

Universidad de las Ciencias de la Cultura Física y el Deporte
"Manuel Fajardo"



FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN ...

Fidel Francisco Martínez Álvarez

Camagüey, Cuba 2011

Universidad de Ciencias de la Cultura Física y del Deporte
"Manuel Fajardo Rivero" de la Habana
Facultad de Camagüey
Centro de Perfeccionamiento de la Educación Superior
Universidad de la Habana

***Fundamentos epistemológicos para la construcción de una
Educación Transdisciplinaria en Cuba***

Tesis presentada en opción al Grado Científico de
Doctor en Ciencias de la Educación

Autor: MSc. Fidel Francisco Martínez Álvarez
Profesor Auxiliar de Filosofía y de Estudios CTS

Tutor: Dr.C. Jorge Luís Varona López
Profesor Titular de Filosofía
Universidad de Camagüey

Camagüey, 2011

AGRADECIMIENTOS

En la realización de esta tesis han contribuido decenas de amigos y colegas de varias instituciones académicas del país, quienes me han ayudado con sus comentarios, observaciones y valiosas críticas; a todos les agradezco infinitamente, pero quiero extender el merecido reconocimiento a todos los compañeros del querido, pero, injustamente, ya extinto *Centro de Medicina y Complejidad* de Camagüey, quienes fueron muy pacientes con mis “caprichos”, me ayudaron en la comprensión del inmenso valor social de los *Estudios de la Complejidad*, así como en la conformación y desarrollo de mi visión transdisciplinaria que trato de fundamentar en esta tesis. Entre ellos, merecen una mención especial, mis amigos *Ania González Mora*, *Eloy Ortiz Hernández* y *José Betancourt*, quienes consolidaron en mí un espíritu de superación e investigación que ha tenido sus frutos en publicaciones conjuntas que han tenido un inapreciable valor para esta tesis.

Agradezco también, tanto la labor paciente de revisión del texto, como los fructíferos intercambios con mi tutor el Dr.C. *Jorge Luís Varona López* de la Universidad “*Ignacio Agramonte*” de Camagüey. También extendiendo el reconocimiento al Dr.C. *Ramón Afonso Fernández* de la Universidad de las Ciencias Médicas “*Carlos J. Finlay*” de Camagüey por su valiosa ayuda en las correcciones del texto de la tesis.

Además, agradezco de manera muy especial la labor sistemática de revisión y discusión realizada por mi querida esposa la Dra.C. *Maritza Cuenca Díaz* de la Universidad Pedagógica “*José Martí*” de Camagüey, pues sin ella hubiera sido imposible ponerle término a este trabajo.

DEDICATORIA

A mi Madre que en vida merece alegrías como estas.

A la memoria de mi Padre, quien hubiera vibrado de orgullo si estuviera ahora entre nosotros.

A mi familia, en especial a mi esposa e hijo, quienes han tenido la enorme capacidad de soportar mis “*inestabilidades*” y comportamiento impredecible “*al borde del caos*”, así como han asegurado la retaguardia para que yo pudiera culminar esta importante etapa de mi vida profesional.

A un amigo que soñó con realizar un trabajo de este tipo, pero que lo perdimos prematuramente, a mi hermano hegeliano *Jorge Carlos González*, filósofo y trovador santiaguero que trabajó en la Facultad de Economía de la Universidad de la Habana.

INDICE

| | Pág. |
|--|------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS DE LA INTEGRACIÓN DEL SABER. | 11 |
| 1.1. Fundamentos generales del Conocimiento: ¿Epistemología y/o Gnoseología? | 11 |
| 1.2. La visión holística sobre el conocimiento en la Antigüedad. | 14 |
| 1.3. El enfoque disciplinar de la Ciencia en la Modernidad: algunas reacciones. | 21 |
| CAPÍTULO 2. LOS ESTUDIOS Y LA EDUCACIÓN CTS: SU ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO. | 41 |
| 2.1. Los Estudios CTS: origen y presupuestos epistemológicos. | 41 |
| 2.2. La Teoría de la Red de Actores y sus aportes fundamentales. | 45 |
| 2.2.1. Antecedentes y fundamentos de la Teoría de la Red de Actores. | 46 |
| 2.2.2. Argumentos epistemológicos contra el neo-positivismo. | 49 |
| 2.3. El carácter interdisciplinario del Enfoque CTS. | 54 |
| 2.4. La Educación CTS: sus contribuciones en Cuba. | 55 |
| CAPÍTULO 3. LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDUCACIÓN TRANSDISCIPLINARIA EN CUBA. | 64 |
| 3.1. Los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad. | 64 |
| 3.1.1. La Teoría del Caos. | 64 |
| 3.1.2. Otros enfoques y teorías de la Complejidad. | 68 |
| 3.1.3. La Lógica borrosa y sus aplicaciones. | 80 |
| 3.2. La emergente Epistemología transdisciplinaria de la Complejidad. | 83 |
| 3.3. Nuevos paradigmas en la Educación: algunas experiencias internacionales. | 90 |
| 3.4. La Educación Transdisciplinaria: fundamentos para su construcción en Cuba. | 96 |
| 3.5. Propuesta de socialización de la Educación Transdisciplinaria en Cuba. | 110 |
| CONCLUSIONES | 117 |
| RECOMENDACIONES | 119 |
| NOTAS Y REFERENCIAS | 120 |
| BIBLIOGRAFÍA | |
| ANEXOS | |

SINTESIS

En el contexto de la hegemónica globalización neoliberal se ha producido una radical *Revolución del Saber*, protagonizada por todas las ciencias y formas de la cultura, como respuesta a la crisis, generada por los cánones de la racionalidad moderna en general y por los prejuicios y mitos de la concepción heredada del conocimiento en particular. Un especial catalizador para salir de esa crisis lo constituyen los *paradigmas emergentes*, tales como: *Estudios interdisciplinarios CTS*, *Holismo ambiental*, *Bioética*, *Hermenéutica*, *Constructivismo* y *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*, los cuales han sido objeto de estudio del aspirante por más de una década.

En la tesis se reinterpreta, desde las perspectivas del método dialéctico y de los enfoques inter y transdisciplinario, los fundamentos epistemológicos del proceso de integración del conocimiento desde la antigüedad hasta la actualidad, denotando las contradicciones y complementariedad entre los procesos de especialización e integración del saber. Se mostró cómo el primero predominó en la historia, pero también cómo las reacciones del segundo le fertilizaron, a través del azaroso, pero creciente paso de la multi, a la inter y de estas a la transdisciplinariedad. Se sistematizaron decenas de ideas, principios, nociones y conceptos sobre la realidad y el conocimiento, mostrando el vínculo subyacente entre diferentes perspectivas epistemológicas y filosóficas, todo lo cual permitió argumentar la necesidad del Diálogo y la Integración de los Saberes. Además, en la tesis se fundamenta el carácter interdisciplinario de los Estudios CTS, como un fértil campo de integración del saber social, que contribuye de manera creciente a la superación de las limitaciones del ideal clásico de la racionalidad científica, a través de una visión crítica y social de la actividad tecnocientífica. A su vez, se enfatiza la necesidad de aprovechar las contribuciones de la Teoría de la Red de Actores para enriquecer la epistemología y las metodologías del Enfoque CTS. Así también, se valoran las contribuciones y limitaciones de la actual Educación CTS en Cuba, mostrando las potencialidades que tendría con la actualización y acercamiento a los demás *paradigmas emergentes*.

Un especial resultado lo constituye la sistematización que se realiza de los aportes epistemológicos de los emergentes *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*. También se muestran algunas experiencias internacionales en la introducción de los paradigmas emergentes en la educación y se enfatiza la necesidad de adecuarlos endógenamente en Cuba, a partir de la *sistematización de los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria*, la cual se expresa, entre otras formas, en una serie de invariantes temáticas necesarias para la elaboración de programas específicos, que permitan introducir y socializar los paradigmas emergentes y nuevas estrategias transdisciplinarias en la formación y superación de profesores, directivos e investigadores en todos los niveles de la educación cubana.

INTRODUCCIÓN

“¡Insértese en nuestras repúblicas el mundo, pero el tronco debe ser el de nuestras repúblicas!” (Martí, José, 1891/1975a, pág. 18)

El reto que entraña el tema planteado en este enunciado titular: **“Fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria en Cuba”**, incita de inmediato a realizar *insoslayables salvedades*; una de ellas estriba en que el método *dialéctico* y los enfoques *inter* y *transdisciplinario*, que se tratan de aplicar aquí exige establecer nexos entre áreas de conocimientos relativamente distantes, por ello, las *mediaciones conceptuales*, que se utilizarán constituyen un requerimiento indispensable para el replanteo de las *complejidades* propias del *carácter difuso del entramado* que conforman el *problema*, el *objeto*, el *campo* y demás *elementos* constitutivos de la tesis.

En consecuencia, urge considerar estas complejidades y apostar por reflexiones que estén más en el espíritu de la transgresión del **paradigma disciplinar**,¹ o de las fronteras históricamente establecidas por las áreas particulares del conocimiento aquí involucradas y sus correspondientes estructuras categoriales. Como sentenció Marx: *“En la ciencia no hay calzadas reales, y quien aspire a remontar sus luminosas cumbres tiene que estar dispuesto a escalar la montaña por senderos escabrosos”* (Marx, Carlos, 1973, pág. 10)

La presentación de una tesis sobre este controvertido y general tema del *conocimiento científico y su integración*, provoca las más disímiles reacciones. Sin embargo, ¿por qué se parte de la *trasgresión de los marcos limitados de las disciplinas*? Ante todo, esto se justifica porque dentro del amplio campo de las **Ciencias de la Educación**,² un estudio de esta naturaleza no se puede circunscribir solamente a la *Filosofía de la Educación*, u otra área específica, de ese inmenso campo, pues su verdadera naturaleza desbordan las más *difusas* fronteras.

En esencia, en este trabajo se podrá llevar a cabo semejante empresa, porque en toda su *lógica de exposición* estarán siempre presentes **tres ideas rectoras** que irán revelando la riqueza concreta de los conceptos comprometidos en su enunciado titular:

1. La primera idea tiene que ver con la propuesta de *sistematizar los fundamentos epistemológicos*, pues se refiere a la *urgencia de introducir, endógenamente*, en la *educación en Cuba*, las *nuevas reinterpretaciones del conocimiento en la historia de la Filosofía y de las Ciencias*, desde los fructíferos aportes inter y transdisciplinarios de la **Nueva Revolución del Saber: (Anexo 1)**

a) **En las Ciencias Sociales y las Humanidades**:³ estudios sociológicos, económicos, políticos, psicológicos, pedagógicos, éticos e, incluso, **en literatura y arte**,⁴ de los cuales emergieron, entre otros campos de integración, los Estudios interdisciplinarios CTS,⁵

b) **En Física, Química, Biología y Matemáticas**, de las cuales, inicial y esencialmente, han nacido los **Estudios transdisciplinarios de la Complejidad**.⁶

c) En otras formas de *integración interdisciplinarias del saber* tales como: **Holismo ambiental**,⁷ **Bioética global**,⁸ **Hermenéutica** ⁹ y **Constructivismo**,¹⁰ que han estado, de una u otra manera, relacionados entre sí y, a la vez, gremialmente aislados.

2. **La segunda idea** se refiere a la *necesidad de vincular*, desprejuiciadamente, esas dos profusas áreas de integración del saber: los *Estudios interdisciplinarios CTS* y los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*. De hecho, se precisa reconocer que, tanto en la arena internacional, como en la academia cubana actual ha tenido gran impacto el nocivo lastre del **Mito de las Dos Culturas**,¹¹ así como el *aislamiento cultural* (de regiones geopolíticas y de gremios intelectuales), fenómenos acentuados por la globalización neoliberal. Como consecuencia, los cultores de los *Estudios CTS*, por un lado, y de los *Estudios de la Complejidad*, por el otro, con frecuencia no se relacionan y mucho menos establecen estrategias comunes de integración. De hecho, hoy solo existe un tímido **acercamiento**.¹²

3. **La tercera idea** enfatiza que aquí no solo se parte de la *reinterpretación dialéctica del conocimiento científico en la historia*, sino también de la *incorporación* de los significativos avances de los estudios sobre la propia integración del saber, es decir, los estudios sobre **la multi, inter y transdisciplinariedad**,¹³ algo que permite identificar la complementariedad y continuidad de los campos mencionados, pues *el enfoque interdisciplinario del primero es enriquecido por la perspectiva transdisciplinaria del segundo*. Este esfuerzo de integración es un argumento teórico muy importante, pues *desde los paradigmas emergentes* se puede contribuir de manera decisiva al mejoramiento de la formación y superación epistemológica de los profesionales de la *ciencia*, pero, muy especialmente, de quienes laboran en la **educación superior**.¹⁴

El estudio histórico de la integración del conocimiento es un proceso que solo se puede realizar en los marcos de la compleja relación entre Filosofía, Ciencia y Educación, en la que confluyen diversas *disciplinas emergentes* (híbridas, compuestas y “centradas”), que han contribuido, directa e indirectamente, a la constitución de los *fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria* como la que se pretende sistematizar aquí.

Hoy es abrumadora no solo la *asfixiante cantidad de información*, sino también el *torbellino intelectual* que ella genera. Por tanto, “... el mundo que está rápidamente emergiendo del choque de nuevos valores y tecnologías, nuevas relaciones geopolíticas, nuevos estilos de vida y modos de comunicación, exige ideas y analogías, clasificaciones y conceptos completamente nuevos” (Toffler, Alvin, 1980, pág. 5)

Ante todo, en las condiciones excepcionales de hoy, se precisa *reconocer la existencia de una profunda y extensa crisis*,¹⁵ la cual exige *urgentes transformaciones* en todos los ámbitos, en especial, en las políticas y estrategias que se establecen en la esfera de la educación en el país (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 9)

No solo basta con disponer de una noble voluntad política para hacer cambios, sino también se precisa reconocer, con hechos concretos, la existencia de la propia crisis y de sus diferentes dimensiones, pues: “... *no solamente estamos ante una crisis de los fundamentos del conocimiento científico, sino también del filosófico y, en general, ante una crisis de los fundamentos del pensamiento. Esta situación nos impone a todos un deber histórico ineludible, especialmente si hemos abrazado la noble profesión y misión de enseñar*” (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 5)

Desde hace más de dos décadas se viene asumiendo que la universidad convencional está en crisis, no sólo en el plano de la instrucción, sino en su misión educativa también. Es por ello que: “... *en las últimas décadas se ha vuelto común examinar las bases de nuestras posiciones teóricas, para no llegar a la frustración de construir en el aire. La historia de la ciencia es pródiga en ejemplos de construcciones etéreas que, después, sólo pueden sostenerse con base en dogmatismos*” (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 1)

Es natural que siempre la conciencia de las masas esté a la zaga de los acontecimientos, tanto económicos como científicos, de manera que “... *este hecho no tiene que sorprendernos. La conciencia humana en general es extraordinariamente conservadora. La gente se agarra a lo conocido, a lo “normal”, a los viejos hábitos y costumbres, hasta que acontecimientos explosivos destruyen la vieja rutina y les obligan a hacer frente a la realidad de su existencia*” (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 16)

Sería imperdonable que no se reconozca a tiempo la crisis actual, así como la necesidad de una urgente superación de la **Concepción heredada del conocimiento**,¹⁶ que todavía permanece entre muchos profesionales de la educación. Para rebasar ese paradigma se precisa realizar profundas transformaciones epistemológicas hacia la transdisciplinariedad en la propia vanguardia científico-académica del país, es decir, pasar **de la Segunda a la Tercera Ola**.¹⁷

Es muy importante no olvidar que siempre la ciencia “... *creció y se desarrolló en la medida que volvió la espalda a los prejuicios acumulados del pasado*” (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 46) Por lo que si se reconoce, bajo la tradición marxista en la que se ha formado esta generación, que **las contradicciones son las fuentes del desarrollo**,¹⁸ entonces se precisa remover los cimientos del **paradigma del conocimiento tradicional dominante, tanto filosófico como científico**,¹⁹ esa concepción que ha atenazado durante mucho tiempo la capacidad creadora e innovadora en el plano de las ideas y en la práctica académica e investigativa. De hecho, “... *aún seguimos basando gran parte de nuestras decisiones en ecuaciones de causa-efecto más que en, al menos, tratar de comprender la dinámica no lineal de los sistemas de los cuales formamos parte*” (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004, pág. 5)

Esta crisis se ha visto reflejada en la educación superior, con especial dramatismo en América Latina, donde se ha producido un significativo cambio en el “*ethos académico*”, pues ha crecido la *transculturación*, bajo el

empuje reaccionario de la tendencia más aberrada del postmodernismo y otras corrientes globalizadoras de estirpe neoliberal, que imperan en determinados recintos académicos e instituciones científicas de la región.

Las implicaciones ideológicas de tales influencias, en la ciencia y en la educación, con frecuencia se subestiman y es verdad que *ideas pseudocientíficas e imposturas* se hacen pasar por muy novedosas (Follari, Roberto, 1993) Pero a su vez, viéndolo a la inversa, se puede afirmar que en no pocas ocasiones hay quienes, subrayando demasiado estos riesgos, asumen la posición extremista de ver fantasmas políticos por todas partes y se atrincheran en los dogmas propios del **paradigma ideológico tradicional**.²⁰

En verdad, lo que urge hoy es la búsqueda de la información integradora del saber, que está siendo proporcionada por los nuevos paradigmas de la ciencia y asimilarlos endógenamente, es decir, **fragar lo propio y lo ajeno en lo universal, como verdadero patrimonio esencialmente perdurable**.²¹ Por su naturaleza, *el patrimonio científico perdurable* no se puede reducir a *un paradigma, modelo o forma de racionalidad*, pues, por muy genial que parezca siempre entraña también inevitables limitaciones. De manera que todo paradigma precisa ser renovado, enriquecido y hasta a veces sustituido en dependencia de las condiciones históricas concretas en las que se ha desarrollado (Morín, Edgar, 1998, págs. 34, 82, 154-155).

Por tanto, *la ciencia perdurable es aquella que trasciende como algo universal y no se deja atenazar por un paradigma en particular*. Es decir, la ciencia avanza gracias a aquellas formas de saber que cambian, se sustituyen, se enriquecen y renuevan constantemente con arreglo a contextos o entornos específicos, sobre los cuales, a su vez, cada forma de conocimiento ejerce una constante influencia transformadora.

Así pues, hoy se debe reconocer que “... *lo verdaderamente importante es asumir la necesidad de cambiar los paradigmas y mentalidades en torno a la educación, pues de lo contrario, ninguna inversión en la educación, por abundante que sea puede resolver el problema. Las dificultades no son sólo de índole económica, sino culturales en general, incluyendo, por supuesto las de orden político, cosmovisivo y epistemológico*” (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 9)

Aunque en Cuba, desde hace ya más de una década, se están dirigiendo los esfuerzos hacia el fomento y consolidación de una nueva educación que se corresponda con las exigencias y demandas de la realidad económica y social actuales, todavía no se ha concretado una verdadera política de integración del saber y mucho menos el necesario e impostergable **paso de la inter a la transdisciplina**.²²

En verdad, aun no se ha hecho realidad la declaración de aquella delegación cubana a la Conferencia UNESCO/’98, donde presentó un proyecto titulado: “La universidad a las puertas del nuevo siglo: Una visión desde Cuba”, en el que se consignaba que: “... *la comunidad académica debe desempeñarse en dos direcciones fundamentales: por un lado, deberá asumir los principales cambios que en la esfera de la ciencia y la tecnología ocurren a ritmos nunca antes imaginables, desde una perspectiva integradora en la que se*

privilegie una visión humanista; y por otro, deberá desarrollar una educación que promueva, a partir de las disciplinas, una concepción integral que genere capacidades para la integración” (MES, 1998, págs. 2-3)

Sin embargo, todavía se evidencia la necesidad de los estudios teóricos que reclama esta tesis, pues hasta hoy se manifiestan, en medida considerable, varias de las **carencias académicas**,²³ que afloraron en los años del derrumbe de la URSS y del Campo Socialista, a las puertas de la mal llamada *Crisis del Marxismo* y en vísperas del Período Especial en Cuba.

A nivel internacional, en la vida académica de la educación en general y de la **Educación CTS en particular**,²⁴ se ha podido constatar que muchos de los *más novedosos proyectos, enfoques y teorías*, tienen todavía un eclecticismo especulativo y están poco contextualizados a las particularidades histórico-culturales de los pueblos del Sur, de manera que son más impuestos desde fuera que asimilados endógenamente.

En la academia cubana actual se han dado algunos pasos en el espíritu de la asimilación endógena, pero mayormente sin profundizar en los fundamentos epistemológicos propiamente, pues *la mayoría de las tesis doctorales* defendidas, que se refieren a los nexos *filosofía, ciencia y educación*, o a los *Estudios y la Educación CTS*, **relacionadas con este tema**,²⁵ han tenido objetivos muy específicos no enfocados directamente a la *Epistemología de la Educación*. En verdad, cada una de las tesis doctorales consultadas han priorizado otros aspectos concretos, además, la mayoría lo han abordado preferentemente desde *una o pocas disciplinas constitutivas* de los **Estudios CTS**.²⁶

Sin embargo, una referencia especial merece la tesis doctoral de *Francisco Figaredo Curiel* dedicada al área de la *Educación CTS*. No obstante a que “*Los Fines de la Educación CTS en Cuba*” tienen un sustrato epistemológico, el autor se inclinó más hacia las dimensiones axiológico-ética y político-revolucionaria, partiendo de las tradiciones en los *Estudios CTS* en el mundo, así como de las raíces históricas y las premisas teóricas del pensamiento latinoamericano y cubano. Además, el autor consideró las valiosas experiencias prácticas de las actuales condiciones de la construcción socialista en Cuba.

En esencia, la tesis de *Figaredo* se planteaba el ¿para qué la *Educación CTS*?, y precisamente, **los fines sistematizados** ²⁷ dieron una respuesta adecuada y enriquecedora a esta interrogante, pero no fue su intención profundizar directamente en sus fundamentos epistemológicos. Así pues, no solo en el desarrollo de la sistematización epistemológica estriba una de las diferencias de esta tesis con la de *Figaredo*, sino también en que aquí se propone un desplazamiento *de la inter a la transdisciplinariedad* en cuanto a la educación en general, especialmente, incorporando los avances de los *Estudios de la Complejidad* y de otros paradigmas.

