas las formas de vivir, acumulando nuevas maneras de estar en él, que no estaban enmarcadas en lo que hasta entonces era la ciencia. De modo que “... la explosión de los conocimientos, de las disciplinas, de las especialidades y de los enfoques que se han dado en el siglo XX y la reflexión epistemológica encuentra en ese modelo tradicional de ciencia no solo insuficiente, sino, sobre todo, inhibidor de lo que podría ser un verdadero progreso, tanto particular como integrado, de la diferentes áreas del saber”. (Martínez M., 1997). Si la ciencia ha sufrido cambios trascendentales, en consecuencia, el modelo que se aplican para su enseñanza, tienen que ser redefinido desde el nuevo paradigma para abarcar una nueva realidad que incluya las nuevas y múltiples realidades y componentes.

Entonces como lo plantea Martínez Miguel: “es de esperar que el nuevo paradigma emergente sea el que nos permita superar el realismo ingenuo, salir de la asfixia reduccionista y entrar en la lógica de una coherencia integral, sistémica y ecológica; es decir, entrar en una ciencia más universal e integradora, en una ciencia verdaderamente interdisciplinaria”, (Martínez, 1997), el modelo ha de responder a esta necesidad.

Delimitación Espacial y Temporal del Problema

Esta investigación se desarrolló en la Institución Educativa Municipal “María Goretti”, de la Ciudad de San Juan de Pasto de la República del Colombia en el ámbito de educación media

donde se está implementando el proceso de Inducción a la construcción del modelo pedagógico desde la perspectiva del pensamiento complejo. El tiempo de desarrollo de este estudio es de siete (7) años, con una sistematización proyectada para el mes de Diciembre del 2020.

Propósito u objetivo

El propósito planteado se sintetiza en la necesidad de construir un modelo pedagógico que transforme la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias desde una perspectiva transdisciplinar y humanizadora.

13

Objetivo General

Construir un modelo pedagógico fundamentado en el paradigma de la complejidad y la pedagogía cibernética de segundo orden y la humanización de la ciencia.

Objetivos Específicos

- Describir los bucles entre el pensamiento complejo y la cibernética de segundo orden para la construcción del modelo pedagógico para la humanización de la ciencia.
- .Explicar la relevancia de las rupturas epistemológicas de los conceptos científicos lineales a partir de la incertidumbre y la teoría del caos para la construcción del modelo pedagógico
- Identificar los elementos que constituyen una metodología transdisciplinaria que permitan la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Justificación

Por más de 30 años de experiencia docente, tanto en bachillerato como en universidades, siempre encontré unos currículos lineales y parcelados, operadores de una educación tradicional, donde el profesor como poseedor y trasmisor de conocimiento y el estudiante como tabula rasa al que hay que impartirle conocimientos de manera dosificada y parcelada, con ausencia de relaciones o correlaciones entre los saberes de cada una de las disciplinas que hacen parte de esos currículos.

Desde esta perspectiva emerge la necesidad del paradigma de la complejidad, la cibernética de segundo orden como “antídotos” a la razón y la lógica que se ha posicionado en las instituciones educativas, una razón reduccionista, simplificante y cerrada, es urgente, entonces construir una propuesta curricular y pedagógica que activen los “operadores lógicos que trazan el surgimiento de la complejidad” (*Giraldo, 2005*). Estas son razones que han

direccionado este estudio, con el objeto de lograr un nuevo modelo pedagógico que a partir de su diseño se pueda proponer una alternativa para generar una cultura transdisciplinaria en el estudio y humanización de la ciencia a partir de didácticas factibles de operar en el aula de clase.

Es el gran reto de esta investigación aportarle a la ciencia un modelo pedagógico alternativo, con un diseño curricular, unos procesos pedagógicos operado en didácticas transdisciplinarias con base en la dialógica, lo hologramático y la recursividad, como principios de base del pensamiento complejo.

Método

Diseño o Tipo de Investigación.

Tomando en cuenta el objeto de investigación se hace necesario abordar el presente estudio a partir de la investigación transdisciplinar para realizar la búsqueda de los puntos de encuentro y la integración del paradigma de la complejidad, la pedagogía cibernética de segundo orden y el principio de incertidumbre, para la construcción de un modelo de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

15

Esta investigación cuenta con la sociología y la hermenéutica como fuentes teóricas para su desarrollo. La Sociología que utiliza como fuente de datos el análisis documental cualitativo y la hermenéutica como la comprensión del sentido, en un contexto y a través del diálogo. Como fuente filosófica tiene a la fenomenología, en tanto permite el estudio de “las estructuras de la conciencia que capacitan al conocimiento para referirse a los objetos fuera de sí misma”. (Scheler ,1913).