También es preciso considerar la tesis doctoral de la profesora cienfueguera *Noemí Rizo Rabelo*, quien desarrolla un valioso estudio sobre el origen y desarrollo de la *Educación CTS* en el mundo occidental, moviéndose entre algunas disciplinas constitutivas del campo interdisciplinario de los Estudios CTS. Concretamente, en su análisis histórico ella enfatiza *los objetivos y fines de este tipo de educación* para la

formación de los profesionales de la carrera de Informática. Además, su meritorio estudio se circunscribe solo al área de los *Estudios CTS*, pues no es de su interés tratar *la educación desde otras perspectivas epistemológicas* que no sea desde el paradigma CTS (Rizo Rabelo, Noemí, 2007, págs. 24-33)

La sistematización de *los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria*, como la que se propone aquí, puede contribuir no solo a la *Educación CTS* hasta hoy exitosamente difundida en nuestro país, sino a toda la *Educación Cubana*, pues, además de actualizarse con los *paradigmas emergentes*, fomenta las conexiones y el trabajo colectivo entre las propias asignaturas y disciplinas educativas, promoviendo *el tránsito de la inter a la transdisciplinariedad*. Este proceso supone también un *enriquecimiento transversal* de las mismas disciplinas científicas concretas, lo cual puede hacer mucho más efectiva y sostenible su necesaria integración.

De hecho, en la academia cubana actual todavía la *transdisciplinariedad*, como forma superior de integración del saber, ha quedado más bien declarada que sistematizada. En este punto es donde radica la diferencia fundamental entre la presente tesis y la contribución realizada por *Isaías Herrera Torres*, profesor mexicano defendido en Cuba, quien, desde el enfoque filosófico, realiza un pormenorizado estudio historiográfico de *la educación como fenómeno cultural*, lo cual le permitió mostrar la necesidad de incorporar en su estudio la perspectiva del *Pensamiento complejo* a la manera de Edgar Morín (Herrera Torres, Isaías, 2008)

Hasta hoy la *Educación CTS* ha estado signada por una *“interdisciplinariedad arquetípica”* con el predominio de algunas disciplinas sociales, por lo que, no obstante a sus indiscutibles éxitos, ya necesita ser renovada con los avances epistemológicos alcanzados por la integración de otros saberes. Para ello es indispensable el *necesario acercamiento entre los paradigmas emergentes de la Revolución Contemporánea del Saber* (*Diálogo de Saberes* como enfatiza Edgar Morín), los cuales, esencialmente, están liderados no solo por los *Estudios CTS*, sino también por el *Holismo ambiental*, la *Bioética Global*, las *Epistemologías hermenéutica y constructivista* y los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*.

No obstante, a los indiscutibles avances que han tenido la ***Educación CTS*** ²⁸ en sus quince años de institucionalización en Cuba, así como a los logros que se han alcanzado en la crítica al ideal clásico de la ciencia, y a pesar de los continuos esfuerzos de perfeccionamiento de los programas, todavía la *Educación CTS* (en especial el Programa de *Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología*, creado y difundido por el MES)²⁹ no ha podido eliminar algunas **carencias académicas**:

1. No ha logrado la necesaria *sistematización epistemológica* como premisa para su contribución a la integración transdisciplinaria del saber, que permita una efectiva capacitación de los profesores, investigadores y directivos, de manera que les proporcionen las herramientas más actualizadas y efectivas para la solución de los complejos problemas, tanto en el plano académico como social.

2. No se nutre sistemáticamente de los *aportes inter y transdisciplinarios* de los demás *paradigmas emergentes* como: *Estudios de la Complejidad, Holismo ambiental, Hermenéutica y Constructivismo*.
3. No le ha prestado la debida atención al estudio de la historia de la filosofía y de la ciencia, así como de la historia del propio proceso de integración del saber, como premisas para revelar las verdaderas causas de la *Concepción heredada del conocimiento científico*, sus limitaciones e impactos.
4. En la educación de postgrado ha existido una profusión de programas, con predominio de una mezcla aditiva de temáticas mayormente de sociología, política, ética y gestión científico-tecnológica.

En fin, con espíritu crítico-constructivo, se puede afirmar que entre las causas de esta situación se destaca el hecho de que todavía en la academia cubana no se están desarrollando, de manera coordinada y con el necesario apoyo institucional, los indispensables estudios teóricos del proceso de integración transdisciplinaria que está generando la *Nueva Revolución del Saber* (solo hay una incipiente y poco atendida vanguardia académica), como premisa para poder contribuir a la *sistematización de los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria* adecuada endógenamente a las particularidades socio-culturales de Cuba.

Además, tales *dificultades* no solo están presentes en el *Programa Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología*, el cual debe cumplir una función especial en la *educación* en el país, sino también en otros importantes ***programas de superación de postgrado***,³⁰ de las diferentes áreas de conocimientos de la educación superior, en los que la desactualización y la falta de integración transdisciplinaria son muy evidentes, pues están ausentes: las emergentes epistemologías, la transversalidad en los contenidos y las nuevas metodologías transdisciplinarias que hoy se desarrollan a partir de esos *paradigmas emergentes*.

Precisamente, la existencia de este contradictorio fenómeno, expresado en el reconocimiento, por un lado, de incuestionables avances en la *Educación* en Cuba, pero, por el otro, de la existencia de todas estas limitaciones y dificultades, constatadas en la revisión de los programas, así como obtenidas de la experiencia docente y de asesoramiento del autor durante quince años, permite afirmar que *la educación en Cuba presenta limitaciones en su desarrollo en el orden epistemológico*, por lo que se puede identificar el siguiente **Problema científico**: *¿Cómo contribuir al desarrollo epistemológico de la Educación Cubana?* A su vez, esta interrogante conduce a la determinación del **Objeto** de la presente tesis, el cual es la *Epistemología de la Educación*, mientras que el **Campo de acción** son *los fundamentos epistemológicos de la Educación Transdisciplinaria*.

La diversidad de disciplinas concomitantes y de otras aparentemente distantes que en esencia tienen relación directa o indirecta con este tema (Filosofía, Ciencia y Educación), ha ejercido una enorme influencia en la concepción de esta tesis. Por ello, se tienen en cuenta algunas premisas: primero el reconocimiento de ***la naturaleza compleja del problema teórico***,³¹ luego, *la riqueza del objeto*, que mediante *los enfoques*

concretados en el campo, permiten por último plantear mejor una **Idea a defender** que una hipótesis a verificar, es decir: *se puede contribuir al desarrollo de la Educación Cubana, sistematizando los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria, mediante la reinterpretación dialéctica del proceso de integración del conocimiento desde la Antigüedad hasta los actuales Estudios transdisciplinarios de la Complejidad.*

El análisis consecuente debe iniciarse de lo más general a lo particular y por ello se propone comenzar por las contribuciones de filósofos y científicos en la historia, en cuanto al proceso de integración del conocimiento. Por tanto, estos antecedentes permiten formular el **objetivo** de la tesis, el cual consiste en *sistematizar los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria en Cuba*. A su vez, para dar cumplimiento al objetivo general se definen **los objetivos específicos** de la investigación:

1. Reinterpretar, desde las perspectivas del *método dialéctico* y de los *enfoques inter y transdisciplinario*, los fundamentos epistemológicos del proceso de integración del conocimiento desde la Antigüedad hasta los actuales *Estudios de la Complejidad*.
2. Contribuir al desarrollo del *Enfoque interdisciplinario de la Educación CTS* en Cuba, mediante los avances de la *Teoría de la Red de Actores* y de los demás *paradigmas emergentes*.
3. Fundamentar el carácter transdisciplinario de los *Estudios de la Complejidad* y su valor para el desarrollo epistemológico de la Educación Cubana.
4. Sistematizar los fundamentos epistemológicos para la construcción y socialización de una *Educación Transdisciplinaria* en Cuba.

Así también, la *metodología* está basada en el *método dialéctico materialista*, el cual permite, en tiempos de crisis teóricas, reinterpretar los fundamentos histórico-filosóficos de las **fuentes clásicas y contemporáneas del conocimiento**.³² Además, se realizan *análisis histórico-contextuales* de los pensadores estudiados, resumidos en las *síntesis lógicas* (unidad de lo lógico y lo histórico) de sus teorías y enfoques sobre el conocimiento y su proceso de integración, que permitieron sistematizar los aportes y limitaciones de pensadores y enfoques conocidos y de otros menos difundidos en la historia de la filosofía y de las ciencias.

El **enfoque interdisciplinario**,³³ que se ha asumido en la revisión y el análisis de numerosas fuentes: *Filosofía, Historia, Ciencias Naturales, Matemáticas, Estudios CTS, Estudios de la Complejidad, Filosofía y Psicología de la Educación, Lógica, Metodología de la investigación social* y de otras áreas híbridas del saber, ha contribuido al enorme esfuerzo de caracterización, valoración crítica y sistematización realizado.

La *revisión de la bibliografía y documentos* de las instituciones educacionales del país, referidos directa o indirectamente a los temas del conocimiento y su integración, así como su consecuente valoración crítica han permitido constatar las *limitaciones y dificultades* que caracterizan el *problema científico* de la tesis. Para su identificación, que comenzó desde 1997 con el diseño de la tesis de maestría del autor titulada: *“La visión*

social de la Tecnociencia en Cuba”, también se aprovechó la rica información que brindaron las revisiones de los programas, así como de los trabajos de CTS y las exposiciones realizadas por centenares de cursistas, diplomantes, maestrantes y aspirantes, quienes participaron en los posgrados impartidos por el aspirante durante quince años en centros docentes y de investigación de la región centro-oriental del país.

En fin, estas experiencias, pesquisa y recopilación sistemáticas permitieron realizar una serie de generalizaciones importantes valoradas e incorporadas oportunamente en la tesis.

La **actualidad** de esta investigación estriba en que se ha seleccionado una problemática de significativa urgencia en la agenda académica de la comunidad científica cubana. En la tesis se han incorporado los aportes teóricos más relevantes y actuales de saberes tan diversos como: *Historia de la Filosofía, Ciencias Naturales, Matemáticas, Lógica, Metodología la investigación*, así como de híbridos interdisciplinarios como: *Filosofía, Sociología y Psicología de la Educación*, A su vez, en la investigación se incorporan aportes de varias teorías y enfoques de la Nueva Revolución del Saber, tales como: *Estudios CTS, Holismo ambiental, Bioética, Hermenéutica, Constructivismo y Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*.

Como se sabe cada una de estas áreas híbridas del conocimiento tiene sus perspectivas epistemológicas emergentes propias, así como sus correspondientes implicaciones gnoseológicas, ideológicas y científico-metodológicas. Sin embargo, todas ellas se han reinterpretado a tono con el contexto histórico-cultural cubano. A su vez, se ha intentado identificar y criticar varios mitos, prejuicios y *fenómenos tan paradójicos* como: **el aislamiento creciente no confeso (colegios invisibles)**,³⁴ entre los cultores de unos y otros saberes.

Además, en este trabajo se ha realizado un estudio trasgresor de fronteras disciplinares que ha permitido privilegiar la integración del saber, así como combatir el aislamiento entre culturas, escuelas y especialidades.

La **novedad científica** de la tesis se expresa en que se reinterpretan, integran y sistematizan, desde *el método dialéctico y los enfoques inter y transdisciplinario*, los esfuerzos de integración del conocimiento a lo largo de la historia. A su vez, y esto es lo más importante, la tesis propone la *sistematización de los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria en Cuba*, a través del acercamiento de los *Estudios CTS y de la Complejidad*. Además, se proponen invariantes temáticas, que contienen los fundamentos epistemológicos generales, necesarios para la elaboración de programas específicos, que permitan introducir y establecer nuevas estrategias transdisciplinarias en la formación y superación de profesores, directivos e investigadores en todos los niveles de la educación cubana.

De hecho, con el cumplimiento de *los objetivos específicos de la investigación* se obtuvieron *resultados científicos* que expresan **el aporte teórico** de este trabajo, que se resume en haber contribuido a la *sistematización de los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria en Cuba*, indispensable para poder propiciar la *emergencia* de una auténtica *auto-organización transdisciplinaria* en la esfera de la educación.

La **significación práctica** estriba en que la sistematización realizada brinda invariantes teóricas enriquecidas, flexibles y contextualizadas a la realidad cubana actual, así como beneficiará, tanto las investigaciones educativas, como la elaboración de programas actualizados sobre los temas relacionados con la formación científica, así como de otras temáticas afines en diplomados, maestrías y doctorados; además, favorecerá la calidad de la preparación de los profesionales de la educación para los procesos de cambio de sus categorías docentes y grados científicos.

A su vez, la tesis tiene un peculiar valor metodológico en el plano general de la introducción y socialización de los *paradigmas emergentes* y la *Educación Transdisciplinaria*, tanto en la educación cubana como en los medios de difusión masiva para su necesaria popularización. Además, en el orden pedagógico la tesis logra sistematizar un rico arsenal de teorías, enfoques, ideas, principios y conceptos, así como propone varios materiales didácticos y compendios bibliográficos muy útiles (notas y anexos) para la labor docente de varias disciplinas científicas y, en especial, para el estudio y enseñanza de la *Educación Transdisciplinaria* en el país.

La estructura de la tesis obedece, tanto a los objetivos propuestos, como a la propia dinámica de *tres referentes*, es decir, *el primer capítulo* privilegia el *método dialéctico* en el estudio del contradictorio proceso histórico de constitución, diferenciación e integración del conocimiento científico, así como sus mitos, prejuicios y reacciones, mientras que, en *el segundo capítulo*, se contribuye al desarrollo del *Enfoque interdisciplinario de la Educación CTS* en Cuba, mediante los avances epistemológicos de la *Teoría de la Red de Actores* y de los demás *paradigmas emergentes*. Por último, en el *capítulo tercero* se *sistematizan los aportes epistemológicos transdisciplinarios de los Estudios de la Complejidad* y se muestran algunas experiencias internacionales en la introducción de los *paradigmas emergentes* en la educación, algo que permitió sistematizar, desde una perspectiva endógena, *los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria en Cuba* y proponer algunas formas y vías de socialización en el contexto actual de la educación cubana.

CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTOS DE LA INTEGRACIÓN DEL SABER.

Con el fin de sistematizar *los fundamentos epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria en Cuba*, se debe partir de **las nuevas reinterpretaciones del conocimiento en la historia de la Filosofía y de las Ciencias**,³⁵ así como ir identificando los diversos intentos de su integración *multi, inter y transdisciplinaria*. De hecho, en cada sociedad y en cada época siempre se codificaron preceptos, cánones, mitos o prejuicios que fueron conformando sus conquistas filosóficas, científicas y culturales. No obstante, a la enorme cantidad de información que es menester utilizar en un trabajo de esta envergadura, en este capítulo de análisis histórico en particular, como en toda la tesis, no dejará de estar presente el espíritu, tanto del *método dialéctico*, como de los *enfoques inter y transdisciplinario*.

1.1. Fundamentos generales del Conocimiento: ¿Epistemología y/o Gnoseología?

En sentido general para la mayor parte del pensamiento griego y en especial para **Platón** (428-347a.C.) y **Aristóteles** (384-322 a.C.) el término **episteme** ³⁶ significa no más que *entender algo, saber o conocer*, vocablo este que se ha convertido en la raíz de muchos conceptos propios de las actuales teorías sobre el conocimiento. A su vez, otro término tomó un significado muy similar en la cultura greco-latina: *gnosis*, que alude también al conocimiento, el cual llegó hasta hoy directamente del latín *cognoscere*, que a su vez remitía al griego *gignoskein*, que se refiere también al proceso de llegar a conocer o saber. Como si fuera poco, el propio término *ciencia* proviene del latín *scientia*, de *scire o conocer*, así como de los términos *nous* o *noesis*, los cuales también significan *saber o reconocer*. Con esta extensa profusión de raíces etimológicas de los términos *episteme* y *gnosis*, se evidencia que en esencia ambos términos son sinónimos en cuanto a la asignación del significado: *conocimiento*. Pero con el devenir histórico ambos términos sufrieron transformaciones y adquirieron connotaciones que también los distinguen cualitativamente.

Al parecer la paternidad de la versión moderna del término *epistemología* no se le disputa al filósofo de la ciencia escocés **James Frederick Ferrier** (1808-1864), quien lo utiliza en su obra *Institutes of Metaphysic* (1854) Este pensador hizo énfasis en que la epistemología no es más que la *doctrina sobre el conocimiento científico* y trató de esbozar su teoría mediante teoremas lógicos concatenados para la integración de las disciplinas científicas concomitantes.

En la actualidad, en muchos textos que circulan en Internet, se define a la *Gnoseología* como *teoría del conocimiento*. Hay autores que afirman que: “El término aparece en un léxico filosófico del siglo XVII (**J. Micraelius**, “*Lexicon philosophicum terminorum philosophis usitatorum*”), como *ciencia del conocimiento*. Es la reflexión filosófica sobre la posibilidad, origen, naturaleza, justificación y límites del conocimiento. Su

equivalente, referido al conocimiento científico, es la epistemología” (Cortés Morató, Jordi, Martínez Riu, Antoni, 1999)

Sin embargo, otros autores consideran que el origen del término *gnoseología* se debe a **Alejandro Godofredo Baumgarten** (1714-1762) quien lo popularizó en sus trabajos estéticos. Mientras que hay quienes atribuyen a **Inmanuel Kant** (1724-1804) la aparición de este concepto. En ambos casos la *gnoseología* es asumida en la dimensión filosófica, como doctrina que se ocupa del conocimiento en general. Aunque es un hecho que tanto *epistemología* como *gnoseología* son denominaciones que se le han dado a la teoría del conocimiento en la historia de la filosofía y de la ciencia de la cultura occidental. Igualmente durante ese proceso, la *epistemología* ha enfatizado más bien la naturaleza contradictoria, compleja y hasta controvertida del conocimiento específicamente científico; mientras que a la vez, ha sido separada (bien espontánea o intencionalmente) de la *gnoseología* o teoría optimista del conocimiento general o filosófico.

Es preciso reconocer que en la actualidad se produce cierta confusión en el manejo de los términos, en ocasiones ambos conceptos se utilizan indistintamente, aunque la *tradición marxista* ha preferido referirse a la *gnoseología*, cuando la está diferenciando de una de las acepciones más frecuentes en que se usa el término *epistemología* en la *filosofía occidental*, es decir, que la reconoce como doctrina que estudia los problemas filosóficos generales sobre el conocimiento.

En verdad, se puede afirmar que entre muchos autores existe el consenso de reconocer diferencias cualitativas entre los conceptos de ***gnoseología*** y ***epistemología***.³⁷ No obstante, a la controvertida comprensión que se ha tenido siempre sobre el conocimiento, en la tradición marxista el primer término se ha asignado, regularmente, al *saber filosófico*, mientras que el segundo es asumido como *saber científico particular* (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 51)

A su vez, tampoco se debe desconocer la diferencia cualitativa existente entre ***el enfoque gnoseológico*** ³⁸ del conocimiento y ***el enfoque epistemológico reduccionista del neopositivismo***, de las corrientes y escuelas agnósticas, pesimistas e idealistas, que desde un supuesto pensamiento “*puramente científico*” han arremetido contra las mejores tradiciones sobre el conocimiento en la historia moderna de la filosofía y de la ciencia. El positivismo y sus versiones han tenido un especial interés en acuñar la naturaleza no-filosófica de la epistemología (desdén por la filosofía), mientras que le ha atribuido, despectivamente, a la gnoseología un carácter especulativo (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 44-51)

En esencia, ***el enfoque gnoseológico*** que se asume aquí presupone respetar lo valioso que se encuentra en la *tradición epistemológica occidental* sobre el conocimiento científico, lo cual significa, en este caso, utilizar el adjetivo ***gnoseológico*** cuando se hace referencia y se asumen las bases filosóficas sobre el conocimiento en general, mientras que cuando se echa mano al adjetivo ***epistemológico*** se están aludiendo las bases del

conocimiento científico particular o de sus híbridos inter y transdisciplinarios, entre **otros saberes o formas de la cultura**.³⁹

En verdad, no existe una teoría del conocimiento, sino diversas teorías filosóficas y científicas sobre el conocimiento, de manera que cuando se hace referencia a la teoría general debe presuponerse la inmediata determinación (especificación) de su naturaleza filosófica o científica, dicho en otros términos, debe plasmarse su definición en una de sus formas concretas de expresión.

Este peculiar atributo de la dialéctica de las determinaciones o del proceso dinámico de la **definición de un concepto**,⁴⁰ aportada en esencia por J.G.F. Hegel y enriquecida luego por el Marxismo, muestra que, preliminarmente, se puede realizar a través de juicios particulares referidos a una manera específica de entender el proceso del conocimiento, algo que siempre induce a la natural asunción de una determinada tendencia, corriente, escuela o teoría de algún pensador. Sin embargo, la práctica indica que esa tendencia debe ser superada, tratando de integrar los aportes de todas (sin excesivas pretensiones) y proponer, entonces, **una o varias alternativas nuevas que atesoren lo mejor de todas y se distingan sustancialmente de ellas**.⁴¹

Decenas de ejemplos de “*acertadas*” definiciones sobre la **Teoría del Conocimiento** ⁴² pueden encontrarse en manuales, enciclopedias y diccionarios filosóficos o científicos, en los cuales los autores se adscriben, abierta o solapadamente, a una u otra interpretación. Sin mucho esfuerzo se puede constatar que de inmediato salta a la vista un significativo prejuicio, pues la cultura occidental está fundada en **el mito del egocentrismo intelectual**,⁴³ algo que lastra el enfoque integral sobre el conocimiento.

Ahora bien, para realizar la compleja tarea de tratar el conocimiento desde una perspectiva integradora, se debe partir del criterio de que los presupuestos o fundamentos teóricos, de cualquier forma del saber, se clasifican en: *filosóficos, epistemológicos, metodológicos, axiológicos, etc.*

A su vez, hoy existe cierto consenso en que los **fundamentos epistemológicos** constituyen el soporte cognitivo rector para “... la orientación de la investigación que se realiza en una ciencia. La expresión equivale en alguna de sus acepciones al término paradigma, en funcionamiento o vigente, dentro de una ciencia..., hace referencia a los contenidos y viene determinada por el conjunto de hechos, conceptos, principios, generalizaciones e hipótesis que constituyen, en definitiva, el conocimiento que la ciencia sistematiza” (Herrera Clavero, Francisco, 2009, pág. 4)

En esencia, los **fundamentos epistemológicos** constituyen la estructura principal de una disciplina científica, expresados en ideas, tesis, principios, hipótesis, conceptos, categorías, etc., de los cuales parte toda disciplina para la construcción de sus bases teóricas. A su vez, la teoría científica tiene otros dos elementos esenciales como su *sintaxis y organización*, es decir, su *metodología* y la *estructuración organizacional* que establece con arreglo a su objeto y demandas sociales (Schwab, J.J., 1973), (Arnau, J.J., 1981)

A su vez, para realizar cualquier intento de sistematización de los *fundamentos epistemológicos de la Educación Transdisciplinaria* que se sugiere aquí, se debe comenzar por la revisión de la historia de los propios fundamentos del conocimiento en general y de las disciplinas científicas en particular, así como de sus formas de integración, las cuales han sido utilizadas para desarrollar un determinado tipo de educación en las diferentes épocas históricas.

Por tanto, partiendo de estos fundamentos se pretenderá realizar aquí un análisis de las ideas que sobre el conocimiento y su integración tuvieron aquellos pensadores y científicos que han sido más difundidos en nuestro contexto.