El concepto de fenomenología, se puede ampliar así:

Dentro del Paradigma Cualitativo se toma como base epistemológica el historicismo, la fenomenología, y el interaccionismo simbólico. El énfasis corresponde a la descripción y comprensión interpretativa de la conducta humana, en el propio marco de referencia del individuo o grupo social que actúa. El proceso para recoger información es flexible en tanto es un proceso interactivo continuo, marcado por el desarrollo de la investigación. El análisis es interpretacional, socio-lingüístico y semiológico de los discursos, acciones y estructuras latentes. Y el alcance de los resultados se orienta a la búsqueda cualitativa de significados de la acción humana”. (Cárcamo, 2005).

Enfoque. La investigación transdisciplinaria corresponde a un tipo de investigación, cuyo enfoque involucra la integración de varios métodos que “combina un protocolo formal, ... con una secuencia metodológica de un modelo diferente” (Unam, 2004). Este método según Hadorn (2004) establece que “ la necesidad para una unión se dirige hacia el mundo, la ciencia o el individuo (...) la unidad de la ciencia como una correlación de conocimiento teórico, metodológico o epistemológico, la unidad de acción como una correlación del conocimiento científico, pragmático y moral, o finalmente, la unidad como la tarea educativa del individuo”.

Hadorn, Pohl & Scheringer citados por UNAM (2004), determinan que “la investigación transdisciplinaria implica ver un problema en un nivel descriptivo, normativo e interactivo.” “No solo produce un conocimiento sistémico sino que se espera que produzca conocimiento sobre los objetos de investigación y el poder para evaluar estos esfuerzos. Se espera también, que este tipo de investigación sugiera soluciones para transformar efectos y procesos indeseados”

La investigación transdisciplinaria es para Pohl y Hadorn (2007), la creación del conocimiento en torno a la resolución de problemas del mundo real. Problemas complejos, donde se tenga una mirada múltiple del mismo, donde se relacione el conocimiento teórico con el caso específico que conduzcan finalmente al desarrollo de conocimientos y prácticas que promuevan el bienestar para todos. Lo trascendente ocurre cuando las disciplinas se relacionan y de esta relación surge como resultado una transformación. “La investigación transdisciplinaria es un sistema construido en el procesos de colaboración de la investigación, donde aparece el enfoque sistémico y holístico de la resolución de problemas con base a teorías de sistemas” (Pohl y Hadorn 2007).

La investigación, acorde con lo anterior, corresponde a un enfoque cualitativo propio de los estudios de las ciencias sociales y en particular de los fenómenos que ocurren alrededor del ejercicio de la Educación. Es importante recordar que este enfoque se basa en un paradigma constructivista, que en su origen con Emmanuel Kant (1781, p.12), determina que “El conocimiento empírico es una mezcla entre lo que se recibe por medio de impresiones sensoriales y lo que a ello añade la mente. Debe aislarse lo que en ese conocimiento sea estrictamente necesario y universal para obtener lo que buscamos: los conocimientos a priori que nuestra razón especulativa es capaz de proporcionarnos”.

En tanto, Max Weber (1908), aporta al concepto del constructivismo al reconocer que describir y medir son variables sociales:

para Weber la acción humana es un objeto que, en tanto que "muestra nexos y regularidades" que son causales, puede explicarse, por vía de la comprensión, de un modo intersubjetivo y, por lo tanto, plenamente objetivo, esto es, a través de un medio metodológico que cumple con las condiciones para la validación objetiva del conocimiento producido. ¿En qué consiste este medio metodológico intersubjetivo? Este medio o instrumento metodológico es lo que Weber llama tipos ideales: "Antes bien, el [acto de] 'comprender' determinado nexo ha de

ser controlado, en la medida de lo posible, con los métodos usuales de la imputación causal [...]" (Weber, 1982: 176).”(Farfán, 2009).

También, corresponde a una investigación con enfoque histórico hermenéutico, dado que el objeto de investigación se centra en interpretar teóricamente la Complejidad y la Cibernética de Segundo Orden como constructores del modelo pedagógico para la Enseñanza y aprendizaje de las ciencias, en un contexto determinado. Dentro de este enfoque se establece como método la interpretación lógica deductiva.