Hoy se reconoce que muchas premisas, antecedentes y fundamentos de las actuales teorías y enfoques sobre el conocimiento, han sido olvidados o subestimados e, incluso, simplificados y tergiversados, pues si se revisan las reflexiones teóricas sobre este tema, se puede percibir una montaña de inconsecuencias, omisiones y limitaciones de todo género, provocadas por el desconocimiento o preferencias ideológicas, filosóficas, metodológicas, políticas, culturales, gremiales, éticas, etc., de quien las realiza.

1.2. La visión holística sobre el conocimiento en la Antigüedad.⁴⁴

Antes y durante el esplendor de la cultura griega, los estudios sobre el mundo, el conocimiento y su integración se desarrollaron con peculiares características en *Egipto, Babilonia, India, China, Tíbet, Mongolia, Corea, Japón, Indonesia y Ceilán*,⁴⁵ pues en la filosofía mito-religiosa de esos pueblos predominó una intención de relacionarse holística y armónicamente con la naturaleza para promover así una actitud inteligente de sostenimiento del equilibrio con ella, presuponiendo su variabilidad, diversidad y complejidad.

La memoria histórica de los avances en filosofía, ciencia y educación de estos pueblos fue recogida, esencialmente, en textos sagrados como: *"El libro de los muertos"* y los *"Herméticos"* de los egipcios, el *"Avesta"* de los persas, los *"Vedas"* de los hindúes, los *"King"* de los chinos, entre otros. De manera que debido a varias razones (entre ellas el eurocentrismo) todavía hoy no se ha estudiado bien ni se ha reconocido con justeza el valor de ese genial ***pensamiento holístico oriental***.⁴⁶

Por ejemplo, en *Babilonia* se tenía la creencia de que *"... el dios del Caos, Marduc, había creado el Orden, separando la tierra del agua y el cielo de la tierra. Los judíos tomaron de los babilónicos el mito bíblico de la Creación y más tarde lo transmitieron a la cultura cristiana. La auténtica historia del pensamiento científico comienza cuando el hombre aprende a prescindir de la mitología e intenta comprender racionalmente la naturaleza, sin la intervención de los dioses"* (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 59)

De hecho, el riquísimo y místico *pensamiento holístico oriental antiguo*, expresado en las más variadas culturas, religiones, formas de vida y filosofías, como las del *Brahmanismo, Budismo, Jainismo, Charvaka, Yoga, Samkhya, Mimamsa, Vedanta, Nyaya y Vaisheshika* en la India, *Confucio, Mencio, Xun-Zi, Lao-Tse,*

Mo-Tsu, entre otros, tiene un valor inestimable para la comprensión dialéctica del conocimiento humano, codificado de manera simbólica en *el principio taoísta de la relación entre el yin y el yang*, síntesis de la visión integradora y holística de casi todos los pensadores de la milenaria cultura asiática.

En las últimas tres décadas, desde los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* y superando las limitaciones de los cánones de la racionalidad clásica, se ha vuelto a la *reinterpretación del pensamiento oriental*, lo cual está proporcionando renovadoras premisas teóricas de gran importancia para la comprensión del conocimiento y su integración (Dubois, D., Prade, H., 1980), (Kosko, Bart, 1995), (Capra, Fritjof, 1996)

Sin embargo, es con la cultura greco-latina antigua que se inicia el viraje revolucionario *del paso del mito al logos* o a la racionalidad de la lógica. Aunque, en verdad, en esos tiempos todavía no podía existir propiamente una *teoría del conocimiento*, se desarrollaron ideas epistemológicas mezcladas con cuestiones de filosofía y ciencias naturales. En especial, los *presocráticos* se ocuparon del origen y los principios de la naturaleza, por lo que polemizaban más bien sobre problemas cosmológicos que epistemológicos. No obstante su pensamiento fue premonitorio y muy valioso para el desarrollo ulterior de los estudios sobre la integración del saber. Se puede afirmar que en muchos pensadores de esos tiempos ha estado presente *el enfoque holístico*, al menos, espontáneamente (Morín, Edgar, 1996a, págs. 17-19). El pensamiento y la acción de estos sabios ya estaban fundidos en una misma pieza, pues sus ideas científico-naturales y sociales eran constitutivas de lo que entonces se denominaba filosofía.

La cosmovisión general del mundo propia de los griegos era el paradigma predominante que marcó toda la historia de la cultura jónica, cuna de la civilización occidental. La genialidad de estos precursores se fundamentaba en la visión de conjunto que les proporcionaban la mezcla de todos los saberes, y, paradójicamente, esto se le debe agradecer al hecho de que todavía no se había alcanzado la madurez disciplinar en las ciencias de esa época (Engels, Federico, 1975, págs. 29-35)

Si se quiere tener éxito en el estudio del conocimiento no se puede obviar este sello distintivo del saber griego antiguo: *la visión holística*, que sintetizó la diversidad de concepciones mitológicas, religiosas y pre-científicas de todas las culturas por ellos conocidas. En esencia, alcanzaron una comprensión global, integral y dinámica sobre la realidad, que les permitió comprender al hombre en su armonía con el universo, expresión de ello fueron sus logros en astronomía, lógica, geometría, filosofía, etc.

De manera que cuando se reflexiona sobre la naturaleza del mundo y del conocimiento vienen a la mente una infinidad de **conceptos concomitantes**,⁴⁷ sin los cuales no se le puede definir y la mayoría de ellos fueron estudiados con detenimiento por los sabios griegos.

Desde **Tales** de Mileto (639/625-548/546 a.C.), padre de la filosofía y la ciencia griegas, los sabios presocráticos lograron reflexionar ingeniosamente sobre la dinámica compleja de la realidad y del conocimiento, solo que sin la nitidez y sistematización que hoy han logrado la filosofía y la ciencia.

Precisamente, es con *Tales* y otros pensadores presocráticos que aparece la idea central del **ideal clásico de la ciencia**,⁴⁸ que consiste en la comprensión del mundo como *cosmos*, lo que supone reconocer que la realidad, en esencia, responde regularmente a cierto *orden*, fundamento de la *causalidad lineal*, la que, consiguientemente, adquiere un carácter lógicamente explicable mediante regularidades y leyes posibles de conocer y aplicar: *principio de racionalidad simplificadora*. Esta cosmovisión espontánea pero ingeniosa, creada por *Tales* y, luego, difundida por **Euclides** ⁴⁹ y sus seguidores, fue la que generó y perpetuó el *paradigma científico tradicional* predominante durante más de dos milenios.

Así pues se precisa aprovechar esas controvertidas ideas de los precursores de *tendencia monista*, es decir, de aquellos que consideraban que el mundo se fundamentaba en una **sustancia primigenia**.⁵⁰ De hecho, “... desde la antigua Grecia, una dualidad se manifiesta ante todos aquellos que pretenden comprender el mundo. De un lado, en las cosas hay algo que permanece, que es. De otro, también hay algo que cambia, que está llegando a ser” (Navarro Cid, José, 2001, pág. 2)

En paralelo se desarrolló también una *tendencia pluralista* como contracorriente de la visión *monista*, la cual enfatizaba la necesidad de priorizar en el estudio del mundo, no tanto lo permanente e inmutable, como su expresión cambiante. Se destacaron por sus contribuciones a esta visión flexible y dinámica del mundo las ideas de los **filósofos presocráticos**,⁵¹ tales como: *Pitágoras*, *Heráclito*, *Anaxágoras*, *Zenón*, *Crisipo*, *Protágoras*, quienes anticiparon e intuyeron *nociones*, *conceptos* y *propiedades* (patrón, cambio, enfoque holístico, caos, aporías, subjetividad, etc.) muy importantes para comprender hoy la realidad, el conocimiento y su integración como procesos dialécticos y complejos.

No obstante a todos los aportes sobre el conocimiento y su integración realizados por el pensamiento griego presocrático, **dos ideas centrales** ⁵² tuvieron un significado muy especial, pues marcaron la historia de la filosofía y las ciencias antiguas y dejaron su huella para la posteridad, estas fueron: la *Tesis de la Sympleké* de **Platón** (428-347a.C.) y la *Teoría de las Categorías* de **Aristóteles** (384-322 a.C.), ambas ideas estaban fundadas en el enfoque holístico que les proporcionaron sus formaciones enciclopédicas.

Ante todo, debe subrayarse que *Platón* fue uno de los precursores del pensamiento dialéctico, pues desarrolla una ingeniosa explicación, de la existencia y dinámica del mundo, excepcionalmente avanzada para su tiempo; para ello utiliza los conceptos de: *ser*, *no-ser* y *otro* en sus *interconexiones* y *desconexiones*. Así que a este doble, complementario y dicotómico proceso le denominó *Sympleké* (Iovchuk, M.T., et. al., 1979, pág. 61), (Giner, Salvador, 1990, págs. 47-48)

Por otro lado, es muy notorio como *Platón* buscó una alternativa genial a los *dos paradigmas en litigio* durante casi toda la filosofía griega antigua, es decir, “*Platón fue el primero que hizo ver que el programa monista – el “gran relato mítico” de la Antigüedad- que había sido formulado, precisamente, en nombre del ideal*

del conocimiento más pleno y definitivo... es paradójicamente incompatible con ese ideal, tanto o más como lo es el programa escéptico del pluralismo radical” (Bueno, Gustavo, 1993, pág. 191)

La *Symploké* es entendida por *Platón* como tesis, principio o idea rectora necesaria para comprender la complejidad de la realidad. Es por ello que *“En todo caso, las diversas acepciones y matices que alcanza el término Symploké, según los contextos, giran siempre en torno a una misma idea: entrelazamiento de hilos en la tela, de mimbres en la cesta o incluso de espadas entrecruzadas, o de letras en el texto, y, al mismo tiempo desconexión... entrelazamiento y, a su vez, desconexión de las cosas entrelazadas con terceras”* (Bueno, Gustavo, 1993, pág. 194)

Al realizar el esclarecimiento de la concepción ontológica de la *Symploké* de *Platón*, precisamente Gustavo Bueno no sólo revoluciona la tradicional interpretación del pensamiento “idealista” de *Platón*, sino que incorpora una reflexión filosófica muy aguda sobre la relación entre la unidad y lo múltiple, superando las dicotomías dogmáticas de las posteriores tendencias del positivismo (De la Peña, José Antonio, 2001)

Esta reinterpretación de la ontología platónica es de suma importancia para comprender el alcance metodológico del *principio de la Symploké*, pues su formulación dialéctica y su anticipatoria visión de la complejidad de la realidad, muestran su valor para comprender los cambios revolucionarios que se están produciendo en la filosofía y la ciencia de hoy. Además, la asimilación innovadora que incita el *principio de la Symploké* y su dimensión dialéctico-holística, permiten revolucionar los fundamentos epistemológicos de las ciencias sociales y sus metodologías de indagación (Lenin, V.I., 1985, págs. 107-170, 321-328), (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 193-226), (Gibert Galassi, Jorge, 1999)

Siguiendo la pista aportada por *Platón* un avance significativo sobre el estudio del conocimiento y su necesaria integración lo realizó *Aristóteles* al recoger lo mejor de la oratoria, la retórica y los silogismos que tradicionalmente se utilizaban por diversos filósofos griegos en sus incansables disputas por la verdad y el convencimiento en público. *Aristóteles* a todos sus textos sobre *Lógica* les llamó “*Analítica*”.⁵³

En síntesis prodigiosa este enciclopédico sabio pudo sistematizar los principios básicos de la lógica formal, así como caracterizar y clasificar algunas de sus formas fundamentales, tales como: *categorías, conceptos, juicios y razonamientos* (silogismos). En esencia, “*Aristóteles consideró la lógica como un instrumento o método de investigación. La teoría de la deducción es el contenido esencial de su lógica. Esta contiene elementos de la lógica matemática (simbólica) y embriones del cálculo proposicional*” (Guetmánova, A., 1986, pág. 273)

Según *Aristóteles*, la **Ciencia** ⁵⁴ y la Filosofía deben equilibrar las afirmaciones del empirismo (observación y experiencia sensorial) y el formalismo (deducción racional), por lo que tuvo una visión dialéctica anticipatoria que integra ambos momentos del proceso de conocimiento humano.

En esencia, *Aristóteles* no concibe una ciencia única, sino *diversas formas particulares de saber* que tendrán un desarrollo impetuoso de integración y diferenciación permanentes. Esta es *una idea capital* a la que todavía hoy muchos pensadores no han prestado la debida atención.

Uno de los más significativos aportes de *Aristóteles* fue su ***noción de causalidad***,⁵⁵ la cual tiene una vigencia extraordinaria, pues fundamenta hasta hoy la dialéctica y complejidad de la naturaleza del proceso del conocimiento. A la vez, su transcendencia radica en el hecho de que anticipa la exigencia de tener en cuenta las particularidades del contexto histórico, el valor social del conocimiento y el carácter activo y creativo del sujeto. En consecuencia, de esta revolucionaria concepción aristotélica emanaron sus avanzadas ideas del *silogismo práctico* y de la distinción entre ***explicación*** y ***comprensión***,⁵⁶ las cuales fueron luego desarrolladas por varios pensadores de la modernidad, solo que, lamentablemente, no fue el espíritu investigativo que predominó en los dos milenios posteriores.

Por tanto, con *Aristóteles* se inicia toda *una tradición de pensamiento* que enfatiza *el papel de la subjetividad* (intenciones, fines y propósitos del sujeto), es decir, más preocupada por la *comprensión que la explicación de la causalidad*, no solo fundada en la lógica y sus métodos deductivos (en la razón), sino también en la significación personal y social del saber, en los cuales se inspiró, casi en la clandestinidad durante toda la modernidad, las corrientes racionalistas y anti-positivista que se opusieron al optimista y reduccionista ideal clásico de la ciencia.

Pero el programa aristotélico de racionalidad científica fue ocultado y tergiversado, primero, por la escolástica medieval y luego, subestimado e ignorado por los cultores de la tradición reduccionista de la ciencia en la modernidad, iniciada por *Galileo* y perpetuada por *Newton*, *Descartes* y sus seguidores después. Esta concepción metodológica predominante de la ciencia, como ideal clásico de racionalidad científica, ha enfatizado el papel del *experimento*, *la descripción* y *la explicación de la causalidad*, como premisa para la inducción de leyes científicas “objetivas”, rasgos distintivos del ***método científico moderno***.⁵⁷

Otro aporte del genio estagirita fue revelar el esencial valor de la ***mediación***,⁵⁸ pues, en la relación entre los contrarios, debe considerarse siempre la presencia de un “*tercero*” o “*algo*” necesario para comprender la naturaleza de cualquier fenómeno, es decir, *son aquellas interrelaciones que sostiene el fenómeno con todo lo que le circunda en sus condiciones reales de existencia (el entorno)*, en las cuales conviven los contrarios dialécticos. Y esto es vital para comprender plenamente la esencia de un fenómeno u objeto, pues su esencia no está determinada solo por sus propiedades individuales, sino también por las que emergen de sus relaciones con el entorno.

Para *Aristóteles* la *mediación* debe concebirse como premisa para la reflexión analítica, es decir, lo que media como contexto o entorno, en el cual ocurren los infinitos nexos e interrelaciones de los fenómenos. En fin, no puede obviarse en la comprensión de la esencia de algo en particular, pues nada está realmente aislado.

¿Acaso esta ya no es una concepción sistémica, holística y dialéctica de la complejidad de la realidad? En sí, tales términos no los utilizó *Aristóteles*, pero sus ideas ya contienen estas premisas.

Precisamente, el *Holismo* aristotélico parte de su comprensión de *la mediación*, es decir, ese “tercero” u “otro”, entendido como el conjunto dinámico de los infinitos nexos entre las partes del sistema y de este con el entorno. En definitiva, esta visión anticipatoria fue la que llevó a *Aristóteles* a formular la famosa *idea simiente del actual enfoque holístico-sistémico*: “... **el todo es más que la suma de sus partes**”.⁵⁹ Para el genio estagirita el concepto de *Todo* debía interpretarse de dos maneras: una como “*Holón*”, es decir, la *totalidad distributiva*, y la otra como “*Sínonon*”, es decir, una *totalidad atributiva*, la cual revela cómo esa *totalidad* es cualitativamente superior a cualquier superflua adición, pues es algo compuesto y ensamblado a la vez, irreducible, pues no puede ser fragmentado o particionado arbitrariamente sin afectar toda su integridad (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 146-157)

De hecho, desde la perspectiva aristotélica, para comprender el sistema (*sinalógicamente* (como *Sínonon*) más que *holísticamente*) no solo se necesita considerar las *potencialidades* existentes en las relaciones de las partes del sistema, sino también reconocer una dinámica peculiar en este que le permita gestar la **emergencia de nuevas propiedades**.⁶⁰

Esta dialéctica y sistémica comprensión aristotélica de la realidad le permitió anticipar otra brillante idea: *intuyó la no-linealidad en la causalidad* del comportamiento de los fenómenos físicos. Esta idea la reveló cuando estudiaba el movimiento del péndulo, pues: “... *veía un peso que intentaba dirigirse a la tierra, y que se balanceaba con violencia de un lado a otro, porque lo impedía su cuerda*” (Gleick, James, 1988, pág. 48).

En esencia, *Aristóteles* suponía que en el comportamiento del péndulo expresaban no solo la regularidad del movimiento (aspecto absolutizado por el ideal clásico de la ciencia fundado en la linealidad y el determinismo), sino también las fuerzas que se oponen a la tendencia al equilibrio, es decir, fenómenos no-lineales producidos por la fricción, la intensidad del viento, la presión, la humedad, el tipo de cuerda, etc., que generan oscilaciones y no-linealidades, fenómenos que no pueden ser subestimados en el proceso de comprensión de la dinámica del péndulo. En síntesis, *Aristóteles* estaba realizando una crítica anticipada, en dos mil años, a la racionalidad reduccionista de la modernidad.

A su vez, cuando *Aristóteles* se refería a *totalización e integración de los juicios* estaba enfatizando la necesidad de que la verdadera *teoría* revele *la estructura y dinámica compleja* (patrones y procesos) de la realidad concreta *a través de las categorías* como vía para constituirse en ciencia real. Con ese énfasis de *Aristóteles* en la objetividad de saber científico estaba anticipando una aguda crítica a la crisis de los matemáticos de finales del siglo XIX e inicios del XX, cuando no pudieron crear, desde la visión constructivista en matemáticas, **una nueva geometría**,⁶¹ acorde con los avances de la modernidad.

La interpretación atinada de la lógica aristotélica sobre la *totalidad* y naturaleza compleja de la *red de categorías* y sus disímiles dimensiones y estratificaciones (clasificaciones) permite asumir, que para el genio estagirita, las *categorías* constituyen las líneas transitorias (*patrones*), pero precisas de los pliegues (fractales) del dibujo profundo y del movimiento (*procesos*) de los fenómenos de la realidad.

La *relación estructura-función* de los sistemas, donde la primera *define* la segunda, pero esta *retroalimenta* a la primera, tiene su origen en **el pensamiento aristotélico**.⁶² A medida que los investigadores fueron mostrando el creciente diapasón de particularidades y de conexiones de los fenómenos se hizo cada vez más imprescindible **la teoría aristotélica de las categorías**.⁶³ No por casualidad cuando esto sucede se producen las grandes creaciones científicas. ¿Qué sería de las ciencias biológicas sin el aparato categorial aristotélico: *orden, género, especie, clase, individuo, etc.*? Lo mismo sucede en la lógica con su clasificación de los juicios, la cual fue enriquecida por Kant y Hegel.

En consecuencia, se precisa reconocer la manera genial en que se complementan el *principio de symploké* de Platón y las *categorías* de Aristóteles. Estos dos creaciones anticipan por más de los milenios las ideas sistémicas y holísticas de hoy sobre la relación *estructura – función* (patrón – proceso), tan importantes para la comprensión de los sistemas biológicos y sociales y su *auto-organización*.

Este genio logra profundizar y enriquecer en un saber ya más específico, es decir en la Lógica, el fundamento de lo ya iniciado por su maestro. Además, Aristóteles contribuyó de manera especial al estudio de la dinámica de la realidad y su correspondiente forma discursiva de apropiación. La naturaleza contradictoria de su **pensamiento científico y filosófico** ⁶⁴ no es obstáculo para comprender sus aportes a la *visión holística* de la realidad y del conocimiento, así como *el proceso mismo de su integración*, no obstante a que estos términos todavía no eran utilizados en su tiempo.

En fin, en la cultura jónica en general se expresaron dos vertientes en la comprensión del conocimiento, una escéptica y la otra optimista.⁶⁵ Además, se fraguó **el mito del primado intelectualista del conocimiento científico sobre el conocimiento técnico**,⁶⁶ el cual se le ha atribuido a la trilogía de sabios clásicos griegos Sócrates, Platón y Aristóteles (Medina, Manuel, 1995, págs. 174-189), (Medina, Manuel, 1997)

En resumen, tanto el programa *monista* como *pluralista* y las tendencias *optimistas* y *escépticas* en la antigüedad, que contraponían y enfatizaban, unos la armonía o *cosmos* y los otros el desorden o *caos*, tenían razón solo a medias (Martínez Álvarez, Fidel, 2007a) Hoy ya podemos entender el alcance y grandeza de *los principios gnoseológicos*, contenidos en la *tesis platónica de la Symploké* y en *la teoría aristotélica de las categorías*, en los cuales se integran lo mejor de ambos programas y se superan las disputas teóricas dicotómicas que tanto afectaron la integración de los saberes científico y filosófico posteriores (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 127-274)

1.3. *El enfoque disciplinar de la Ciencia en la Modernidad: algunas reacciones.*

En esencia las conquistas científicas de la Época Moderna han sido fruto de las condiciones histórico-culturales de esos tiempos, caracterizados por las luchas entre la ideología conservadora y dogmática del feudalismo y la visión renovadora y optimista del liberalismo burgués que apostaba a la ciencia y al desarrollo de la racionalidad técnica (Lowy, Michael, 1991, págs. 16-19)

Aunque las bases de *varias ideas innovadoras* ya estaban en **algunos pensadores de la Edad Media**,⁶⁷ es en el Renacimiento que las nuevas ideas crecieron exponencialmente gracias al desarrollo impetuoso y atomizado de la actividad social en general y de las relaciones productivas burguesas en particular, que incentivaron a las restantes formas de actividad humana, entre las cuales el conocimiento científico y la técnica recibieron un colosal impulso.

Como expresión de esos radicales cambios es que nacen las **Ciencias Naturales**,⁶⁸ con la fundacional y revolucionaria *Mecánica Clásica* del genio inglés **Isaac Newton** (1642-1727), quien estableció las bases de la *Física*, convirtiéndola en el primer sistema teórico que establece un cuadro científico del mundo regido por leyes y principios.

Más adelante, en el siglo XVIII, se funda por el investigador francés **Antoine Laurent de Lavoisier** (1743-1794) la **Química moderna**,⁶⁹ luego consolidada por la concepción sistémica del científico ruso **Dimitri Ivanovich Mendeléiev** (1834-1907) con su famosa *Tabla periódica de los elementos de la naturaleza*, que permitieron superar así las limitaciones de la teoría del *Flogisto*.

En el siglo XIX gracias al desarrollo alcanzado por diversas teorías sobre la vida, en especial, por la *Teoría de la Evolución de las Especies* del científico británico **Charles Darwin** (1809-1882), se establece la *Biología* y se crean las bases de sus especialidades (Fontenla, J.L., 2008)

Consecuentemente, bajo la influencia de la racionalidad propia de las *Ciencias Naturales*, se van estableciendo también los fundamentos teóricos de varias disciplinas de la extensa área de las **Ciencias Sociales**.⁷⁰ Entre las primeras disciplinas que comenzaron a constituir sus objetos de estudio en el siglo XIX, están: *Economía, Derecho, Sociología, Pedagogía, Psicología*, entre otras.

De tal suerte, la modernidad tuvo como sello distintivo *el enfoque disciplinar*, es decir, esa extensa etapa de la historia humana fue toda una fragua de disciplinas científicas con objetos cada vez mejor definidos.

Sin embargo, hoy se reconoce que las disciplinas nacen, se institucionalizan, evolucionan, se dispersan y se llegan a fundir unas con otras, formando *híbridos interdisciplinarios*, como son hoy la Genética, Computación, Cibernética, Informática y otras formas de integración del saber que involucran especialidades no solo concomitantes, sino incluso a otras aparentemente muy distantes (Lombana Rodríguez, Raúl, 2005, pág. 27)

En verdad, para comprender adecuadamente el complejo proceso de integración y diferenciación del saber se precisa revelar el significado del propio término *disciplina*, pues su origen etimológico lo asocia a *un pequeño fuste para auto-flagelarse*, es decir, se refiere al ejercicio de penitencia y autocrítica ante lo mal hecho o la violación de una norma de conducta en las condiciones históricamente peculiares de la vida monástica del Medioevo (Eco, Umberto, 1989); (González Casanova, Pablo, 2004, págs. 15-17)

Más concretamente en la esfera del saber, “... *disciplina* es una categoría organizacional en el seno del conocimiento científico; ella instituye allí la división y la especialización del trabajo y ella responde a la diversidad de los dominios que recubren las ciencias,... una disciplina tiende naturalmente a la autonomía, por la delimitación de sus fronteras, la lengua que ella se constituye, las técnicas que ella está conducida a elaborar o a utilizar, y eventualmente por las teorías que le son propias” (Morín, Edgar, 1996a, pág. 17)

Es incuestionable que este significado del término no ha perdido vigencia y hoy se reconoce que, en sentido general, la noción de *disciplina* supone el cumplimiento de un reglamento o norma de conducta, apego a hábitos, costumbres y tradiciones, maneras ordenadas y socialmente aceptadas de realización técnica, científica, profesional, institucional, colectiva, familiar, etc., que se conserva y enriquece en el tiempo.

Las disciplinas tienen una historia muy peculiar, pues ya desde la Antigüedad se venían perfilando algunas formas del saber con cierto grado de autonomía como fueron las Matemáticas, en especial la Aritmética y Geometría. Sin embargo, se necesitó luego algo más de cuatro siglos para que se definieran claramente sus particulares objetos de estudio. Tanto en el ámbito de las ciencias naturales, como en las sociales y las humanidades, el advenimiento de las disciplinas fue *un proceso doble*: de cambios paulatinos y de cambios radicales (saltos) que las establecieron.

Ahora bien, aunque en la modernidad predominó un enfoque disciplinar, los filósofos y científicos no dejaron de meditar sobre las complejidades de la realidad, sobre su configuración sistémica, pues para la plena comprensión de ella se precisa reconocer la doble dimensión de su existencia; es decir, concebir la existencia de la realidad, tanto expresada como partes, así como considerar que también se constituye en totalidades, anidadas en diferentes escalas, que presuponen y contienen esas partes en su funcionamiento y organización como sistemas. En fin, desde esta dialéctica perspectiva, no se puede subestimar ninguna de estas dos opuestas y complementarias expresiones de la realidad, pues significaría mutilarla o empobrecerla.

En esencia, el pensamiento dialéctico evita la unilateralidad en el análisis, que con énfasis categórico privilegia un enfoque y subestima otros. Por tanto, en el propio estudio de la *noción de disciplina* ⁷¹ se debe preservar esta tesis dialéctica y realizar un tratamiento lo más consecuente y justo posibles. En consecuencia, este análisis crítico del enfoque disciplinario no puede subestimar el papel que ha jugado y seguirá jugando este enfoque en el desarrollo del conocimiento científico (Domínguez Gómez, Eduardo, 2002, pág. 205)

Como se sabe “... la especialización ha sido requisito para llegar a dominar los infinitos aspectos de un campo de investigación. A medida que se desarrolla la especialización como un proceso histórico del desarrollo científico los conocimientos se dividen y subdividen, aumentando el número de disciplinas y apareciendo nuevos ordenamientos de los conocimientos científicos” (Salazar Domínguez, Carlos, 1997, pág. 258)

Sin embargo, para el estudio integral de las complejidades de la realidad el enfoque disciplinar es muy limitado, ya que la especialización (sea exagerada o no) conlleva a la fragmentación o parcelación del objeto, tiende a su anquilosamiento, no escapa a la **estrechez y limitaciones del propio objeto de estudio**,⁷² al cual se apegan el especialista, pues se acomoda al ámbito que domina y se aferra a él.

La valoración crítica del enfoque disciplinar en el estudio que aquí se realiza, toma en cuenta el juego de acciones y reacciones entre esos dos tendencias o direcciones en la oscilación que se producen en el proceso de desarrollo del saber humano. Por un lado, la tendencia del saber a *profundizar* dentro de la propia disciplina en particular; por el otro, la tendencia a la **integración del conocimiento**,⁷³ generados a diferentes niveles por la *multi, inter y transdisciplinariedad* (Jantsch, Erich, 1975), (Piaget, Jean, 1978)

De hecho, tanto valor tuvo, tiene y tendrá uno como el otro momento del proceso en el cual se desarrolla la historia del saber humano. Estamos en tiempos de enfatizar lo que ha estado solo de manera espontánea y esporádicamente sucediendo hasta hoy en la historia de las ciencias, es decir, la integración del conocimiento, pero sin subestimar la necesaria especialización y profundización.

Es un hecho, que “... las combinaciones e intersecciones de dos o más disciplinas plantean así grandes retos a la restructuración de la cultura general y la especialización. Esos retos se acentúan con la creciente importancia que en la sociedad contemporánea tienen los sistemas complejos orientados a objetivos, y con las organizaciones que suceden y preceden a fenómenos caóticos no deseados ni contruidos deliberadamente” (González Casanova, Pablo, 2004, pág. 18)

La comprensión dialéctica de este complejo proceso de desarrollo del saber humano permite evitar las unilateralidades, las cuales han sido las principales responsables de las estériles disputas en la historia del conocimiento que tanto lo han retardado. Si la historia testimonia que allí donde se trató de enfocar el estudio del conocimiento desde varias disciplinas los resultados concretos fueron fructíferos y revolucionarios, entonces, se precisa *promover una cultura de integración del saber para propiciar el paso de la multi a la inter y de esta a la transdisciplinariedad*.

De hecho, a lo largo de la historia esta idea ha sido demostrada por innumerables **ejemplos**,⁷⁴ pues, en paralelo con el enfoque disciplinar predominante en los siglos XIX y XX, *la integración multi e interdisciplinaria del saber* logró revolucionar la historia del conocimiento científico. Por tanto, es de vital importancia aprender de la historia, de las interminables polémicas en torno al objeto de estudio de las disciplinas, sus métodos y formas de aprehensión de la realidad, sus avances, retardos y limitaciones que han matizado las oscilaciones

entre el *trabajo especializado* (disciplinar o demarcacionista) y los *enfoques multi, inter y transdisciplinarios* en el desarrollo del conocimiento científico (Espina Prieto, Mayra, 2003)

Con el Renacimiento como resultado de ***la mirada del hombre hacia sí mismo***,⁷⁵ se gestó una época de titanes, que fundieron en una misma pieza las actividades teórica y práctica. La actitud mucho más consciente y sistemática de varios genios y sus continuadores fueron cimentando durante varios siglos un justificado ***optimismo desmedido e ingenuo*** ⁷⁶ sobre las posibilidades del conocimiento científico para el desarrollo social, optimismo este que con el tiempo se convirtió en un verdadero y peligroso mito.

En concreto, a partir del Renacimiento se desarrollaron *espontáneos e ingeniosos estudios teóricos y prácticos de integración del saber*, entre los cuales se destacan los escritos, diseños y obras de **Leonardo da Vinci** (1452-1519), quien fue el más grande maestro de su tiempo, famoso como filósofo, esteta, pintor, escultor, arquitecto, ingeniero y científico. Su profundo amor por la investigación fue la clave, tanto de sus extraordinarios resultados artísticos como científicos.

Sus investigaciones, sobre todo en las áreas de anatomía, óptica e hidráulica, anticiparon muchos de los avances de la ciencia moderna. Las reflexiones filosóficas y científicas de *Da Vinci* sobre el propio conocimiento están imbricadas con la práctica de tal modo que ellas constituyeron, sin proponérselo, un enfoque interdisciplinario muy avanzado concretado en toda su obra científica, de ingeniería y artística.

De hecho, en *Da Vinci* la observación y la documentación constituían la base de su actividad científica y de sus innovaciones tecnológicas y artísticas. Dejó para la posteridad sus famosos manuscritos que contienen innovaciones y creaciones de todo género, que todavía hoy fascinan a científicos que tratan de reproducirlas tal como él las diseñó. De haberse publicado en vida de Da Vinci todos sus documentos e innovaciones no hubiese sido comprendido por sus contemporáneos.

Así también *una nueva y revolucionaria teoría* de indagación científica y del conocimiento fue creada por el filósofo inglés **Francis Bacon** (1561-1626), quien con su *Novum Organum*, pretendió superar la Lógica aristotélica u *Órganon*. De hecho, *Bacon* hizo importantes aportes al desarrollo de las bases materialistas del conocimiento y sometió a crítica las tendencias empiristas y racionalistas. Sin embargo, *Bacon* fue injusto con la doctrina aristotélica de la lógica del conocimiento, pues en verdad lo que sometió a crítica fue la caricatura que de *Aristóteles* hicieron los escolásticos más conservadores del Medioevo. Además, *Bacon* desarrolló varios ***procedimientos inductivos***,⁷⁷ como analogía, distinción, cambios concomitantes, etc.

La revolucionaria *teoría del conocimiento* de *Francis Bacon* tiene dos partes: la llamada *crítica destructiva*, que consiste en la doctrina de *los ídolos*, y su consecuente, *crítica constructiva*, en la cual expone las *reglas del nuevo método*, al que denomina interpretación de la naturaleza. En el ámbito de las creencias, **los ídolos**⁷⁸ son aquellos objetos o fenómenos a los que el hombre les rinde culto y pueden ser *imágenes, representaciones, nociones e ideas que simbólicamente tergiversan la realidad y enajenan al individuo*.

En esencia, los ídolos son mitos, prejuicios o errores que dificultan o imposibilitan el progresivo conocimiento de la realidad, pues anquilosan los paradigmas y entorpecen la aparición de nuevos descubrimientos e innovaciones. Para *Bacon*, la eliminación de estas fuentes de error es previa a una adecuada fundamentación del saber. Por tanto, *los ídolos* deben evitarse cuando se hace ciencia. En síntesis, según el genio británico, los Ídolos se expresan en cuatro ámbitos de la vida del hombre, pues ellos emanan de la naturaleza humana (*tribu*), de la naturaleza del individuo (*caverna*), de la comunicación entre humanos, (*foro*) y del servilismo a las teorías tradicionales (*teatro*)

En la historia del conocimiento humano estos fenómenos negativos han estado presentes en las reflexiones y teorías de no pocos pensadores y científicos, lo cual ha ejercido un nocivo impacto sobre el proceso de integración del saber. Por tano, se debe rescatar la premonitoria y dialéctica visión baconiana del conocimiento, pues anticipó una aguda crítica a corrientes y visiones epistemológicas que luego perduraron por mucho tiempo, las cuales enarbolaban trivialidades y extremismos propios del reduccionismo y demás ismos veneradores de figuras y escuelas, que más que acelerar el desarrollo del conocimiento humano, lo que han generado es su fragmentación.

En resumen, el aporte fundamental de *Bacon* radica en haber criticado anticipadamente algunos rasgos de lo que hoy se conoce como *ideal clásico de racionalidad científica*. Leyendo a *Bacon* se puede caracterizar a quienes todavía se resisten al cambio hacia el reconocimiento de la necesidad de que convivan diversos paradigmas y enfoques, aunque, incluso, se contrapongan diametralmente.

El legado de *Bacon* se expresa también en que este genio superó las estériles disputas sobre la esencia del conocimiento y sus métodos, perpetuadas por el **racionalismo y el empirismo**,⁷⁹ así como por muchas corrientes filosóficas y científicas posteriores, que han contrapuesto antagónicamente la inducción y la deducción, el análisis y la síntesis, la teoría y la práctica, etc. Tales disputas han perpetuado hasta hoy una visión reduccionista del conocimiento científico que han retardado su necesario proceso de integración.

A su vez, la controvertida gran fama de *Bacon* consiste en que, por un lado, en la historia se le ha otorgado el calificativo de profeta o heraldo de la Revolución científica o de una nueva metodología científica, la cual fue puesta en práctica después por la *Royal Society*; mientras que, por el otro, este genio inglés ha sido uno de los precursores del *ideal clásico de la racionalidad científica*, esencialmente, reduccionista, al promover el mito o la ingenuidad de que el hombre puede llegar a dominar la naturaleza mediante la ciencia y la técnica, sin tomar en cuenta los impactos negativos que estas han ocasionado sobre el medio ambiente, la salud humana y la identidad de las culturas nativas y nacionales.

Por esa misma época, **Galileo Galilei** (1564-1642), matemático, físico, astrónomo y filósofo italiano, fue uno de los iniciadores de la revolución científica de la Época Moderna. No obstante, a sus indiscutibles aportes en la descripción de las regularidades físicas, utilizando las matemáticas, así como a sus contribuciones en la

experimentación, la medición y sus innovaciones en mecánica y astronomía, *Galileo* también tuvo algunas imprecisiones, “... pues excluyó la cualidad de la ciencia, restringiendo ésta al estudio de fenómenos que pudiesen ser medidos y cuantificados. Ésta ha sido una estrategia muy exitosa en la ciencia moderna, pero nuestra obsesión por la medición y la cuantificación ha tenido también importantes costes, como enfáticamente describe el psiquiatra R.D. Laing: *El programa de Galileo nos ofrece un mundo muerto: fuera quedan la vista, el sonido, el gusto, el tacto y el olor y con ellos desaparecen la sensibilidad estética y ética, los valores, las cualidades, el alma, la consciencia y el espíritu*” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 133)

Con *Galileo* se produjo una especial paradoja, ya que al tratar de describir las regularidades o linealidades, como las del comportamiento del péndulo, base de la actual “correcta” medición del tiempo, lo cual es solo una aproximación, *subestimó las no-linealidades*, de las que él tenía pleno conocimiento, como: la fricción que genera el aire y que se incrementa con el viento, el tipo de cuerda, la presión, la humedad, etc. Por ello el método de *Galileo* y de sus seguidores, legó algunos *prejuicios* que, lamentablemente, perduran hasta hoy: *el exceso de cuantificación matemática*, la *subestimación de las no-linealidades* o de los “insignificantes” fenómenos perturbadores de la regularidad, así como el **reduccionismo en la medición**.⁸⁰ (Gleick, James, 1988, págs. 47-50)

Otro pensador que descolló en el estudio del conocimiento fue **René Descartes** (1596-1650), quien desarrolló los fundamentos modernos de la lógica matemática e hizo, desde su dualismo filosófico, aportes significativos a la teoría del conocimiento científico. Sin embargo, bajo la influencia del optimismo renacentista y del racionalismo de su tiempo, se convirtió, quizás sin proponérselo, en uno de los fundadores del *método deductivo* de la modernidad. En esencia, casi toda la ciencia tradicional “... *optó por elegir como idea rectora la segunda máxima del Discurso del método de Descartes: “fragmentar todo problema en tantos elementos simples y separados como sea posible”, y cómo este enfoque constituyó el paradigma conceptual de la ciencia durante tres siglos*” (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 31)

Es decir, *Descartes* desarrolló el método analítico, que descompone el todo en sus partes, para entonces entender su funcionamiento. Pero en esencia, ese procedimiento no permite de manera alguna una comprensión integral del funcionamiento del todo, pues su naturaleza no está constituida por la simple suma de las partes, sino por las *propiedades emergentes* que resultan de la dinámica interrelación de las partes entre sí y de ellas con el entorno (Capra, Fritjof, 1996, pág. 20) Por todo ello, se reconoce que *Descartes* fue uno de los precursores del ideal reduccionista de la ciencia, porque se basaba en la idea de la posibilidad de que el hombre podía **simplificar la realidad**.⁸¹ A su vez, creía que desde la racionalidad matemática se podría llegar a la pura “... *objetividad como exclusión del sujeto y los valores, la idea del dominio del hombre sobre la naturaleza como objetivo deseable y alcanzable*” (Delgado Díaz, Carlos, 2002, pág. 25)

Así también, un hito crucial en el advenimiento de la ciencia moderna lo estableció **Isaac Newton** (1642-

1727), en especial, con los aportes en su legendaria obra *“Principios Matemáticos de Filosofía Natural”*, en la que logró una impresionante síntesis teórica y metodológica al unificar las mecánicas celeste y terrestre, lo cual lo convirtió en el fundador de la física como ciencia. Sin embargo, la interpretación mecanicista de su teoría y los infinitos intentos de aplicación de sus principios a los diferentes ámbitos de la realidad, realizados por sus seguidores, han convertido a *Newton* en uno de los precursores del *ideal clásico de la ciencia*.

Paradójicamente, con este ideal se ha sostenido, por un lado, la acertada premisa de que el mundo puede describirse y explicarse a través de leyes y regularidades objetivas, que se pueden descubrir y representar en fórmulas y ecuaciones matemáticas, y, por el otro, de que con tales éxitos intelectuales, entonces, el hombre puede dominar el mundo a su antojo.

En la mecánica newtoniana, fundada en la concepción tridimensional de la Geometría de Euclides y en el racionalismo cartesiano, el tiempo transcurre constante y continuo, es decir, externo a los procesos físicos e independientes de ellos. De manera que el movimiento de las partículas indivisibles e indestructibles que constituyen la sustancia, se pueden predecir con exactitud solo conociendo sus condiciones iniciales. En verdad, esta concepción determinista mostró, con sólida evidencia empírica, que la ciencia podía tener una enorme capacidad predictiva, los acontecimientos podrán ser anticipados (predichos) con gran exactitud, por lo que, todavía hoy, se puede predecir un eclipse solar o lunar con una precisión “casi” absoluta.

Desde esa perspectiva, regularmente correcta y aproximadamente certera, pero no infalible, “... el marco conceptual creado por Galileo y Descartes –el mundo como una máquina perfecta gobernada por leyes matemáticas exactas– fue triunfalmente completado por Isaac Newton, cuya gran síntesis –la mecánica newtoniana – constituyó el logro culminante de la ciencia del siglo XVII” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 20)

Sin embargo, tales principios, leyes y aciertos, mecánicamente correctos, en que se fundamentaba este ideal clásico de la ciencia, lamentablemente, fueron en no pocas ocasiones **extrapolados y sobreestimados en la historia**.⁸²

De hecho, esa generalización ingenua y exagerada “no dejaba ver” a la mayoría de los pensadores de la modernidad, *otros aspectos del comportamiento de la realidad*, **mucho más complejos**,⁸³ que están presente en todas sus formas de movimiento. Es decir, que las regularidades descubiertas por *Newton* sobre la forma simple y particular del movimiento mecánico, no han sido más que solo el comienzo del empedrado camino que sigue recorriendo el hombre en la consecución de un mejor conocimiento de la realidad.

No solo en las formas menos simples de movimiento de la materia como son: química, biológica y social, se revelan principios, regularidades, leyes y comportamientos mucho más complejos, sino incluso en el propio “simple” movimiento mecánico se están identificando hoy *fenómenos no-lineales* (oscilaciones, perturbaciones, etc.), que modifican la comprensión, que hasta hoy se tenía, del equilibrio y de la estabilidad de los sistemas “simples”. Es decir, en los fenómenos relacionados con el péndulo o la caída libre de los cuerpos también se

pueden producir discontinuidades, oscilaciones, dinámicas caóticas y otros fenómenos hoy desconocidos, todo lo cual cuestiona hasta lo más íntimo *el mito de la santificada predicción determinista absoluta*, perpetuada por la racionalidad científica moderna (Gleick, James, 1988, págs. 47-50)

En concreto, se puede afirmar que el ideal clásico del conocimiento científico también generó un **mito** que reinó durante varios siglos en la Modernidad. Este basaba su potencial en *el supuesto de que la dinámica del universo respondía a leyes deterministas, que el comportamiento lineal era el habitual, que cada efecto era directamente proporcional a su causa*. El científico aparecía, así, como un observador externo e imparcial capaz de pronosticar sucesos según leyes objetivas que revelan, con certeza absoluta, en un proceso lineal todas las causas posibles de los fenómenos.

A su vez, paradójicamente, el exitoso **método analítico** (como síntesis del razonamiento geométrico y el método experimental), desarrollado por Newton y sus contemporáneos, el cual hizo imprescindible la fragmentación de la naturaleza en sus elementos constitutivos, “... llevó a los primeros científicos a una obsesión por las partes, y a un ensimismamiento, que no les dejó lugar para una observación global de esa naturaleza. Las ciencias habrían sufrido una «desintegración» desde el siglo XV hasta el XIX” (Alvargonzález, David, 2003, pág. 1)

En la ciencia en general, pero en especial “... a la luz de la nueva química, los simplistas modelos mecanicistas fueron abandonados en gran medida, pero la esencia de la idea cartesiana sobrevivió. A los animales se les seguía viendo como máquinas, si bien más complicadas que simples mecanismos de relojería e incluyendo complejos procesos químicos. Consecuentemente, el mecanicismo cartesiano quedó expresado como dogma en el concepto de que, en última instancia, las leyes de la biología pueden ser reducidas a las de la física y la química. Simultáneamente, la rígida fisiología mecanicista encontró su más potente y elaborada expresión en el polémico tratado de Julien de La Mettrie “El hombre máquina” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 21)

Sin embargo, en paralelo con esta predominante tendencia del ideal clásico de la ciencia, se fue produciendo un peculiar y espontáneo proceso de **oposición a tales mitos y cánones de racionalidad**,⁸⁴ por parte de algunos pensadores, lo cual no se ha estudiado con la debida profundidad hasta hoy. A esa reacción ante ese ideal, es lo que se ha dado en llamar “*desasosiego romántico moderno*” que se opuso abiertamente a todos esos *mitos de la racionalidad científica*, entre ellos al *optimismo desmedido en la ciencia y la técnica para el progreso humano* (Mitcham Carl, 1995, págs. 172-189); (González García, Matha Inés, et. al., 1996)

Las primeras reacciones frontales y radicales al ideal clásico de la ciencia moderna (o paradigma cartesiano mecanicista) y que, a la vez, apostaban por la integración del saber, surgieron en el seno “... del movimiento romántico en el arte, la literatura y la filosofía a finales del siglo XVIII y en el siglo XIX. William Blake, el gran poeta místico y pintor que ejerció una fuerte influencia en el Romanticismo británico, fue un apasionado crítico

de Newton. Resumió su crítica en estas celebradas líneas: *Líbrenos Dios de la visión simplista y del sueño de Newton** (Blake, 1802) (Capra, Fritjof, 1996, pág. 21)

Así pues, esta **reacción crítica**,⁸⁵ a semejante ideal de racionalidad, gestó *ideas seminales* muy valiosas para la venideras reflexiones sobre la naturaleza compleja de la realidad, muchas de ellas inmersas o contenidas en las *reacciones, inconformidades y controvertidas posturas* de personajes mejor matizados y recreados en la literatura y las imágenes artísticas de genios de la talla de *Balzac, Dickens, Faulkner, Rousseau, Sade, Goethe, Baudelaire, Proust, Dostoievski*, entre otros.