Técnicas o instrumentos

Finalmente la presente investigación corresponde además a la investigación teórico documental, en tanto busca realizar la revisión de la teoría de la complejidad y la cibernética de segundo orden como constructores del modelo pedagógico para la Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En el entendido que no es posible experimentar un trabajo de campo sin antes haber documentado lo suficiente el objeto de estudio, por lo cual se hace una investigación documental con fuentes tanto primarias como secundarias.

Población, muestra y lugar

Población. La investigación se ha desarrollado en diferentes etapas a lo largo de varios períodos de tiempo y en diversos sectores poblacionales que congrega a Docentes en el Departamento de Nariño, distribuidos en los diferentes municipios en el marco de la capacitación docente a través de cursos de ascenso para el escalafón docente.

También se ha realizado un proceso de estudio y seguimiento con Estudiantes de ciencias de Básica Secundaria de grados séptimo y noveno, y representantes de docentes y estudiantes de la Institución Educativa Municipal María Goretti de la ciudad de Pasto, en el Departamento de Nariño, con los cuales se ha realizado un seguimiento en el desarrollo de la formación en el área de Ciencias.

Por otra parte la población universitaria de estudiantes y docentes de los primeros semestres de las carreras de Ingeniería Industrial, Derecho, Odontología y principalmente de Medicina en la Universidad Cooperativa de Colombia, que incluye además el desarrollo del premédico. De igual manera estudiantes, directivos y docentes de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en Tulcán, zona norte del Ecuador.

Muestra

Se ha desarrollado el proceso con una población de trescientas (300) estudiantes de la Institución educativa Municipal María Goretti de los grados octavo y noveno de secundaria. Por otra parte setenta (70) docentes de tiempo completo y hora cátedra de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi en Tulcán, zona norte del Ecuador.

Lugar

Esta investigación aplicada de alcance descriptivo, impacto en la comunidad educativa de la Institución Educativa Municipal “María Goretti”, de la Ciudad de San Juan de Pasto de la República del Colombia en el ámbito de educación básica en el área de ciencias, en la Universidad Cooperativa de Colombia, y en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi UPEC, Cantón *Tulcán* y capital de la Provincia de Carchi en Tulcán, zona norte del Ecuador, en las cuales se implementó el nuevo modelo pedagógico, logrando procesos curriculares inter y transdisciplinarios

Métodos de recolección de la información

Los métodos primarios se basaron en la observación participativa y los secundarios fueron: textos, libros, informes, datos y estudios previos.

Criterios de validación

Se establecieron los siguientes criterios de Validación del proceso:

- Sostenimiento de la experiencia durante un período superior a diez años, que se demuestran en la valoración de los desempeños de las estudiantes.
- Replicación de la experiencia en otras instituciones educativas tanto a nivel local, como regional y nacional.
- La socialización del modelo en diferentes congresos a nivel local, regional, nacional e internacional, los cuales han permitido difundir el proceso a través de las memorias, registros y evidencias de los trabajos realizados.

- La reestructuración del plan de área y de los planes integrales de aprendizaje (PIA), a través de núcleos problema, operativizando procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde el modelo ciber-complejo.
- Difusión y experimentación del modelo en cursos de cualificación de educadores en ejercicio, en instituciones del departamento de Nariño.

Resultados

Al describir los bucles entre el pensamiento complejo y la cibernética de segundo orden para la construcción del modelo pedagógico para la humanización de la ciencia, los docentes reconocen el papel activo del estudiante dentro del modelo pedagógico ciber-complejo. Los estudiantes se concientizan de la necesidad de una formación en pensamiento crítico para abordar la realidad, el necesario diálogo y la recursividad para profundizar el aprendizaje. El cambio de los diseños de los momentos de aprendizaje y con ellos las didácticas y los escenarios de formación, fue una constante de todas las voces que participaron en los conversatorios.

A través de la investigación participativa, se habló de diversos problemas a resolver; de la lectura comprensiva; de la necesidad de integración de saberes; de la interiorización de conceptos; de los mapas mentales; de las metodologías activas del aprendizaje; del proceso de evaluación y no de calificación y de la necesidad de orientar los procesos, entre otros, con el fin de que éstos permitan un mejor desarrollo del talento humano, incentiven la creatividad y permitan la asimilación de conceptos. Además, se insistió en la necesidad de que se demuestre la relación de los contenidos de las diferentes materias en un mismo nivel y luego entre niveles, enriqueciendo así el nivel y perfil de los egresados.