De hecho, “... los poetas y filósofos románticos alemanes volvieron a la tradición aristotélica, concentrándose en la naturaleza de la forma orgánica. Goethe, la figura central de este movimiento, fue uno de los primeros en utilizar el término «morfología» para el estudio de la forma biológica desde una perspectiva dinámica y del desarrollo. Admiraba «el orden en el movimiento» (*bewegliche ordnung*) de la naturaleza y concebía la forma como un patrón de relaciones en el seno de un todo organizado” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 21)

Otro de los fundadores de la crítica al ideal clásico de la ciencia fue el filósofo escocés **David Hume** (1711-1776), quien, siguiendo la tradición empírica inglesa, asume posiciones epistemológicas agnósticas en la interpretación del valor del conocimiento científico-técnico en sus ensayos: “*Del comercio*” y “*Del refinamiento de las artes*”. A pesar de su etiquetado agnosticismo, la influencia de este filósofo dura hasta hoy, pues tuvo continuadores en dos direcciones: una fue de corte positivista moderada y la otra se expresó en una suerte de corriente radical y fatalista en la interpretación del papel de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social.

El gran mérito de *Hume* radica en que revitalizó las **controvertidas pero valiosas ideas**,⁸⁶ que hoy están siendo rescatadas por las corrientes hermenéutica y constructivista en medio de la *Nueva Revolución del Saber*. Esas ideas están relacionadas con la capacidad del entendimiento humano para comprender la dialéctica del propio proceso del conocimiento, pues el sujeto tiene un carácter activo que no se puede subestimar en la comprensión de la verdad científica. Además, estas ideas se fundamentan en el criterio, de que *toda observación*,⁸⁷ o estudio empírico-experimental de la realidad, presupone un conjunto de creencias básicas o suposiciones previas, del cual el observador no se puede despojar en el acto empírico de conocer.

Otro de los fundadores del denominado período del *Romanticismo ilustrado* fue **Jean Jacob Rousseau** (1712-1778) En su obra *Discurso sobre los efectos morales de las Artes y de las Ciencias* (1750), este ilustre filósofo, escritor y músico suizo-francés se opone a la fría racionalidad técnica, al mercantilismo, a la corrupción y al carácter enajenante de ciertos artificios técnicos y sus usos. De hecho, pudo realizar tal crítica gracias a su autodidacta preparación multidisciplinaria.

Este enciclopedista e ingenioso educador de ideas atrevidas y avanzadas para su tiempo, ha devenido uno de los precursores de las raíces filosóficas y éticas de las actuales reflexiones postmodernas que someten a crítica los fundamentos epistemológicos de la racionalidad de las ciencias sociales de la modernidad.

En su connotada obra pedagógica *Emilio* deja una prueba irrefutable de su visión dialéctica, flexible y dinámica de los procesos sociales en general y de la educación en particular. Muy anticipadamente a su tiempo *Rousseau* logra percatarse de fenómenos de la educación del niño que eran prácticamente invisibles a los ojos de sus contemporáneos, por lo que resulta muy revolucionaria su visión incluso hoy.

Una idea radicalmente nueva subyace en esta controvertida sentencia: *“Por lo mismo que es la educación un arte, casi es imposible su logro, puesto que de nadie pende el concurso de causas indispensables para él. Todo cuanto puede conseguirse a fuerza de diligencia es acercarse más o menos al propósito; pero se necesita suerte para conseguirlo”* (Rousseau, Jean Jacob, 1762/2000, pág. 10)

La novedad de tan sugestiva y polémica reflexión estriba en que denota varias propiedades de la complejidad del comportamiento humano, las cuales por supuesto eran imposible definir en aquel tiempo, pero que hoy se denominan, con los términos propios de los nuevos enfoques: *no-linealidad, incertidumbre, retroalimentación y carácter impredecible* (a mediano y largo plazo) del comportamiento de los *sistemas dinámicos alejados del equilibrio*, en este caso del sujeto como individuo, es decir, sugiere tener en cuenta la *singularidad* en la *auto-organización* como premisa para el desarrollo de los *sistemas sociales*: individuo, familia, comunidad, organizaciones, etc. (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, págs. 92-104)

En verdad, esas reflexiones de *Rousseau*, que intuyen tales propiedades, son excepcionales para su tiempo si se considera que vivió en la época que predominaba el exagerado optimismo propio de la racionalidad científica del Iluminismo francés. La comprensión de *Rousseau* sobre la personalidad fue tan avanzada que coincide con ideas pedagógicas de nuestro tiempo como esta: *“Nadie es solamente la persona que vemos. Es mucho más: un ser que carga una historia de vida y lleva en su subjetividad marcas, sentimientos y emociones, conocimientos y ansias que lo hacen trascender cualquier juicio que de él nos podamos hacer”* (Betto, Frei, 1998, pág. 129)

Durante y después de la Ilustración en Europa varios pensadores (filósofos, novelistas, poetas, etc.) tocaron de una u otra manera algunas ideas dirigidas a contrarrestar el *optimismo desmedido* creado por la *racionalidad moderna* y los “éxitos” del desarrollo tecno-científico. Luego, desde la segunda mitad del siglo XX, arreciaron las críticas y se promulgaron los primeros postulados de la pretendida **Postmodernidad**.⁸⁸

Hoy se puede afirmar que *Donatien Alphonse François*, el **Marqués de Sade** (1740-1814) fue uno de los precursores del pensamiento crítico de los mitos de la Modernidad y, en especial, quizás el primero en la reacción temprana a *la ingenuidad de la racionalidad científica*, exagerada por los sueños del siglo de las *Luces*. Cabe apuntar, que en la filosofía de habla hispana, prácticamente todavía hoy, no se logra difundir el verdadero legado del pensamiento de *Sade*.

Paradójicamente, *“El siglo burgués repudia a Sade, pero Balzac, Vigny, Chateaubriand, Flaubert, Borel, Lamartine o Baudelaire le deben mucho”* (Margot, Jean Paul, 1999, pág. 23) *El Marqués* ha tenido tantos

seguidores en la literatura francesa, porque ellos han captado su profundo e inusitado mensaje sobre la esencia de la *espiritualidad humana*, la cual presupone *superar el fetiche impuesto por la racionalidad moderna* que, al despreciar o evitar las pasiones humanas, hacen a la razón impersonal y abstracta. En verdad, es muy raro encontrar el criterio de que Sade fue un revolucionario no solo en la literatura, sino también en la filosofía y, en especial, en la comprensión del propio conocimiento humano. Fue, muy anticipadamente, un ferviente crítico, frizando en la **locura**,⁸⁹ de las nimiedades, banalidades y exageraciones de la racionalidad moderna.

En la tradición filosófica y literaria francesa hace ya más de treinta años se viene rescatando los valores del pensamiento crítico del *Marqués*, quien logró realizar, precisamente, desde la literatura, un giro revolucionario de inspiración dialéctica, pues Sade pudo situarse “... *resueltamente al lado de la conciencia de sí*”, es decir, se convirtió sin saberlo en el precursor en Francia, veinte años antes que Hegel, de la crítica dialéctica de la razón. “*Sade asume, desde la literatura, la tarea de explorar lo irracional y de integrarlo en una razón ampliada, que sigue siendo la tarea de nuestro siglo... Es el escritor que nunca creyó en las promesas de felicidad de las Luces, y escogió con anticipación el camino trágico de la Fenomenología del Espíritu, que los años 50 y 60 confían la tarea de diagnosticar el presente*” (Margot, Jean Paul, 1999, pág. 24)

En fin, el gran mérito de Sade estriba en comprender tempranamente que “*En la medida que el siglo XVIII pretendió abolir el reinado de Dios sobre la tierra, lo sustituyó por otro «ídolo». Ateístas y deístas se unen en el culto que rinden a la nueva encarnación del Bien (Ser) Supremo, la Naturaleza*” (Margot, Jean Paul, 1999, pág. 18)

Otros pensadores han seguido esta misma línea de pensamiento contra *los excesos de la Modernidad*, pero no es menester aquí describir todos esos **valiosos y controvertidos aportes al conocimiento científico en la Modernidad**.⁹⁰

Con el viraje que generó la pujante burguesía revolucionaria europea en el cambio del siglo XVIII al XIX, se inicia uno de los movimientos intelectuales más poderosos de la historia humana, la *Filosofía Clásica Alemana*, de la cual **Emmanuel Kant** (1724-1804)⁹¹ fue su fundador y dejó una de las mayores influencias en la historia del pensamiento filosófico y científico. Kant distingue claramente entre conocimiento sensible y conocimiento inteligible, de modo que este no se puede limitar meramente a la experiencia, tesis con la cual comienza la construcción de su *lógica trascendental*, edificada sobre la idea de un sujeto que impone sus condiciones a las cosas.

Entonces, se pudiera preguntar: *¿en qué radica la novedad gnoseológica de la filosofía kantiana que tanta huella ha dejado en la historia de la filosofía y la ciencia hasta hoy?*, Precisamente, la novedad estriba en el carácter controvertido e ingenioso de las formulaciones kantianas sobre el fundamento y los métodos lógicos del conocimiento humano.

Kant, siguiendo la tradición agnóstica y polémica sobre **la relación entre razón y experiencia**,⁹² iniciada por Protágoras y, luego, enriquecida por Aristóteles, Montaigne y Hume, considera que la razón debe ser sometida a un examen para indagar las condiciones que hacen posible el conocimiento “a priori”, o bien, si son posible o no los *juicios sintéticos* y la propia naturaleza de la experiencia humana.

En esencia, *Kant* reformula y trata de enriquecer la avanzada idea de *David Hume* sobre el carácter teórico de la observación o de la experiencia, aunque utilizó un exotérico lenguaje que oscurecía su contenido. De hecho, comparte con *Hume* la tesis de *la presencia de un conjunto de creencias básicas o suposiciones previas* en el momento empírico de conocer. El valor de esta tesis denominada también *carga teórica de la observación*, consiste en que el sujeto intenciona y orienta hacia objetivos previamente planificados el proceso mismo de la cognición. Pero eso no significa, en el sentido agnóstico e idealista de *Kant*, que sea el pensamiento el creador del propio mundo a observar, pues a lo sumo el sujeto, con su carácter activo y no más, solo puede seleccionar qué aspecto o propiedades de la realidad quiere estudiar, así como de qué modo puede hacerlo, a través de cuáles vías o con qué métodos, etc.

Pero, ya esta reflexión está muy lejos de ser una formulación idealista y mucho menos agnóstica sobre el proceso del conocimiento. Entonces, *el carácter revolucionario* de la tesis de *Kant* sobre la “impureza” del acto empírico de conocer, *radica en su visión dialéctica del conocimiento*, es decir, en el reconocimiento de la necesidad de considerar que no existe un proceso solo empírico y otro racional, es decir, que no existen dos procesos independientes uno del otro: **lo empírico y lo racional**,⁹³ sino, por el contrario, estos solo son dos momentos de un mismo proceso. Hoy se sabe que el conocimiento es un dialéctico y complejo proceso de infinitas y complementarias interrelaciones entre sus momentos subjetivo y objetivo, abstracto y concreto, racional y empírico, deductivo e inductivo, analítico y sintético, absoluto y relativo, etc.

En fin, la “**revolución copernicana**”,⁹⁴ que se le atribuye a esta tesis kantiana no estriba en la difundida interpretación idealista de que los objetos “se someten a las leyes del conocimiento impuestas por el entendimiento humano”. En verdad, el real contenido de ese viraje o giro en la manera de hacer ciencia consiste en *la comprensión de que el conocimiento constituye un complejo y dialéctico proceso de interrelaciones entre el sujeto y el objeto*, es decir, existen presupuestos racionales previos portados por el sujeto (paradigma) que están en el propio acto empírico de conexión “directa e inmediata” con la realidad.

De hecho, el sujeto intenciona y planifica activamente el acto empírico, por lo que los métodos, técnicas e instrumentos para ello deben ser flexibles y, con frecuencia, en momentos de anomalías o contradicciones, urge un cambio inmediato y radical del propio paradigma, si se quiere obtener un nuevo conocimiento. Y, precisamente, ya esto dista mucho de la interpretación agnóstica e idealista que se le ha dado en la historia a la denominada “*revolución copernicana*” efectuada por *Kant* en la teoría del conocimiento. Por tanto, **el fundamento kantiano del constructivismo dialéctico y no agnóstico**,⁹⁵ identificado por Marx como *la*

naturaleza humanizada en el conocimiento, estriba en que no se puede subestimar, pero tampoco sobreestimar ese *carácter activo del sujeto*.

Otras avanzadas ideas kantiana, no muy conocidas, son: 1) su noción de la interrelación dialéctica entre *el todo y la parte*, cardinal para comprender el actual **principio hologramático**;⁹⁶ 2) su concepto de **auto-organización**,⁹⁷ el cual constituye un antecedente esencial de las revolucionarias concepciones de hoy sobre la dinámica de los sistemas complejos, tanto biológicos como sociales.

En fin, todas estas avanzadas ideas de Kant fueron posibles gracias a su formación multidisciplinaria y enciclopédica, expresadas en su *Lógica transcendental*, en la cual intentaba integrar todas las formas del saber por él conocidas en su tiempo.

Ahora bien, un cambio revolucionario mucho más profundo en la historia del conocimiento vendría luego con **George Wilhelm Friedrich Hegel** (1770-1831), quien con su *Lógica dialéctica* logró establecer las bases de una nueva gnoseología. De hecho, el genio alemán, gracias a su enciclopédica e interdisciplinaria preparación, logró la más completa sistematización de la historia de la filosofía y la ciencia que se haya hecho hasta su época. Hegel tuvo en alta estima los aportes de Kant a la teoría del conocimiento, pero le criticó el hábito que tenía de **vetar las contradicciones**⁹⁸

No obstante a las **limitaciones generales de sistema filosófico hegeliano**,⁹⁹ su *Lógica dialéctica* constituye un viraje revolucionario crucial en el desarrollo de la filosofía y la ciencia. Lamentablemente, esta teoría no ha sido conscientemente y concretamente aplicada a la epistemología de las disciplinas de hoy. Se ha producido una paradoja, *a pesar del enorme impacto que ha ejercido la dialéctica hegeliana en la historia del pensamiento filosófico, no ha sido igual su asimilación en la práctica científica*.¹⁰⁰

En consecuencia, esta ha sido una de las razones por las cuales se ha llegado hoy al atolladero de la crisis de la racionalidad científica moderna, de la cual todavía muchos no han podido salir. Sin embargo, como buen antídoto para la crisis epistemológica de hoy puede servir esta visionaria sentencia: *“Es completamente imposible entender El Capital de Marx, y en especial su primer capítulo, sin haber estudiado a fondo toda la Lógica de Hegel. ¡¡Por consiguiente, a lo largo de medio siglo ninguno de los marxistas entendió a Marx!!”* (Lenin, V.I., 1985, pág. 159)

Entonces, ¿Por qué es necesario estudiar y comprender correctamente esta compleja obra de Marx? En esencia, porque precisamente fue Marx quien realizó la primera y prácticamente la única aplicación materialista consecuente del **método lógico-dialéctico hegeliano**,¹⁰¹ al estudiar detalladamente, desde la Economía Política, la sociedad capitalista de su tiempo.

La Lógica dialéctica hegeliana está fundada en una concepción holística y sistémica sobre las relaciones dinámicas del proceso del conocimiento. Este enfoque está soportado en una *noción triádica*, al estilo de las divinidades del espíritu, pues las relaciones son entre tres elementos categoriales. Se le puede criticar a Hegel

su idealismo, misticismo y hasta el pedantismo en el discurso, pero como dijo Marx: *“El hecho de que la dialéctica sufra en manos de Hegel una mistificación, no obsta para que este filósofo fuese el primero que supo exponer de un modo amplio y consciente sus formas generales de movimiento. Lo que ocurre es que la dialéctica aparece en él invertida, puesta de cabeza. No hay más que darle la vuelta, mejor dicho ponerla de pie, y enseguida se descubre bajo la corteza mística la semilla racional”* (Marx, Carlos, 1973, pág. 9)

En el pensamiento hegeliano aparecen dos genialidades fundidas en una pieza, una es la creación del *método de ascenso de lo abstracto a lo concreto*, y, la otra, es la asombrosa **clasificación que realiza de los juicios**,¹⁰² sin los cuales el método hubiera sido imposible (Hegel, G.W.F., 1974b, págs. 551-583)

Según enseña la lógica hegeliana, *la clave del éxito en la investigación científica* radica en la comprensión del conocimiento como un complejo proceso de relación sujeto-objeto, que exige la constante *superación dialéctica de las contradicciones* entre las elaboraciones teóricas y los hechos. Para ello, sugiere aplicar *el método lógico de ascenso de lo abstracto a lo concreto*, proceso en el cual el científico debe utilizar la inducción y la deducción, el análisis y la síntesis, así como la generalización y *clasificación de los juicios* para que, a través de reflexiones lógicas sobre la experiencia empírica, pueda llegar a *las formas superiores y más complejas de conceptualización de la realidad*, es decir, al descubrimiento de sus leyes y regularidades, las cuales se expresan en las más elevadas formas del saber científico: los juicios apodícticos.

En esencia, para Hegel *el arte de manejar los juicios* de lo simple a lo complejo (de lo abstracto a lo concreto), es seguir *el complicado movimiento de la teoría a la práctica y de esta a la teoría nuevamente*, lo cual es la clave para la comprensión de la profunda complejidad de la naturaleza del saber. A las regularidades, enseñaba el gran maestro, *no se llega directamente desde los sentidos*, la explicación (como generalización inductiva), es solo un momento del proceso. Los principios explicativos, que las ciencias naturales toman de la experiencia inmediata, *solo revelan la causalidad lineal y superficial de los fenómenos en sí*, por lo que *para revelar su rica esencia se necesita comprenderlos*, es decir, *ver lo invisible a los sentidos* o lo que René Thom llamó “... la imagen en los ojos de la mente” (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, pág. 17)

De hecho, Hegel incluye estas ideas en su esquema lógico de inferencia práctica, el cual presupone **tres principios**:¹⁰³ 1) *tendencia del sujeto hacia un fin u objetivo específico*, 2) *los medios para lograr ese fin*, 3) *la objetivación del fin en las acciones concretas*. Esta innovadora sistematización hegeliana de la idea aristotélica fue prácticamente desatendida y, por tanto, no pudieron evitarse las interminables disputas entre el positivismo y los anti-positivistas durante más de un siglo. Hoy esta idea reviste un significado especial no solo para combatir los mitos de la racionalidad moderna que enfatizan la dicotomía entre las ciencias naturales y sociales, sino también para la comprensión de la **legitimidad de las ciencias sociales**.¹⁰⁴

Así también, el genio alemán rescató la tesis aristotélica de la mediación (Hegel, G.W.F., 1974a, págs. 305-335), la cual fue reiteradamente resaltada por V.I. Lenin en sus *Cuadernos Filosóficos*, pero no se le prestó la

debida atención hasta hace poco tiempo. *Hegel* concibió la mediación,¹⁰⁵ como el contexto, el entorno o condiciones de existencia común de las interrelaciones (directas e indirectas) de los elementos dentro y fuera del sistema. Además, consideró que la mediación es el tercer componente de la tríada dialéctica del conocimiento (sujeto-objeto), es decir, es el escenario donde se libra la batalla de los contrarios, por eso ella es el sostén de los nexos infinitos de algo con todo lo restante, que como proceso dinámico expresa el fundamento (estructura) y el funcionamiento (procesos) de la realidad, en la cual lo más trascendente y duradero es el devenir de una cosa en otra.

Para Hegel, la esencia de algo no está solo en sí, sino también en su vínculo infinito con todo lo demás. De esta serie o arsenal conceptual utilizado por *Hegel* para explicar su lógica dialéctica (obsérvese la diversidad de conceptos hegelianos subrayados en esta nota y todavía faltan muchos más) un papel especial ocupa la tríada: Contexto-Mediación-Devenir,¹⁰⁶ como fundamentos o pilares de la dialéctica del conocimiento (Hegel, G.W.F., 1974b, págs. 391-485), (Lenin, V.I., 1985, págs. 107-170, 181-187, 205-207, 321-328)

Con la lógica hegeliana sabemos que *en el momento empírico* del complejo proceso del conocimiento reinan las apariencias (*lo inmediato*), que no son más que una síntesis de las representaciones de los fenómenos, por lo tanto, en esta fase empírica *el hombre tiende a percibir más lo evidente* (*lo inmediato*), es decir, *las contradicciones*, los contrarios, los extremos, logrando más bien una visión estática centrada en las partes, en lo individual. Pero hasta aquí solo se ha iniciado el camino, se precisan de *nuevas abstracciones* de la propia *totalidad abstracta* que se recibe de ese momento empírico, pero ya este momento debe ser complementado con *el momento racional*, en este punto se produce la fragmentación o descomposición analítica de dicha totalidad abstracta para poder conocer en profundidad y penetrar en la esencia (*lo mediato*) de las propiedades y cualidades del objeto (*contenido, estructura y forma*) También se descomponen los procesos funcionales (dinámicos) del sistema, pero ya aquí se precisa iniciar el camino inverso: establecer nexos en la mediación en el entorno para recomponer, ensamblar, rearticular e integrar como **momento reestructivo de síntesis**.¹⁰⁷

En fin, lo mediado deviene o se convierte en *la totalidad concreta* como *la esencia* enriquecida por las interrelaciones de los fenómenos, es decir, es ya lo “concreto” pensado. En esta fase teórica y racional el hombre penetra en las profundidades de la esencia de las cosas, está sumergido en las infinitas relaciones del objeto con el entorno (la mediación) donde conoce y busca soluciones a las contradicciones, logrando una visión dinámica y holística, al atrapar lo universal en los fenómenos, este es el significado de comprender.¹⁰⁸

La reivindicación de esta brillante idea hegeliana que enfatiza el papel decisivo de *la mediación* (entorno o contexto concreto) en el desarrollo de *las propias contradicciones del sistema*, tiene una *infinidad de ejemplos prácticos que lo ratifican en la historia de las ciencias*.¹⁰⁹

Esto queda claramente esbozado en las siguientes interrogantes: *¿Qué sería del niño si no se desarrolla en un entorno social? ¿Podrá desarrollar plenamente sus potencialidades genéticas y culturales si vive en condiciones de niño-lobo?* Es evidente que la respuesta está anclada en el reconocimiento del *papel decisivo del medio, entorno o contexto social* de la criatura. En este sentido es que se justifican la tesis de Hegel de la **mediación**.¹¹⁰

En la segunda mitad del siglo XIX con los trabajos de **Carlos Marx** (1818-1883) y **Federico Engels** (1820-1896) aparece una nueva comprensión de la naturaleza del conocimiento científico, pues se reinterpreta de modo materialista la dialéctica de Hegel. Además, como se sabe, “... *el estudio de la ciencia ocupó la atención de Marx y Engels toda su vida. Engels intentó escribir una obra exhaustiva, esbozando en detalle la relación entre el materialismo dialéctico y la ciencia, pero no le fue posible debido a la fuerte carga de trabajo que le impusieron los volúmenes segundo y tercero de El Capital, que quedaron sin terminar a la muerte de Marx. Sus manuscritos incompletos de Dialéctica de la Naturaleza tan solo vieron la luz en 1925. A pesar de su estado inacabado, constituyen una fuente muy importante para el estudio de la filosofía marxista y proporcionan ejemplos brillantes de aplicación de la dialéctica a los problemas centrales de la ciencia*” (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 23)

En verdad no se puede afirmar que el marxismo haya desarrollado plenamente una teoría del conocimiento, pues, por razones bien justificadas, tuvieron un “... *interés dominante en el análisis de las condiciones del cambio social, concentrándose en la elaboración de la teoría revolucionaria del proletariado*” (Woolgar, Steve, 1991, pág. 35) No obstante, Marx y Engels lograron anticipar varias ideas básicas para un estudio más integral del conocimiento.

Para Marx “... *la dialéctica representó el alma que permitiría construir y reconstruir dicha concepción en cuanto pensamiento teórico crítico,... en la medida que dicha visión del mundo y método de investigación se concretaran como método de exposición y comprensión y junto con ello razón de la acción, es decir, pensamiento lógico dialéctico*” (Suárez Martín, Luís, 2004, pág. 5)

Desde la reinterpretación materialista de la lógica hegeliana, Marx insistió en la necesidad de reconocer el carácter activo del sujeto, idea que aplica en *El Capital* cuando caracteriza la naturaleza compleja del *valor de uso* de la mercancía, donde revela la significación práctica de la espiritualidad como valor.

Además, en sus famosas *Tesis sobre Feüerbach*, sentenció que: “*El defecto fundamental de todo el materialismo anterior... es que sólo concibe las cosas, la realidad, la sensoriedad, bajo la forma de objeto o de contemplación, pero no como actividad sensorial humana, no como práctica, no de un modo subjetivo*” (Marx, Carlos, 1974, pág. 7)

Por tanto, *el aporte fundamental del marxismo fue la inclusión de la práctica en la explicación de la relación sujeto-objeto*, pues la realidad sólo puede ser comprendida a través de la *objetivación* de las ideas, algo que

se concreta en la actividad humana. Así pues, el hombre, al modificar la propia realidad, se transforma a sí mismo. Es decir, “... es en la práctica donde el hombre tiene que demostrar la verdad, es decir, la realidad y el poderío, la terrenalidad de su pensamiento” (Marx, Carlos, 1974, pág. 7)

El cofundador del marxismo **Federico Engels** en casi toda su obra, especialmente, en los materiales preparatorios de la pretendida e inconclusa obra *Dialéctica de la Naturaleza* desarrolla ideas muy avanzadas sobre el conocimiento y su integración, en un contrapunteo constante entre la filosofía y la ciencia.

En singular síntesis **Engels** logró establecer **tres principios metodológicos**,¹¹¹ de irrefutable vigencia hasta hoy, para comprender la dinámica y complejidad de la realidad y del conocimiento. Sus ideas sobre el movimiento como atributo universal de la materia y el valor epistemológico de su clasificación han sido históricamente confirmadas con los nuevos avances científicos. Hace casi siglo y medio, sentenció: “El movimiento, en su sentido más general, concebido como modo de existencia, atributo inherente a la materia, abarca todos los cambios y procesos que se producen en el universo, desde el simple cambio de lugar hasta el pensamiento” (Engels, Federico, 1979, pág. 8)

En resumen, el marxismo fue una síntesis de saberes que lo ubican como un pensamiento integrador de transición paradigmática sobre el conocimiento, pues: “En el marxismo coexistieron elementos de la racionalidad clásica como el reconocimiento de las estructuras y jerarquías deterministas, los remanentes de la comprensión eurocentrista de la historia humana; pero emanaron elementos muy fuertes y bien definidos de la racionalidad nueva..., el planteo dialéctico del objeto del conocimiento como proceso” (Delgado Díaz, Carlos, 2002, pág. 18)

La tradición dialéctica en general y el pensamiento marxista en particular, enriquecidos en el plano gnoseológico por V.I. Lenin y otros continuadores, constituyen una de las fuentes nutricias más importantes de la Nueva Revolución del Saber, pues “Hegel, Marx, Bachelard y Lukacs están en la base epistemológica del paradigma de la complejidad... En sus orígenes más remotos Hegel y su concepto de la dialéctica como lucha de contrarios y posteriormente el materialismo dialéctico y el método marxista, con la dialéctica como método de análisis histórico, se erigen en las fuentes filosóficas y metodológicas del pensamiento complejo” (Andrade, Raiza, et. al., 2002, pág. 6)

Los aportes de **Vladimir Ilich Lenin** (1870-1924) al desarrollo de las ideas marxistas sobre el conocimiento se expresan en **sus conclusiones gnoseológicas**,¹¹² en otras nociones y **principios**:¹¹³ como la fundamentación del *papel de la práctica* y su dialéctica *concepción de la verdad*, ideas estas resumidas en su gran obra “*Materialismo y empiriocriticismo*”. Estos fundamentos han tenido siempre un valor metodológico esencial para someter a crítica las concepciones positivistas sobre el conocimiento y la verdad.

En su gnoseología **Lenin** revela una visión dialéctica de la verdad, pues no minimiza el papel del sujeto como lado activo en este proceso. Para revelar la dinámica entre el sujeto y el objeto **Lenin** denota la interrelación

entre los momentos absoluto y relativo de la verdad, subrayando que el hombre tiene la capacidad de reflejar creadoramente las cosas, las cuales humaniza, transfigura y acomoda a sus objetivos, mostrando que el conocimiento es una construcción social.

A su vez, *Lenin* sugiere que para el marxismo “... en lo relativo existe lo absoluto. Para el subjetivismo y la sofística lo relativo es sólo relativo y excluye lo absoluto”. Por lo que, de hecho, “... la dialéctica materialista de Marx y Engels comprende ciertamente el relativismo, pero no se reduce a él, es decir reconoce la relatividad de todos nuestros conocimientos, no en el sentido de la negación de la verdad objetiva, sino en el sentido de la condicionalidad histórica de los límites de la aproximación de nuestros conocimientos a esta verdad.” (*Lenin*, V.I., 1983, pág. 144)

La vigencia de estas reflexiones de *Lenin* sobre el conocimiento y la verdad, está siendo confirmada por los nuevos avances epistemológicos que han proporcionado los propios científicos naturales, que, paradójicamente, está demostrando la naturaleza social compleja del conocimiento.

En fin, desde la misma antigüedad no solo se fue gestando y consolidando ese controvertido *ideal clásico de la racionalidad científica*, sino que también fue naciendo, casi clandestinamente, otra visión mucho más rica y flexible, es decir, *dialéctica, interdisciplinaria y compleja*, como fruto de **las reacciones a ese ideal de la modernidad (Anexo 2)** Por tanto, El rescate de todas estas ideas sobre el conocimiento y su integración es hoy de vital importancia para revelar **los antecedentes teóricos de la educación (Anexo 3)**, como premisa para poder lograr la verdadera desmitificación del ideal clásico de la racionalidad científica que se fue consolidando en la modernidad.

Paralelamente, también en las ciencias naturales desde el inicio del siglo XIX comienza a gestarse una peculiar *reacción anticipada al positivismo*, la cual se inicia con fuertes polémicas sobre una de las grandes conquistas de la Física: la *Termodinámica clásica*. Es conocido que uno de sus precursores fue el físico francés **Nicolás L. Sadi Carnot** (1796-1832), quien aportó los primeros argumentos teóricos. Luego, en 1850, el físico alemán **Rudolf Clausius** (1822-1888) formuló sus principios y leyes fundamentales. Desde la misma creación, por estos genios, de la *Termodinámica* como disciplina científica se reconoce que: “... hay una tendencia en los fenómenos físicos desde el orden hacia el desorden” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 38)

A su vez, a lo largo del mismo siglo XIX, también se realizaron extraordinarios descubrimientos en otras ciencias. En especial, se ha reconocido por muchos autores que la Biología moderna, afortunadamente, no tuvo un precursor formado en el paradigma disciplinar propio de las universidades, sino por el contrario, **Charles Darwin** fue un autodidacta de formación de perfil amplio, de manera que gracias a la integración de sus conocimientos y la consecuente constatación y verificación práctica en su viaje alrededor del mundo, lo llevaron a la creación de la *Teoría de la Evolución de las Especies* (1859)

Entre los valores revolucionarios de la obra de *Darwin* figura el hecho de haber confirmado, en una ciencia en particular, *la dialéctica tesis hegeliana de la mediación*, a través de algunos conceptos concomitantes a ella, tales como: *medio*, *entorno* y *adaptación*. Este hecho, tuvo una importancia transcendental para el ulterior desarrollo del conocimiento científico, pues abrió una brecha en la visión positivista que se fortalecía a finales del siglo XIX (Fontenla, J.L., 2008) En la obra de *Darwin* estuvieron también ***otras ideas más avanzadas***,¹¹⁴ que fueron desarrolladas mucho más tarde y que han contribuido a los conceptos de los actuales *Estudios de la Complejidad*. De hecho, la concepción de Darwin “... *combina dos elementos...: la idea de fluctuaciones y azar, de procesos estocásticos y la idea de evolución, de irreversibilidad. Pongamos de relieve que, a nivel biológico, de esa asociación resulta una evolución que corresponde a una complejidad creciente y a la auto-organización*” (Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle, 1979/1983, pág. 19)

Si se relee con detenimiento estos dos últimos párrafos se revela *una peculiar contradicción* entre la comprensión por los físicos de las leyes de la termodinámica y las concepciones de los evolucionistas sobre las propiedades del comportamiento biológico. Esta fue una de las causas (identificada varias décadas después) de la crisis paradigmática que caracterizó el cambio de siglo.

Esta contradicción entre el paradigma físico y el biológico radica en que, según la *Segunda Ley de la Termodinámica*, el fenómeno de la ***entropía***,¹¹⁵ *revela una inevitable tendencia del comportamiento del sistema del orden al desorden*, ya que la *entropía*, como índice de evolución o transformación del sistema, expresa la degradación irreversible de la aptitud del calor para transformarse y efectuar trabajo en todo sistema físico aislado. Esta fue una idea introducida por *Clausius*. Mientras que, por otro lado, *en un sistema vivo* (abierto) el proceso es inverso, pues *el comportamiento de los organismos vivos es crecientemente complejo y constantemente alejado del equilibrio*, pero a la vez, tiende a un *orden dinámico de auto-organización*, es decir, *del desorden al orden*.

Precisamente, esta contradicción y otros fenómenos asociados a ella constituyeron la antesala del nacimiento de los estudios de los sistemas dinámicos no-lineales y dentro de los primeros antecedentes está el estudio de la turbulencia en tubos, iniciado desde 1883 por el ingeniero británico **Osborne Reynolds**. “El famoso **número de Reynolds** servirá para distinguir entre flujo laminar y turbulento. El flujo es laminar por ejemplo al abrir una canilla moderadamente, se transformará en borbotones desordenados al abrirla al máximo (turbulencia). También podemos observar la diferencia entre flujo laminar y turbulento en el humo que sale de un cigarrillo depositado en el cenicero. Primero asciende laminar y ordenado hasta una altura de unos 15 cm para luego mostrarse desordenado y turbulento” (Casaubon, J.I., 2001, págs. 9-10)

El fenómeno de la **turbulencia** es un ejemplo de **criticalidad**.¹¹⁶ Precisamente, *Reynolds* trabajaba con fluidos que se tornaban turbulentos o que regresaban al régimen laminar. Sin embargo, aunque él no tenía conocimientos teóricos que le permitieran entender tal fenómeno, anticipadamente encontró un valor numérico

que permitió predecir la ocurrencia de semejante cambio. Con ello, descubrió el parámetro físico que representa el valor crítico o umbral para que ocurra *el tránsito del orden al caos* en fluidos. La turbulencia es un estado que no puede obtenerse si se trabaja con el modelo de líquido sin viscosidad. Habitualmente se lee en los libros que el *número de Reynolds* fue resultado solo de la práctica experimental y que no se sustenta en teoría alguna; sin embargo, hoy sabemos que la *turbulencia* es uno de los fenómenos típicos sistematizados en la *Teoría del Caos*.

Otro crucial antecedente se encuentra en los trabajos del físico austriaco, padre de la Mecánica estadística, **Ludwig Boltzmann** (1844-1906) en su *interpretación microscópica del aumento de entropía en los sistemas dinámicos gaseosos*.¹¹⁷ Además, una de las más significativas contribuciones de Boltzmann fue *fundamentar el vínculo de la probabilidad con la entropía*, mediante su conocida **fórmula**,¹¹⁸ así como mostrar el papel de los procesos irreversibles en los sistemas no-lineales (Navarro, Pablo, 1998, págs. 19-25) Con las ideas de Boltzmann y Darwin se produce un fenómeno paradójico y su solución fue la *clave para revelar las similitudes y las especificidades de los sistemas dinámicos no-lineales en el mundo inorgánico y en la vida, respectivamente*. En cuanto a las similitudes se destaca que para ambos científicos **evolución, probabilidad y azar** están íntimamente interrelacionados. Sin embargo, en cuanto a lo particular de los sistemas físico y biológico, sus ideas son diametralmente contrapuestas, pues para Boltzmann en el sistema físico: “... la aproximación al equilibrio corresponde a la destrucción de las condiciones iniciales prevalentes, al olvido de las estructuras primitivas; contrariamente al enfoque de Darwin, para quien evolución significa creación de nuevas estructuras” (Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle, 1979/1983, pág. 21)

La comprensión de esta controvertida relación entre las visiones de Boltzmann y Darwin es muy importante para encontrar una solución a las interminables disputas que todavía hoy se suscitan sobre la universalidad y especificidad de las leyes del comportamiento de los fenómenos físicos, químicos y biológicos, así como de las regularidades sociales. “El propio concepto de ley que surge en la época de Descartes, Newton, época de monarquías absolutistas debe ser revisado” (Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle, 1979/1983, pág. 24)

El ideal clásico de la ciencia fundado en el *determinismo, la predicción exacta, el reduccionismo y la causalidad lineal* no dejaba ver **las dimensiones probabilística e irreversible de los fenómenos**,¹¹⁹ de manera que no había lugar para el azar y la no-linealidad. En las ciencias sociales se pretendió “... asumir el modelo vigente en las ciencias naturales y exactas, que desde la modernidad habían alcanzado ya ese estatuto de conocimiento superior, lo que condujo a adoptar la lógica y la racionalidad clásicas y el ideal de simplicidad que estas ciencias habían construido bajo la impronta del paradigma de cientificidad newtoniano-cartesiano” (Espina Prieto, Mayra, 2003) Sin embargo, en paralelo con el predominio hegemónico de ese paradigma moderno de racionalidad, las ideas anticipadoras de Darwin primero y Boltzmann después, en contextos muy diferentes, sembraron una semilla revolucionaria en la historia de la ciencia.

CAPÍTULO 2. LOS ESTUDIOS Y LA EDUCACIÓN CTS: SU ENFOQUE INTERDISCIPLINARIO

2.1. *Los Estudios CTS: origen y presupuestos epistemológicos.*

En el mundo académico el rechazo y la crítica al ideal clásico de la racionalidad científica, perpetuado por el neopositivismo, se ha producido desde *dos perspectivas diferentes*, pero desde la misma época y con los mismos objetivos como fundamento. *En la década de los años sesenta*, no solo surgen los antecedentes inmediatos y **las tradiciones de los Estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología**,¹²⁰ sino también los fundamentos teóricos y prácticos más notables de lo que hoy se está dando en llamar **Estudios de la Complejidad**.¹²¹ En este epígrafe se revelará el origen y los fundamentos epistemológicos de los **Estudios interdisciplinarios CTS**,¹²² pues maduraron desde las *ciencias sociales* y las *humanidades* mucho más rápido que los segundos.

Por consenso general de los versados en estos estudios, se reconoce que *a finales de los años sesenta y principios de los setentas del pasado siglo* es que se define con claridad el surgimiento del denominado *Movimiento o Campo de los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad* (CTS), el cual emerge en el contexto histórico de las llamadas *reacciones académica, administrativa y social* en oposición a varios *prejuicios de la Concepción heredada de la ciencia y la tecnología* (López Cerezo, José Antonio, 1999c)

Precisamente, una enorme reacción se produjo **en la tercera etapa del cambio institucional de la ciencia**,¹²³ en pleno contexto de la Segunda Guerra Mundial, pero por su extensión y permanencia hasta hoy se le subdivide en *tres períodos históricos* (*optimismo, alerta, reacción total*) que se diferencian por la actitud de la comunidad científica y la sociedad ante el desarrollo y las consecuencias de la ciencia y la tecnología.

Desde el final de la Segunda Guerra Mundial y hasta mediados de la década del cincuenta se tuvo gran confianza en el poder de la ciencia y la tecnología para el progreso social, por ello a este se le denomina *período del optimismo*. El triunfo sobre el fascismo, el desarrollo de la ciencia y la tecnología con la finalidad de restaurar los daños de la guerra y reactivar la economía, llevaron a consolidar un optimismo, fundado en el carácter benefactor de la ciencia y la tecnología, que también perpetuó mucho más la imagen clásica de la racionalidad científica,

Luego, desde mediados de la década del cincuenta, comienzan a producirse en el mundo costosos y contaminantes desastres químicos y nucleares, se inicia la carrera armamentista de las dos superpotencias, Estados Unidos y la Unión Soviética, lo que desata la denominada Guerra Fría; además, se producen los genocidios yanquis en Corea y Vietnam, así como se comienzan a realizar manipulaciones en humanos y uso irresponsables de insecticidas, fertilizantes, medicamentos, etc., que impactaron de manera negativa sobre el medio ambiente y la salud humana.

Todos esos fenómenos generaron una gran preocupación en el mundo académico y en la sociedad en la década del sesenta, por ello a esta época se le denomina período de alerta, pues se inicia el vigoroso proceso de cuestionamiento de la ciencia y la tecnología, debido a sus negativas consecuencias sociales (López Cerezo, José Antonio, 2002, págs. 3-4)

La reacción académica propia de esta década está marcada por el decisivo impacto que tuvieron los trabajos de **Charles Percy Snow, Rachel Carson, Thomas Kuhn y Hilary Putnam**.

También en el plano de la práctica política como formas concretas de *reacciones administrativas y sociales*, se desarrollaron diversos **movimientos públicos de carácter crítico**,¹²⁴ como respuesta informal e institucional a las preocupaciones cívicas sobre los impactos sociales y ecológicos negativos de la ciencia y la tecnología.

Pero ya desde 1968 en Europa y Estados Unidos se fortalecen y generalizan diversas acciones académicas, institucionales y de activismo social que fueron consolidados lo que hoy se da en llamar el período de la reacción total y decisiva contra la imagen heredada de la ciencia y la tecnología, así como contra sus impactos negativos en la sociedad (González García, Matha Inés, et. al., 1996, págs. 58-65)

Desde referentes políticos muy diversos el *Movimiento Internacional de Estudios CTS*, ha podido consolidar varios fundamentos de lo que se conoce como **nueva visión social de la actividad tecnocientífica**.¹²⁵

Naturalmente, esta *nueva visión* debe conservar los valores de la *concepción anterior* sobre la base de la reelaboración crítica de sus tesis epistemológicas fundamentales. Dicho en otros términos, esto quiere decir que asumir una *nueva visión* no solo es reconocer que “... la ciencia y la tecnología son procesos sociales cargados de valores.” (Cutcliffe, Stephen, 1990, pág. 31), sino también consolidar una estrategia o programa epistemológico endógeno para cada contexto histórico determinado, algo que todavía en muchos países no está realizado (López Cerezo, José Antonio, 2002)

En Cuba las condiciones para ellos son muy favorables, pero no deja de tener algunos obstáculos. Para lograr un verdadero proceso de adecuación endógena de los avances de los *Estudios CTS* se necesita promover una elevada actualización. En ello puede contribuir, precisamente, *realizar una caracterización general de los Estudios CTS para revelar sus fundamentos epistemológicos*.

En esencia, los *Estudios CTS* constituyen esfuerzos teóricos y prácticos que se realizan, desde la década del sesenta, en una vasta e importante área de trabajo de investigación, política pública y educación sobre la actividad científico-tecnológica en su dimensión social. Estos estudios se concretan en una diversidad de programas de creciente institucionalización, enfoque interdisciplinar (más bien sociológicos, históricos, filosóficos, éticos, **de género**,¹²⁶ ambientalista y desde otras áreas de las Humanidades) y espíritu crítico sobre la relación Ciencia–Tecnología–Sociedad y sus correspondientes paradigmas. En esencia, estos programas tratan de establecer una nueva imagen social de la actividad tecno-científica, no obstante a la diversidad de posiciones ideológicas y contextos histórico-culturales en que se desarrollan.

Los *presupuestos teóricos generales del Enfoque CTS*, que han permitido desarrollar una impetuosa reacción ante la *Concepción heredada del conocimiento científico*, se han expresado durante casi medio siglo en un diapasón tan amplio de propuestas y modelos que resulta muy difícil resumirlos sin realizar abruptas reducciones que, lamentablemente, esquematizarían la esencia de las tesis fundacionales de los representantes de esta *nueva visión social sobre la actividad tecnocientífica*. Por ello aquí se privilegia el tratamiento solo de algunas ***ideas, principios y conceptos que conforman los fundamentos epistemológicos de los Estudios CTS***.¹²⁷

A su vez, se debe precisar que el surgimiento y la riqueza misma de la nueva imagen social del conocimiento científico no sólo está expresada en la obra de los fundadores de los *Estudios CTS*, sino en medida considerable también en las elaboraciones de ***muchos precursores***,¹²⁸ que, directa o indirectamente, abordaron aspectos y problemáticas relacionadas, tanto con el conocimiento en general, como con la ciencia y la tecnología en particular.