La caracterización de las prácticas pedagógicas desde el Modelo Tradicional en la UPEC y la IEM “María Goretti”, está representada en las charlas magistrales, la realización y calificación de exámenes, pasividad verbal, clases para cubrir contenidos, conceptos que se memorizan, educación repetitiva, un mínimo uso de equipos audiovisuales y multimedia. El docente “dicta” clases magistrales, imparte contenidos, en una relación de jerarquía y poder. Se encontró una enseñanza en la que no se reflexiona ni estudia a profundidad, implicando de este modo una enseñanza empírica desde la pedagogía.

En el aspecto de la evaluación se contempló el fenómeno generalizado de la evaluación con nota, de características punitivas y análisis subjetivo. En el aula no se analizan los factores internos de las personas que participan y los medios y contextos en los cuales se realiza el proceso educativo. El proceso se realiza por fuera del contexto real de las personas, limitando la retroalimentación, el cuestionamiento, el razonamiento y la reflexión de los motivos para llevar a cabo el proceso educativo.

Por otra parte, los docentes manifiestan la ausencia de diagnósticos de conocimientos previos que permitan el reconocer qué saben las personas que emprenden la universidad. Muchos conceptos no se articulan en la vida práctica del estudiante generando grandes

dificultades para integrarlas a la vida profesional. La linealidad impide mayor fluidez en la gestión creativa de docentes y estudiantes.

Al Identificar los elementos que constituyen una metodología transdisciplinarias que permitan la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se consideró que las practicas investigativas que se desarrollan desde la complejidad aportan significativamente al proceso educativo universitario en la medida en que se busca que sean una investigación contextualizada, interdisciplinaria, dialógica implica realizar un aprendizaje, desaprender y reaprender, tener enfoques investigativos multidisciplinarios. Los métodos cambian para tener una relación con la realidad, de modo que quien investiga parte de una situación real donde hay un problema y que es factible de estudio. Esto va a significar que la investigación no sea un momento final de un proceso académico, sino un proceso permanente que puede abrir espacios claros para el desempeño de los profesionales que emprenden sus carreras. En esa medida requerirá la flexibilidad investigativa, la formación de equipos multidisciplinarios comprometidos en el aporte a la solución de un problema. El conocimiento llega a partir del entendimiento de las partes y del todo en su interrelación contextual, siendo en toda su esencia un conocimiento pertinente. Se avanza hacia una investigación inter, multi y transdisciplinar.

Conclusiones

Se estructura el modelo pedagógica ciber-complejo, dinamizando la desparcelación de las disciplinas que componen las ciencias, a partir de los bucles epistemológicos entre las ciencias y las humanidades, desarrollando en los estudiantes procesos que se ajusten a los principios dialógico, hologramático, recursivo y organizacional, primando, la razón argumental a partir de contenidos interdisciplinarios en torno a la resolución de problemas y la retroalimentación permanente de conocimientos.

Toma fuerza el uso de metodologías participativas para la construcción del conocimiento y su aplicación práctica de manera dinámica ante el constante cambio de conocimiento desde una realidad de ideas contrarias, el uso de métodos creativos, desarrollo de competencias, habilidades, destrezas, desempeños, promueve a pensar. Para la operativización del modelo es necesario hacer una reforma profunda de la manera de pensar los procesos, administrativos y pedagógicos, a luz de del pensamiento complejo, la cibernética de segundo orden y la humanización de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Se transforman la evaluación memorística y repetitiva por una evaluación integradora, que valore los desempeños de docentes y estudiantes, a partir del desarrollo de núcleos temáticos integradores, que evidencien la asociatividad de varias disciplinas en la solución de problemas derivados de los diferentes contextos.

Finalmente se surgen recomendaciones, claves para el sostenimiento de la operatividad de los modelos educativos y pedagógicos:

1. Fortalecer, el diseño y el desarrollo de proyectos integradores.
2. Hacer seguimiento permanente de la implementación tanto el Modelo Educativo como el Modelo Pedagógico.
3. Incluir las Tecnologías de la Información y la Comunicación como ejes transversales
4. Incorporar el tema de la Cultura y los saberes ancestrales para reestudiarlos y reencontrarse desde la perspectiva de la ecología de saberes.
5. Considerar la viabilidad de incluir como necesidad, la gestión de más clubes o espacios que permitan volver a revisar el mundo real.
6. Se está en un proceso de acreditación que se aleja un poco de lo que se propone en el Modelo, revisar los puntos de encuentro.
7. Incluir neuro aprendizaje que permita realizar una acción pedagógica real
8. Continuar implementando mecanismos para lograr un verdadero empoderamiento de los modelos.
9. Continuar con la actualización al grupo directivo y docentes sobre las nuevas tendencias en educación. Toda la comunidad universitaria debe estar en permanente capacitación.
10. Estructurar un plan de cualificación entorno a potenciar en docentes y estudiantes los procesos de e adaptación a los cambios, para lograr un verdadero cambio actitudinal.
11. Incluir el término sustentabilidad no desde lo empresarial sino desde la concepción que toma la UNESCO.
12. Considerar las propuestas del grupo de “Universidad Sustentable” como proyecto. Analizar el grado de sustentabilidad y objetivos de la UPEC, para entender el término desde los objetivos de la UNESCO. Y realizar sustentación con la comunidad educativa.
13. Ampliar el espacio de transición entre el modelo vigente y el propuesto.
14. Es importante conocer y profundizar sobre la cibernética de segundo orden, desde la perspectiva del pensamiento del sur y la complejidad.

a. Aplicaciones prácticas

La operatización del modelo logro: La desparcelación de los currículos de las ciencias naturales y sociales; el dialogo de saberes con otras disciplinas para resolver problemas,; la transformación de las estructuras curriculares y lo más fundamental la humanización de las prácticas pedagógicas.

b. Investigaciones futuras.

Hacia el futuro se hace necesario desarrollar una investigación que se deriva de los procesos de implementación del modelo pedagógico cibercomplejo, es la urgente necesidad de transformar los currículos universitarios y de educación: inicial, primaria y secundaria. Así mismo generar un proceso investigativo transdisciplinario de cualificación de docentes en formación y en ejercicio desde la cibernética de segundo orden, la complejidad, el pensamiento complejo y las epistemologías de segundo orden.

Referencias bibliográficas

- Brett, Claudia. (1999) *Hacia el nuevo paradigma de la cibernética de segundo orden*.
<https://www.ecovisiones.cl/metavisiones/articulos/nuevo-paradigma-cibernetica-1.htm>
- Cárcamo Vásquez (2005) *Hermenéutica y Análisis Cualitativo*. Recuperado:
www.facso.uchile.cl/publicaciones/Moebio/23/carcamo.htm
- Cordero Ayala, Hernán. (2012) *Investigación Transdisciplinaria*. Revista Big Bang Faustiniiano. Revista, Opinión, Análisis y Propuesta. ISSN 2305-4352. Año 1 Volumen 1 No. 1. Octubre – Diciembre 2012. Recuperado.
https://issuu.com/unjfsc_vri_ocig/docs/revista_bing_bang_a1_vol1_n1/5
- Farfán, Rafael (2009). *La sociología comprensiva como un capítulo de la historia de la sociología*. (México) versión On-line ISSN 2007-8358. Sociológica (Méx) Volúmen 24 No. 70 México may/ag.2009. Recuperado:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732009000200008
- Giraldo Montoya, Gladys. (2005) *Teoría de la complejidad y premisas de legitimidad en las políticas de educación superior*. Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales. 22: pag.46-72. Pdf. Recuperado. <https://www.moebio.uchile.cl/22/giraldo.html>
- Glaserfeld, (1988). *The reluctance to change a way of thinking*. The Iris Journal of Psychology, 9(1), 83-90. <http://www.vonglaserfeld.com/111>.
- Gros Salvat, Begoña. (1996). *Pensar sobre la educación desde una concepción sistémico cibernético*. Ediciones Universidad de Salamanca. Teor.educ.8, 1996, pp.81-94. Recuperado.
https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/71785/Pensar_sobre_la_educacion_desde_una_conc.pdf;jsessionid=7098103CCFEE00AB6070F8EFE8FC4601?sequence=1
- Hadorn G. H., (2004) “*Unity of knowledge in transdisciplinary research for sustainability*”, Encyclopedia of Life Support System (EOLSS), 2004, [En línea] Disponible en:
http://www.greenplanet.eolss.net/EolssLogn/mss/CO4/E6-49TXT.aspx#5Unity_Knowledge_Educati
- Martínez Miguelez, Miguel. (2007) *El paradigma Emergente. Hacia una nueva teoría de la racionalidad científica*. Segunda edición, México: Editorial Trillas, 1997. Reimpresión 2007. ISBN 978-968-24-0415-3.