Un hito importante lo marca la polémica generada en 1959 en Inglaterra cuando el científico inglés **Charles Percy Snow** (1905-1980) dictó una conferencia magistral en *Cambridge*, en la cual sometía a aguda crítica una grave deformación en la cultura occidental: el *Mito de las Dos Culturas*. En sí, “Snow se refirió al proceso de cristalización de dos ambientes intelectuales crecientemente escindidos e incommunicados: de un lado lo que él llama “la cultura tradicional” donde incluye preferentemente a los “literatos” y de otro a los científicos, puros y aplicados, e ingenieros. Según Snow, los primeros muestran un escaso interés y un profundo desconocimiento de los avances científicos,...; los “científicos” por su parte, prestan escasa atención a la cultura humanista e incluso la miran con desdén” (Núñez Jover, Jorge, 1999d, pág. 1)

La significación histórica de la conferencia de Snow se puede constatar con sólo observar la manera gremial en que todavía se tratan los profesionales de las diferentes disciplinas. Es decir, las reflexiones humanistas de este pensador cobran, lamentablemente, cada día más vigencia y nos alertan de las consecuencias nefastas que todavía trae consigo el perfil estrecho en la formación de los profesionales (Snow, Charles Percy, 1959/1977, pág. 57)

Precisamente en ese contexto es que aparece también la revolucionaria propuesta de **Thomas Samuel Kuhn** (1922-1996) en su principal obra “*La estructura de las revoluciones científicas*” (1962) En esencia, fundamenta la necesidad de un giro histórico-sociológico en el estudio de ciencia, es decir, sostuvo la tesis de la urgencia de partir del análisis histórico-sociológico y no solo filosófico para revelar la naturaleza social del conocimiento tecno-científico (Kuhn, Thomas Samuel, 1962/2000). Indudablemente, este genio se apoyó en la obra de **Ludwik Fleck**.¹²⁹

La controvertida y revolucionaria obra de *Thomas Kuhn* fue discutida y enriquecida por otros autores que apostaron por los denominados “*factores no-epistémicos*” en el estudio de la ciencia. Esta obra provocó un

profundo impacto en la filosofía de la ciencia al revelar la dinámica del saber desde la historia y la sociología del conocimiento, al incorporar su revolucionaria *Teoría de los Paradigmas* y su tesis de la dinámica relación entre la ciencia normal y extraordinaria.

De hecho, "... la obra de Kuhn es recibida en los 60 como el esperado modelo alternativo. Se trata de un modelo que, sin producir "kuhnianos" declarados, precipita el abandono generalizado del modelo positivista... El desmoronamiento del empirismo lógico concluirá finalmente con la crítica del propio Hempel, en 1969, y la muerte de Carnap en 1970." (López Cerezo, J.A., 1998b, pág. 3), (Rivas Hurtado, Pilar, 1997)

En Occidente, existe bastante consenso en considerar que esta memorable obra de Kuhn "... marca el punto de partida tanto de una nueva imagen de la ciencia como de una nueva forma de hacer Filosofía de la ciencia." (Pérez Ransanz, A.R., Olivé, L. (comp.), 1989, pág. 183) El mérito de su obra radica en que introduce sensibles cambios en tres disciplinas: *Filosofía de la ciencia*, *Sociología de la ciencia* e *Historia de la ciencia*, pues su modelo pone el centro de atención en el problema del cambio científico. En verdad, se puede afirmar que después de 1962 las discusiones sobre Filosofía de la Ciencia se hacen **con Kuhn o contra Kuhn**,¹³⁰ no sólo por el valor teórico que su obra pueda encerrar, sino, además, por el carácter polémico de la misma (Núñez Jover, Jorge, 1999a)

Entre los elementos más importantes de las propuestas teóricas de Kuhn se destaca no solo su **clasificación de las etapas en el desarrollo de una disciplina científica**,¹³¹ sino también los conceptos de **paradigma** y **matriz disciplinaria**.¹³² Además, Kuhn, en sus reflexiones sobre el cambio de paradigma, sentencia que no se puede resolver apelando a un lenguaje o algoritmo neutral, pues ni por medio de la lógica, ni de la experiencia, ni mediante reglas metodológicas (como sugerían los empiristas lógicos y K. Popper), se puede conciliar teorías pertenecientes a paradigmas distintos (Lanuez Bayolo, Miguel; Martínez Llantada, Martha; Pérez Fernández, Vicenta, 2005, págs. 29-35) Es decir, según Kuhn, los paradigmas son, en principio, *inconmensurables*, especialmente, en las condiciones de la revolución científica. Por tanto, para él la superioridad de una teoría sobre otra solo se logra a través de *la persuasión y el consenso*.

Así pues, Kuhn aplica *el método dialéctico, el enfoque historicista y el análisis interdisciplinario* para el desarrollo de su nueva visión de la ciencia, mostrando que todos los componentes de la empresa científica *cambian y son multidimensionales*. Es decir, en la ciencia siempre se expresarán, como contraposición y complemento, dos momentos: una tendencia al establecimiento y rigidez del *paradigma (ciencia normal)* y otra tendencia a su destrucción, sustitución y revolución (*ciencia extraordinaria*)

En fin, es evidente que desde esta radical y polémica perspectiva de Thomas Kuhn "... la ciencia se presenta como un proceso donde las subjetividades (individuales y colectivas) tienen un peso fundamental. Las influencias de las adscripciones disciplinarias, los marcos conceptuales, las ideas filosóficas, valores, dogmas, prejuicios y lealtades, son reconocidas como elementos influyentes en la ciencia con tanto peso como las

pruebas lógicas y los respaldos empíricos." (Núñez Jover, Jorge, 1999c, pág. 8)

En resumen, además de las obras de los precursores *Snow, Carson, Putnam y Kuhn*, el *Movimiento internacional de Estudios CTS* se ha forjado con un amplio y diverso arsenal de contribuciones intelectuales, que se han movido desde los programas más conservadores y moderados hasta otros muy radicales y extremistas. Las *tradiciones, corrientes y escuelas* de este Movimiento están librando batallas académicas y de activismo social en todos los órdenes, pero en el plano filosófico y epistemológico los avances, en su sistematización, son todavía incipientes. Entre los resultados más notorios desde las perspectivas: sociológica, histórica y filosófica sobre la ciencia se destaca la denominada *Teoría de la Red de Actores*, profusa tendencia académica que ha aportado fundamentos epistemológicos y metodológicos poco difundidos en Cuba.

2.2 La Teoría de la Red de Actores y sus aportes fundamentales.

Desde la posguerra varios pensadores trataron de romper con el neopositivismo, pretendiendo perfeccionar su visión filosófica del método científico y recurriendo a nuevas formulaciones teóricas que esclarecieran la naturaleza compleja de la observación, de las hipótesis, de las operaciones lógicas, etc. Precisamente, con la *reacción postempirista* tuvieron su mayor esplendor los **modelos y clasificaciones sobre el desarrollo de las teorías científicas**.¹³³

A partir de ese momento, los temas y polémicas "... del empirismo tradicional como la objetividad científica, la determinación del ámbito de aplicación de teorías, la tesis de la infradeterminación, la carga teórica de la observación, el problema de la inconmensurabilidad, el realismo de entidades, etc. parece revitalizarse, y reorientarse con la aparición de otros interrogantes, cuando la dimensión práctica de la ciencia pasa de ocupar un lugar subsidiario al escenario filosófico central" (López Cerezo, José Antonio, 1999d, pág. 2)

Estas temáticas han estado siempre en el centro de los debates en la historia de la ciencia, pues, todas sin excepción, son expresiones particulares de la polémica filosófica sobre la *relación sujeto-objeto* en el proceso del conocimiento. Este ha sido uno de los más complejos e interminables problemas de la cultura occidental. Es por ello que los fundadores y cultores de la *Teoría de la Red de Actores*, como una de las teorías de los *Estudios CTS*, a través de los desarrollos de la *Filosofía, la Historia y la Sociología de la Ciencia*,¹³⁴ retomaron esta temática e intentaron desenredar el nudo gordiano de la dialéctica del proceso del conocimiento.

2.2.1. Antecedentes y fundamentos de la Teoría de la Red de Actores.

En el mundo académico se reconoce que la **Teoría de la Red de Actores** (*Actor-Network Theory* o *Teoría del Actor-Red* denominación más difundida en inglés) es una de las dos tendencias principales de los estudios sociales sobre la actividad tecnocientífica, que más se ha desarrollado en Europa y Estados Unidos. Esta teoría se ubica en el ámbito de la denominada *Alta Iglesia*, la cual se diferencia sustancialmente de la actividad

de la *Baja Iglesia*. Estas denominaciones fueron introducidas por *Steve Fuller*. La primera comprende al grupo de autores que realizan estudios sociológicos, empíricos, históricos, filosóficos y éticos sobre la ciencia y la tecnología en contextos sociales concretos (centros de investigación, universidades, instituciones asistenciales de salud, empresas, etc.). Desde estas perspectivas han enfatizado la idea del carácter manipulador (de poder) de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad. Por tanto, desarrollan sus enfoques fundamentalmente desde las ciencias sociales. Entre sus más prominentes cultores están Barry Barnes, Michel Callon, David Bloor, Bruno Latour, H.M. Collins, Trevor Pinch, Steve Woolgar, S. Shapin, John Law, entre otros.

Mientras que la segunda tendencia, la *Baja Iglesia*, está constituida por aquellos autores que se esfuerzan por consolidar el activismo político y el compromiso social humanista con respecto al desarrollo tecnocientífico, a través de la integración en equipos interdisciplinarios que estudian sus impactos positivos y negativos en la sociedad. Entre sus promotores más fervientes están: C. Mitcham, P. Durbin, K. Shrader-Frechette, S. Carpenter y L. Winner. (Fuller, Steve, 2001, págs. 71-98)

Ante todo, no solo se debe reconocer que los antecedentes directos de la *Teoría de la Red de Actores (TRA)* están en el Programa fuerte de la Escuela de Edimburgo (Bloor, David, 1991) y en las Sociologías clásicas de la ciencia que enfatizan la dimensión social de la actividad científico-técnica, sino que también existen otros antecedentes menos directos o más bien poco reconocidos (ex profeso o no) por los propios creadores de esta teoría. En verdad, importantes antecedentes teóricos se pueden encontrar también en **los clásicos y continuadores del Marxismo**,¹³⁵ quienes han proporcionado varias ideas relevantes para el análisis social de la ciencia como multifacética forma de actividad humana.

Por tanto, las ideas, principios, conceptos y propuestas metodológicas de la TRA han tenido **diversas fuentes**,¹³⁶ que se entrecruzan y se hacen difusas, de manera que resulta muy difícil identificar con nitidez quiénes son sus progenitores, es decir, no se puede afirmar categóricamente quién es el padre, más bien se reconoce un grupo de creadores y continuadores.

Sin embargo, en un esfuerzo preliminar de sistematización, se pudieran mencionar al menos a un gran número de **fundadores y cultores de la TRA**,¹³⁷ quienes han hecho significativos aportes desde diferentes escuelas y movimientos, e incluso, mezclándose entre ellos, tales como: la *Sociología del conocimiento*, la Escuela de Edimburgo, el Programa Fuerte, la Escuela de Bath, El Programa empírico del relativismo o Etnografía de la ciencia (los micro-estudios empíricos de laboratorios), el Constructivismo instrumental, Filosofía de la experimentación, el Modelo de la evidencia, etc.¹³⁸

Entre los propios fundadores y cultores de la TRA, se utilizan indistintamente todas esas denominaciones para referirse a ella, e, incluso, aparecen otros intentos de perfeccionarla en el orden epistemológico y se sugieren algunos cambios en sus conceptos fundamentales. Por ejemplo, ya se está extendiendo, especialmente, entre

los académicos europeos, la denominada *Ontología del Actante-Rizoma* (Lynch, Mike, 1992), (Latour, Bruno, 1999), inspirada en los avances de varias áreas de integración del saber como la Cibernética y la Semiótica. De manera que se perciben intentos de generalizar todos estos estudios sobre la ciencia y la tecnología para conformar un cierto modelo teórico general, que tenga mucho más alcance epistemológico que la propia TRA. Por ejemplo, *Michel Callon*, compartiendo varias ideas de esta *Ontología*, propone **una teoría general**,¹³⁹ en la cual sistematiza **cuatro modelos sobre la producción de la ciencia**:

1. **Conocimiento racional**.¹⁴⁰
2. Competición.
3. Práctica socio-cultural.
4. Traducción extendida: en este último modelo se ubica la TRA (Callon, Michel, 2001)

Además, *Callon* sugiere sustituir el término actor por actante, ya que se deben incluir tanto los actores humanos como no-humanos, pues para *Callon* el término actor tiene una carga semántica reducida solo a lo humano. Además, alega que con la palabra actante se toman en cuenta los avances en otras áreas de integración del saber (Latour, Bruno, 1987), en cuanto al reconocimiento del papel activo que está tomando la tecnología en la transformación cultural de la sociedad.

En verdad, no solo *Callon*, sino la mayoría de los cultores de esta profusa teoría consideran que los recursos no humanos juegan un papel decisivo en la dinámica de las redes, pues ellos logran autonomía e, incluso, cierta enajenación con respecto a los propios actores. Por tanto, los **actantes** son entidades humanas y no humanas de diversa índole tales como: actores, políticos, empresarios, científicos, expertos, profanos, etc.; documentos, inscripciones, medios técnicos, agentes químicos, biológicos y sociales: fármacos, enzimas, bacterias, proteínas, dinero, datos, publicidad, poder, etc.

Así también, para la comprensión del concepto de actante se precisa considerar otro hecho, pues “...el actor-red no es reductible ni a un simple actor ni a una red. (...) Un actor-red es, simultáneamente, un actor cuya actividad consiste en entrelazar elementos heterogéneos y una red que es capaz de redefinir y transformar aquello de lo que está hecha” (Callon, Michel, 1986, pág. 156)

A su vez, los cambios que se están produciendo en la teoría, se expresan en la sustitución paulatina del término red por el de rizoma, realizado por algunos fundadores como Latour y Lynch, quienes, siguiendo las ideas de Guilles Deleuze y Félix Guattari, utilizan el argumento de que en el concepto de red hay un desmedido énfasis semántico hacia la jerarquización de su estructura, pues presupone un centro, mientras que en la **noción de Rizoma**¹⁴¹ se difumina el centro y sus configuraciones propician mejor la cooperación y retroalimentación entre sus elementos (Deleuze, Guilles. y Guattari, Félix, 1976) Además, se ha demostrado que la estructura de rizoma permite que los actantes descentralizados puedan influir mucho más en la

producción del conocimiento. No obstante, todavía se reconoce que en la academia científica hay limitaciones, por varias razones, en el uso y difusión de los términos rizoma y actante.

En la TRA ya se han establecido algunas **ideas generales, principios**,¹⁴² *conceptos*, e incluso, *propuestas metodológicas*, no obstante a que todavía están en franca elaboración. Uno de los padres de la criatura epistemológica **Bruno Latour**¹⁴³ ha caracterizado a la TRA como *un conjunto de reglas del método, basado en principios y procedimientos*, que permiten estudiar la red de actores y realizar las transformaciones sociales con arreglo a las traducciones (interpretaciones y propuestas de cambios) e intereses científicos. Sin embargo, todavía la sistematización teórica es incipiente y está en franco proceso de construcción, eso se revela en la profusión de tendencias de interpretación y el carácter abstracto que todavía tiene su metodología más difundida (Sánchez-Criado, Tomás, 2006)

Desde hace más de dos décadas se han profundizado **los estudios concretos de la TRA** ¹⁴⁴ desde diferentes perspectivas teóricas (económicas, sociológicas, filosóficas, socio-políticas, artísticas, etc.) y sobre diversos ámbitos sociales, de manera que han recibido otras denominaciones tales como: *filosofía empírica, antropología simétrica o no moderna, sociología de la asociación o de la traducción, teoría de la reflexividad (Anexo 4), etc.*

El lema de la TRA es “...seguir a los actores (en un sentido semiótico) en su proceso de constitución, vinculación, mediación mutua y estabilización. No entienden a los agentes, por tanto, como entidades discretas y acabadas a priori (e.g. humano). Por ello, desde sus inicios han investigado las formas de circulación de nuevos objetos e innovaciones, teorías, instituciones” (Sánchez-Criado, Tomás, 2006, pág. 1)

En la teoría general de Callon y en las propuestas similares de otros colegas, se reconoce que la TRA ya está consolidando **una metodología (Anexo 5)**, pues es concebida como *un proceso de traducción extendida de enunciados* entre los actantes en las redes-rizomas sociales. Por tanto, para explicar esta metodología se precisa partir de sus conceptos centrales, tales como: *traducción, cadenas de traducción, enunciados, redes de enunciados, inscripciones, actores, actantes, redes-rizomas, dispositivos y habilidades técnicas y tácitas (inteligencia emocional), controversias, riesgos, conflictos, aliados, consenso, acuerdos, etc.*

El valor metodológico de la TRA y sus variantes es indiscutible, pues hoy la política de diseño y gestión de proyectos de las agencias internacionales de cooperación científica se fundamentan en esta teoría para elaborar y aplicar la propia documentación y sus programas concretos.

Además, en el plano epistemológico las contribuciones más importantes de la TRA no están solo en estos conceptos, sino, especialmente, en la crítica que logró realizar de los fundamentos teóricos de la concepción tradicional del conocimiento. Lamentablemente, todavía hoy en la academia cubana dedicada a la *Educación CTS* no se le ha prestado la debida atención a la TRA, por ello, es preciso hacer un tratamiento más profundo de sus contribuciones a la comprensión del proceso del conocimiento y su integración.

2.2.2. Argumentos epistemológicos contra el neo-positivismo.

Ya desde la década del sesenta, como premisa y fundamento teórico de los primeros trabajos de los fundadores de la *TRA* y siguiendo las reacciones ante el ideal clásico de ciencia, se comienzan a considerar *tres nuevas ideas*, de estirpe hermenéutica y constructivista, que pusieron en crisis las bases teóricas del positivismo y de sus versiones posteriores. En concreto, se cuestionaron, tanto sus criterios reduccionistas de racionalidad, como el propio concepto de método científico. Más bien a estas tesis críticas se les han llamado **argumentos epistemológicos de las nuevas Filosofía y Sociología de la Ciencia:**¹⁴⁵

1. *La carga teórica de la observación.*
2. *La fragilidad del conocimiento inductivo.*
3. *El problema de la infradeterminación.*

Estos argumentos se relacionan estrechamente con fenómenos y conceptos que constituían el objeto fundamental de las discusiones filosóficas desde el *Círculo de Viena*. De manera que la Filosofía de la ciencia se ocupaba de un espectro teóricamente limitado de problemas de la ciencia. De hecho, para la mayoría de los pensadores, lo más importante era esclarecer una serie de cuestiones “*netamente filosóficas*”, que van desde los cacareados conceptos de “*contexto de descubrimiento*” y “*contexto de justificación*”, hasta el carácter relativo de la verdad científica, la relación entre los métodos inductivos y deductivos, el principio de demarcación, el falsacionismo de las teorías, los problemas del cambio de teorías científicas, la confirmación o refutación de las hipótesis, etc.

Todos estos problemas teóricos tienen un significativo valor para el desarrollo del conocimiento, pero no estaban en el centro de los problemas concernientes a *la naturaleza social compleja de la ciencia*, por lo que tales reflexiones se alejaban cada vez más de la realidad al reducirse a los laberintos de la significación del lenguaje y de la especulación abstracta de la filosofía analítica, o al supuesto lenguaje integrador de las matemáticas. Por tanto, estos pensadores no se percataban de que “... *el desarrollo contemporáneo de la ciencia demanda una renovación de la epistemología tradicional, la cual debe lograr una solución de continuidad entre el contexto de descubrimiento de los conocimientos y el contexto de justificación*” (Ramírez Valdés, Grisel, 2000, pág. 2)

Para la comprensión de la necesidad del cambio de paradigma en el estudio de la realidad y de la naturaleza del propio conocimiento humano, en especial, en lo concerniente a *la naturaleza de la racionalidad científica*, varios investigadores iniciadores del estudio social de la ciencia en la segunda mitad del pasado siglo, retomaron la idea de *la mediación de la subjetividad en el conocimiento empírico*, iniciada por la tradición dialéctica que viene desde *Protágoras* y *Aristóteles*, desarrollada luego por *Montaigne*, *Vico*, *Hume*, *Kant*, *Hegel*, *el Marxismo* y *Husserl*, entre otros.

1. La carga teórica de la observación.

Para iniciar un serio análisis de este argumento epistemológico se precisa tener en cuenta las contribuciones de **varios precursores**,¹⁴⁶ que constituyen fuentes obligadas. Junto a los pensadores mencionados se debe incluir un indiscutible precursor sobre esta polémica **Gastón Bachelard** (1934-1981), quien sugirió la idea de restablecer el legado del pensamiento clásico (hermenéutico y constructivista) sobre *la naturaleza a priori del acto empírico de conocer*, es decir, que las percepciones, entre ellas la observación, están moldeadas por **consideraciones teóricas previas**.¹⁴⁷

De hecho, una de las causas de las controversias históricas entre muchos pensadores ha sido ese constante pendular en el énfasis categórico o dicotómico que le dan, desde el punto de vista lógico, a sus juicios y sentencias, referidos a uno u otro extremo de la relación entre el sujeto y el objeto. Por ejemplo, un caso muy típico de ese pendular se expresa en la siguiente afirmación: *“Ya Descartes había dicho, parafraseando a Aristóteles, que el alma es la que ve y no el ojo, es decir, que el significado viene de la persona y no del objeto exterior”* (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 24)

Es muy evidente aquí el énfasis categórico o la absolutización extrema que hace este autor (quien por cierto tiene textos de muy buena factura epistemológica), quien exagera *la naturaleza determinante de la subjetividad* en la relación sujeto-objeto, al poner en boca de dos grandes pensadores un juicio sacado del contexto de sus propias obras. Este desacertado procedimiento ha sido usado desmedidamente en la historia del conocimiento y ha sido la causa de escolásticas controversias (Espina Prieto, Mayra, 2003, pág. 14)

El autor ha omitido, conscientemente o no, el hecho de que *Aristóteles*, en otros pasajes de su obra, realizó también otras aseveraciones opuestas a este juicio. De manera que no se puede subestimar la comprensión dialéctica que tuvo *Aristóteles* del proceso del conocimiento, pues jamás redujo la relación entre el sujeto y el objeto a una simple yuxtaposición o adición ecléctica (recuérdese sus nociones de *Holón* y *Sínonon*) Por otro lado, en el caso de *Descartes* ese tipo de reflexión dicotómica es más comprensible en él, pues al genio francés le caracterizó un marcado dualismo y eclecticismo filosóficos. Ahora bien, el verdadero valor de esta idea, radica en que: *todo estudio empírico-experimental de la realidad* (la observación es una de sus formas), presupone un conjunto de *creencias básicas o suposiciones previas*, del cual el observador no se puede despojar en el proceso de la aprehensión empírica.