- Maturana Humberto. (2018) *Qué es autopoiesis por el profesor Humberto Maturana Romesin*. Revista Sistemas Sociales. Recuperado: <https://sistemassociales.com/que-es-autopoiesis-por-el-prof-humberto-maturana/>
- Maturana, H., y Varela, F. (2003). *El árbol del conocimiento: las bases biológicas del entendimiento humano*. Buenos Aires: Lumen. ISBN 987-00-0358-3. <https://bit.ly/31TUK8b>
- Morin, (1984). *Ciencia con Conciencia*. Barcelona. Anthropos, Editorial del Hombre. https://www.academia.edu/21532331/CIENCIA_CON_CONSCIENCIA_EdgarMorin_and_W
- Morin, Edgar; Delgado Carlos (2016). *Reinventar la Educación. Abrir caminos a la metamorfosis de la Humanidad*. Ciudad de México. Multiversidad Mundo Real Edgar Morin.
- Morin, E. (2001). *El Método Tomo I. La Naturaleza de la Naturaleza*. Madrid. Ediciones Cátedra.
- Morrás, Á. S. (2011). *Proceso de enseñanza-aprendizaje y web 2.0: Valoración del colectivismo como teoría de aprendizaje post-constructivista*. Estudios Sobre Educación, (20), 117–139. <http://dadun.unav.edu/bitstream/10171/18344/2/ESE%20117-139.pdf>
- Mosterín, J. (2013). *Ciencia, filosofía y racionalidad*. p.9, Barcelona. Gedisa Editorial. ISBN: 978-84-776-6
- Mosterín, J. (1984). *Conceptos y teorías de la ciencia*. Alianza Editorial.
- Osorio, G y Sergio, N. (2012). *El pensamiento complejo y la transdisciplinariedad: fenómenos emergentes de una nueva racionalidad*. En Revista Facultad de Ciencias Económicas: reflexión, Vol. XX, No. 1, junio 2012, pp. 269-291. Universidad Militar Nueva G, Bogotá, Colombia. Granada
- Romero Pérez, C. (2001). «*El constructivismo cibernético como metateoría educativa: aportaciones al estudio y regulación de los procesos de enseñanza y aprendizaje*», Teoría de la Educación. Sociedad y Cultura en la Sociedad de la Información, 3 (Revista Electrónica) <http://www3.usal.es/teoriaeducacion>.
- Sandoval Casilimas, Carlos A. (1997), *Investigación Cualitativa*, Programa de Especialización en Teoría, Métodos y Técnicas de Investigación Social. Bogotá, Corcas, Editores. ISBN.

958-9329-09-8.

Recuperado.

<https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/manual%20colombia%20cualitativo.pdf>

Scheler (1913). *Realidad humana e ideal de humanidad*: www.max-scheler.de

Soler, (2000). *La Incertidumbre y el paradigma de la complejidad en los procesos de enseñanza y de aprendizaje*. Bogotá. Fondo editorial.

Soler, (2013). *Catedrá Doctoral. Campo Intelectual de la educación y la pedagogía*. Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional. Fondo Editorial.

Soler, M. (2010). *QUIMILUDI: innovación didáctica en la enseñanza de la nomenclatura de los alcanos en la educación media*. Tesis de Maestría en Didáctica de la Ciencias. Bogotá: Universidad Autónoma de Colombia.

Unam, (2004). *Investigación Transdisciplinaria- Docencia FCA_UNAM*. Disponible: [https://www.google.com.mx/#q=+combina+un+protocolo+formal,%E2%80%A6con+una+secuencia+metodo%C3%B3gica+de+un+modelo+diferente\(Unam,+2004\)](https://www.google.com.mx/#q=+combina+un+protocolo+formal,%E2%80%A6con+una+secuencia+metodo%C3%B3gica+de+un+modelo+diferente(Unam,+2004))

Velilla, Marco Antonio. (2002). *Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo*. Upaep. Instituto Colombiano de Fomento de la Educación Superior. Unesco. Corporación para el Desarrollo Complexus. Ediciones Jurídicas Gustavo Ibañez. Recuperado: http://files.doctorado-en-educacion-2-cohorte.webnode.es/200000055-a98dcaa881/ManualIniciacion_pedagogica_PC.pdf

Weber, M. (1908). "Die Grenznutzenlehre und das psychophysische Grundgesetz" Archiv für Sozial Wissenschaft.

Yanes (2015). *Complejidad y Calidad de la Educación*. Santiago de Chile: Ril Editores.