Por tanto, esa *“... idea del conocimiento científico como teorías objetivas, rigurosamente formalizadas, probadas, y por ello verdaderas, ha sido sustituida por una visión que acepta en uno u otro grado la falibilidad del conocimiento y su carácter transitorio”* (Núñez Jover, Jorge, 1999c, pág. 13) El hecho de asumir una comprensión dialéctica de la relación sujeto-objeto exige revelar todos los matices de ambos aspectos del complejo proceso del conocimiento, de manera que *“... lo que sea visto depende tanto de las impresiones sensibles como del conocimiento previo, las expectativas, los prejuicios y el estado interno general del observador.*

De este modo, como muestran también los conocidos ejemplos de la psicología de la Gestalt sobre el carácter global de la percepción, toda observación está cargada teóricamente" (López Cerezo, J.A., 1999a, pág. 1)

Ahora bien, la denominada *carga teórica de la observación*, o los *presupuestos previos portados por el observador* en todo acto empírico, debe considerarse como un *complemento* y no como *fundamento* en la relación que el hombre establece con la objetividad de la realidad. Y, precisamente, aquí es donde radica la diferencia cualitativa entre la concepción dialéctico-materialista con respecto a la interpretación idealista y agnóstica del proceso del conocimiento (Eco, Umberto, 1998)

Por tanto, con el rescate de argumentos epistemológicos como este, es que se revela la enorme significación del sistemático retorno al análisis histórico del conocimiento, pues con frecuencia las *ideas seminales* han sido manipuladas y/o tergiversadas. Hoy los *paradigmas emergentes* en general y los *Estudios de la Complejidad* en particular están enfatizando la comprensión dialéctica de la relación sujeto-objeto y no la absolutización de uno de sus momentos, como ha sido característico en las escuelas o "ismos" intelectuales en la historia.

Por ello, mantener una visión dialéctica significa considerar ambos momentos del proceso, así como velar por el peso específico que cada factor desempeña según el contexto en se manifiesten las relaciones objetivas y subjetivas. Aquí se evidencia, nuevamente, la necesidad de reconocer el *papel de la mediación* en la interrelación de los contrarios como enseña el maestro Hegel.

En ese espíritu se puede aceptar la esencia de la siguiente idea: "... *la observación es un elemento inductor de reflexiones y teorización ya que su producto depende de la cultura, experiencias y referentes previos, etc.; esto es, el sujeto investigador no capta la realidad de una manera libre, porque existen estructuras del pensamiento que han sido previamente organizadas y otorgan significados (como forma de construcción social de la realidad) a lo que entra en su marco de influencias*" (Machado Ramírez, Evelio, 1999, pág. 77)

Sin embargo, es insoslayable una oportuna salvedad, el hecho de que "... toda observación implica ya una interpretación; esto es, una inserción en un esquema o marco referencial que le da sentido,... no supone un obstáculo para el estudio científico, como temía Bacon, sino que es una mediación necesaria. Sin ella, no habría observación, ni percepción, ni las cosas tendrían significado alguno. ¿Qué podría, por ejemplo, significar la fórmula de Einstein $E = MC^2$ (energía = masa por velocidad de la luz al cuadrado) para la mente de un cavernícola? (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 17)

Además, "... autores actuales como A. Franklin o M. Callon conciben la carga teórico de la observación, no tanto como una "carga" limitante, sino como un elemento posibilitante..., garantía de evidencia experimental legítima con respecto a estructuras del mundo externo" (López Cerezo, J.A., 1999a, pág. 2)

Se puede afirmar que los *Estudios CTS*, en paralelo con **otros movimientos intelectuales**,¹⁴⁸ fueron fundamentando, en los planos teórico y práctico, la necesidad de un cambio de paradigma en la comprensión del conocimiento en general y de la actividad tecnocientífica en particular. Es decir, comprender el

conocimiento, no tanto como un proceso puramente objetivo y lineal, sino como *un complejo proceso de deconstrucción y reconstrucción de la realidad*, en el cual el sujeto (implicado) y sus instrumentos re-crean la realidad para comprenderla mejor (Ardoino, Jacques., 1991), (Ardoino, Jacques, 1997)

Por ejemplo, “... en 1983 Nancy Cartwright... dice que las teorías de la ciencia natural madura representan la realidad gracias a que simulan, a que distorsionan esa realidad. Sólo mediante la **idealización de sistemas empíricos**,¹⁴⁹ por la selección de variables relevantes, la determinación de rangos de variación, la distribución de probabilidades iniciales, etc., es posible postular regularidades matematizables que nos permitan plantear problemas solubles y anticipar los acontecimientos” (López Cerezo, José Antonio, 1999d, pág. 6)

La distorsión de la realidad en la experiencia no es tanto esencial como fenoménica, pero para comprenderla se necesita no solo atraparla en la experiencia, sino también re-crearla *con la razón, las emociones y el espíritu*. Así pues, en esto radica lo positivo del mensaje de este enfoque constructivista del conocimiento.

2. La fragilidad del conocimiento inductivo.

En este mismo espíritu se utilizaron otros argumentos para dismantelar la visión neo-positivista, entre ellos está la tesis de *la fragilidad del conocimiento inductivo*, el cual ha sido desarrollado desde finales de los años 50. Esta tesis ha contribuido a socavar los fundamentos teóricos del neo-positivismo, porque en esencia postula que: *las generalizaciones teóricas (inductivas) fundadas solo en la experiencia sensible son limitadas*, de manera que deben ser asistidas y completadas por el razonamiento *deductivo*, que como comprensión, enriquece y sintetiza, mediante principios, conceptos y leyes, la esencia real de los fenómenos.

Por ejemplo, “... las teorías de la ciencia empírica madura, al igual que el microscopio electrónico de barrido, son capaces de “captar” el mundo externo gracias a que reconstruyen conceptual e instrumentalmente diversos segmentos del mismo,... presupone una deconstrucción de fenómenos y su posterior reconstrucción teóricamente dirigida y prácticamente condicionada” (López Cerezo, José Antonio, 1999d, pág. 6)

En la historia de las reacciones ante el ideal clásico y ante el neo-positivismo esta avanzada idea de la comprensión, ha jugado un papel muy importante, pues como proceso de aprehensión de la realidad solo tiene sentido en la dialéctica relación entre *inducción y deducción*, entre **lo empírico y lo racional**.¹⁵⁰

En fin, se puede afirmar que tanto los *paradigmas emergentes en general*, como los *enfoques*: CTS, *Hermenéutico*, *Constructivista* y *de la Complejidad*, en particular, han bebido de genialidades como esta: “El conocimiento de lo real es una luz que siempre proyecta alguna sombra. Jamás es inmediata y plena. Las revelaciones de lo real son siempre recurrentes. Lo real no es jamás ‘lo que podría creerse’, son siempre lo que debiera haberse pensado... En efecto, se conoce en contra de un conocimiento anterior, destruyendo conocimientos mal adquiridos o superando aquello que, en el espíritu mismo, obstaculiza a la espiritualización” (Bachelard, Gastón, 1934/1981)

3. *El argumento de la Infradeterminación.*

Por otro lado, el argumento de la *infradeterminación* en esencia se refiere al hecho de que nunca se puede elegir con certeza absoluta una sola teoría o un solo argumento eficaz para comprender un fenómeno concreto. Esto se debe al persistente *carácter relativo de la verdad*, lo cual exige el indispensable uso de enfoques y teorías rivales para tener una comprensión dialéctica, compleja y más acertada del fenómeno.

Según, López Cerezo esta tesis de la infradeterminación es “... entendido como el argumento lógico, que se deriva de la reformulación del problema clásico de la inducción, de que, dado un cuerpo finito de evidencia empírica, es posible proponer un número indefinido de teorías alternativas mutuamente incompatibles, que estén igualmente apoyadas por dicha evidencia. Una variedad epistemológica de este argumento se sigue de la tesis de Duhem-Quine, a saber, que toda teoría puede ser reconciliada con cualquier evidencia recalcitrante realizando reajustes en la red de hipótesis auxiliares que concurren con ella” (López Cerezo, José Antonio, 1999d, pág. 8), (González García, Matha Inés, 1992)

En la historia han existido varios ejemplos que demuestran esta tesis: “... la controversia entre escuelas taxonómicas sobre el sistema idóneo de clasificación de los seres vivos; el debate sobre la naturaleza patológica de la homosexualidad; las distintas controversias sobre la existencia y características de diferentes partículas subatómicas; la polémica Hereditarismo vs. Ambientalismo en la explicación de la conducta inteligente” (López Cerezo, J.A., 1999b), (López Cerezo, José Antonio, 1999d)

Por tanto, muchos de los cultores de la TRA oponen al fenómeno de la *infradeterminación* la tesis de la **sobredeterminación**,¹⁵¹ en la cual enfatizan la idea de la necesidad de que se tomen en cuenta *los factores no epistémicos* relacionados directa e indirectamente con el proceso de la producción científica en su nexo con el contexto social concreto en la cual se desarrolla. De esta manera, la comprensión y búsqueda de solución de un problema científico concreto se debe asumir como *un complejo entramado (rizoma) social* que debe tratarse desde una perspectiva integradora que considere los factores epistémicos y no-epistémicos.

Ahora bien, aunque los cultores de la TRA han hecho importantes contribuciones epistemológicas y metodológicas, es necesario reinterpretar mejor sus antecedentes e ideas centrales, así como profundizar en su **crítica (Anexo 6)**, pues en la bibliografía internacional se puede constatar que varios de los fundamentos de la TRA fueron anticipados ya en la historia del pensamiento filosófico y científico, especialmente, por la tradición dialéctica.

2.3. *El carácter interdisciplinario del Enfoque CTS.*

Aunque los *Estudios CTS* están todavía en una etapa de conceptualización y estructuración de **sus presupuestos teóricos fundamentales**,¹⁵² ya se pueden precisar y sistematizar algunos de ellos, especialmente, los epistemológicos. En esencia, el *Enfoque CTS* permite estudiar la naturaleza social

compleja de los fenómenos científicos y tecnológicos de hoy, pero sus fundamentos, en esencia, han sido elaborados desde los más diversos referentes ideológicos y epistemológicos.

Aunque en los *Estudios CTS* se ha desarrollado la crítica al reduccionismo y a los excesos de sistematización metodológica en la ciencia, no se debe olvidar que en la labor docente es imprescindible la organización didáctica de los conocimientos, como expresión de la madurez epistemológica propia de la ciencia normal, por lo que la *Educación CTS* en Cuba todavía debe realizar un esfuerzo de actualización y reconceptualización de los fundamentos epistemológicos de su enfoque, actualizándose con las contribuciones de los demás paradigmas.

Aunque en la literatura internacional no ha existido un especial interés por la sistematización didáctica para la construcción de una epistemología de los *Estudios CTS*, en Cuba se debiera privilegiar esta dirección investigativa, pues ya existe cierta masa crítica de información para ello.

Por ejemplo, se pudiera contribuir a este trabajo teórico tan necesario si se comienza por sus ideas más generales, digamos los denominados ***principios del Enfoque CTS***,¹⁵³ de la misma manera como ya se ha venido haciendo con la ***visión social de la actividad tecno-científica y sus conceptos***.¹⁵⁴

Sin embargo, no obstante a que el campo CTS, en casi medio siglo de su difusión y desarrollo, ha constituido un colosal y valioso esfuerzo de ***integración interdisciplinaria del saber (Anexo 7)***, su enfoque todavía no muestran los resultados augurados por sus progenitores y cultores.

Por ello, varios investigadores del propio campo CTS han enfatizado **una serie de limitaciones e insuficiencias** en el orden académico y epistemológico, tales como:

1. La existencia de dos tendencias: **alta y baja Iglesia**, que obstaculizan su desarrollo (Fuller, Steve, 2001), (López Cerezo, J.A. y J.M. Sánchez Ron, 2001a), (López Cerezo, José Antonio, 2002)
2. El aislamiento cultural y de tradiciones de pensamiento (no confeso), que distancia a los cultores de los *Estudios CTS* de otros *paradigmas emergentes*, especialmente, de los *Estudios de la Complejidad*.
3. El pobre desarrollo de la sistematización de *sus fundamentos epistemológicos*, de manera que supere los obstáculos que genera la diversidad de programas y perspectivas CTS.
4. La excesiva preferencia en los programas por algunos temas del campo CTS (históricos, sociológicos, éticos y políticos) Eso ha repercutido en la *Educación CTS* en Cuba, porque no se ha podido lograr coherencia epistémica entre los cursos que se imparten. En verdad, el Programa del MES que establece una serie de invariantes teóricas no lo logra, porque es más una mezcla de temáticas que una asignatura epistémica y lógicamente coherente. Por eso es que: “... *una de las críticas que se le hace al campo CTS es por su insuficiente fundamentación teórica*” (Figaredo Curiel, Francisco, 2002, pág. 29)
5. No obstante a los avances en la sistematización teórica, todavía no se tiene una caracterización coherente y convincente de los principios fundamentales del *Enfoque CTS*. De hecho, se sabe que se

han enfatizado unos más que otros en dependencia de la disciplina del *Campo CTS*, desde la cual se realiza el análisis.

6. También ha existido un limitado desarrollo en el orden metodológico, que ha estado fundado más en la interdisciplina que en la transdisciplinariedad.
7. Aunque todavía son muy especulativas las propuestas de la *Teoría de la Red de Actores* y de las ***Técnicas de las Simulaciones Educativas***,¹⁵⁵ ambas perspectivas pueden contribuir significativamente al desarrollo de la *Educación CTS* en Cuba sí definitivamente las autoridades académicas facilitan su introducción y generalización en todos los niveles de la educación del país.
8. Aún perdura el enfoque descontextualizado y desactualizado de los contenidos de la ciencia en los diferentes niveles de enseñanza, no obstante al esfuerzo realizado y el apoyo institucional que ya desde hace más de tres lustros tienen en Cuba los ***Estudios y la Educación CTS***.¹⁵⁶

Estas y otras limitaciones e insuficiencias están presentes también en los medios de difusión, eventos, museos y exposiciones.

Por tanto, dar solución a estos problemas y continuar con la sistematización y ejemplificación de sus principios e ideas fundamentales son tareas investigativas y pedagógicas todavía pendientes de los cultores de los *Estudios CTS*. En ello mucho puede contribuir el urgente acercamiento a los demás *paradigmas emergentes* y su mutua fertilización epistemológica y metodológica.

2.4. La Educación CTS: sus contribuciones en Cuba.

Aunque no es menester aquí detenernos concretamente en los ideales, objetivos, funciones y ***finés científicos de la Educación CTS en Cuba***,¹⁵⁷ pues ya han sido ampliamente tratados en tesis y trabajos anteriores, más bien solo se mostrarán algunas definiciones y reflexiones en el orden epistemológico, pues en este ámbito los avances en Cuba no han sido los esperados, a pesar de las indiscutibles contribuciones de la *Educación CTS* por casi dos décadas de su implementación en la educación superior.

En verdad, en Cuba, desde la perspectiva CTS, mucho se ha avanzado en la comprensión de la naturaleza social de la dimensión científica de la educación, y, concretamente, hoy se comprende por ***Educación CTS*** aquel “... *proceso continuo de adquisición de conocimientos teóricos y prácticos y de formación de valores relacionados con la práctica tecnocientífica, que propicie una actitud crítica de los aspectos contradictorios presentes en las relaciones entre la actividad científica-tecnológica y las otras formas de actividad social*” (Rizo Rabelo, Noemí, 2007, pág. 61)

Sin embargo, aunque en esta definición se subrayan las dimensiones cultural y ética, así como la necesidad de vincular la actividad tecnocientífica con el resto de las actividades sociales, están ausentes algunos elementos epistemológicos, indispensable para comprender la naturaleza social compleja de la educación.

Afortunadamente, tanto en Iberoamérica como en Cuba, ya varios autores han estado reconociendo que existe **una importante laguna epistemológica** en la esfera de la *Educación* en general y de la *Educación CTS* en particular, debido a **diversos factores**, entre los cuales se destacan:

1. Carencia de investigación básica, ocasionada por la globalización y otros factores sociales concretos, que profundizan su subestimación y que, por tanto, reducen su financiamiento.
2. Todavía la enseñanza de la ciencia se aleja del estudio histórico, de cómo han cambiado y se renuevan (actualizan) los conocimientos científicos y de cuáles son sus posibles tendencias hacia el futuro (Toffler, Alvin, 1973/1998), lo que ha provocado un retardo exagerado (decenas de años incluso) entre el descubrimiento o aparición de las novedades científicas y su arreglo didáctico e incorporación a la educación (La Cueva, Aurora, 2002), (Praxia, Joao, 2005)
3. Predomina el abuso, copia mimética, modismo y eclecticismo en el uso de los modelos de enseñanza, por ejemplo: por transmisión-recepción, experimental, utilizando las tecnologías de la información y las comunicaciones (TICs), problémica, por competencias, con enfoque investigativo, por objetivos, en valores, etc. Es decir, existe limitaciones tanto en la transferencia como en la asimilación endógena de los avances tecno-científicos a los contextos nacionales (La Cueva, Aurora, 2002), (Orantes, Alfonso, 2005), (Praxia, Joao, 2005), (Addine Fernández, Raúl, 2006), (Tristá Pérez, Boris, 2010)
4. Falta de estudios de casos que tengan interés nacional o transnacional. Se debe hacer una salvedad, en Cuba ya hay algunos avances, gracias a los éxitos alcanzados en las aplicaciones del Enfoque CTS en los proyectos de investigación y de transformación social.
5. Déficit e inadecuada calidad y *desactualización* de los materiales docentes (Orantes, Alfonso, 2005), (Praxia, Joao, 2005)
6. Falta de iniciativas y creatividad en la adecuación de los programas en las instituciones académicas.
7. Aferramiento a la metodología tradicional por desconocimiento o temor a las incertidumbres propias de los nuevos paradigmas metodológicos en incipiente elaboración.
8. Prejuicios para el *Diálogo de Saberes* y lentitud en los procesos de integración inter y transdisciplinaria.
9. Resistencia al cambio, pues supone las transgresiones disciplinares y el trabajo colectivo, que exigen una alta dosis de valores éticos como humildad, tolerancia y disposición al aprendizaje unos de otros (Apostel, Leo, et. al., 1975), (Hurley, Marlene, 1999), (Fernández de Alaiza, Berta, 2001)
10. Dificultades en el fomento del necesario desplazamiento de la enseñanza al aprendizaje, del maestro al alumno, del centralismo jerárquico a la participación demo-distribuida, etc.
11. De las carencias anteriores resulta una marcada ***desactualización en la educación***,¹⁵⁸ pues los aislamientos cultural y paradigmático no permiten ver los avances de la vanguardia del conocimiento.

Todas estas carencias en la educación están presentes de una u otra manera en cada país de Iberoamérica, sin embargo, ya en España, Colombia, Chile, México, Perú, El Salvador, Argentina, Panamá y otros países de la región, se perciben algunos avances en los esfuerzos de integración inter y transdisciplinaria, no solo impulsados por los *Estudios interdisciplinarios CTS* (generalización de Programas en pre y postgrado, Cátedras CTS + I, Eventos, Publicaciones, etc.), sino gracias a la creciente presencia de los demás *paradigmas emergentes* (en especial de los *Estudios de la Complejidad*) en las universidades, no solo en el plano investigativo (con Centros y Cátedras dedicadas a sus estudios y divulgación), sino también en el orden curricular con programas en procesos de adecuación en pre y postgrado.

En Cuba, no obstante al esfuerzo del MES de extender los *Estudios CTS* por todo el país y a pesar de los indiscutibles éxitos en el desarrollo científico tecnológico, en medida considerable *estas limitaciones también están presentes*, solo que con particularidades propias de nuestro contexto socio-cultural y proyecto social revolucionario. En sentido general, los éxitos de la *Educación CTS* en Cuba se deben, entre otras razones, a que la ciencia y la tecnología están articuladas a la estrategia económica, social y cultural del país, lo que permite su desarrollo en todo el sistema educacional y en los demás sectores de la sociedad (Núñez Jover, Jorge, 1998b)

Sin embargo, los avances que se obtienen en los planos educacional y científico pudieran ser mucho más acelerados y sostenidos si se intenciona y potencia el desarrollo de investigaciones en los centros de estudios, cátedras y departamentos docentes del país, en el orden epistemológico y metodológico, hacia la integración transdisciplinaria desde la perspectivas de todos los *paradigmas emergentes* y no solo desde el *Enfoque CTS*. Incluso, este propio enfoque se fertilizaría de manera inédita con las demás contribuciones.

La desactualización epistemológica también está presente en casi todas las disciplinas concretas de la educación cubana, tales como: ciencias naturales, matemáticas y técnicas, así como en las más generales: filosofía, psicología y sociología de la educación, pedagogía, metodología de la investigación social, lógica, entre otras, las cuales están siendo todavía impactadas por la denominada *crisis de los paradigmas*.

Por tanto, esto exige realizar al menos una breve referencia al “estado del arte” de la hibridación más general del amplio campo de las *Ciencias de la Educación*, es decir, la que se produce entre: *Filosofía, Ciencia y Educación*. Para semejante empresa se precisa ir de lo general a lo particular, por lo que urge comenzar por la ***Filosofía de la Educación***,¹⁵⁹ pues esta crisis tiene un peculiar impacto en esta área de integración.

Hoy se reconoce que: *"La filosofía de la educación como disciplina teórica o como rama del conocimiento que enlaza la filosofía y la pedagogía, ha estado desatendida en Cuba durante las últimas cuatro décadas. Si bien la filosofía marxista-leninista y sus principios han constituido hasta ahora el fundamento teórico y metodológico de la pedagogía socialista, no es menos cierto que han resultado demasiado abstractos y generales, al no haberse imbricado adecuadamente a la tradición nacional en el terreno del pensamiento filosófico y*

educacional y tampoco a problemas más particulares y específicos de la ciencia y la práctica pedagógica cubanas" (Miranda Hernández, Olga, 2004, pág. 1)

El mensaje es diáfano: *urge una renovación de los fundamentos del propio conocimiento científico*, pero no solo en cuanto a la asimilación endógena de la filosofía, sino también es necesario asimilar *las nuevas visiones, teorías y enfoques sobre el conocimiento en general*, que emergen de la *Nueva Revolución del Saber*, pues la *Filosofía* es un conocimiento que busca lo universal en otros conocimientos, por lo que es **un saber de segundo orden**,¹⁶⁰ es decir, *conocimientos universales* sobre otros saberes previos, especialmente, cuando está centrada o referida a áreas más específicas, tales como: *Filosofía de la Educación, del Lenguaje, de la Ciencia, de la Tecnología, etc.*

Cada vez más se reconoce que *la concepción parcelaria y reduccionista del conocimiento* es una de las principales causas de muchas limitaciones conceptuales que están presentes hoy en la estrategia de la educación cubana en general y de su forma científica en particular.

Hoy en Cuba existen **algunas dificultades** que han retrasado tanto la difusión como la aplicación de los *paradigmas emergentes* que se han desarrollado en el mundo. Por ejemplo:

1. *Las limitaciones económicas, organizativas y políticas* en nuestro contexto han afectado la actualización del conocimiento científico, especialmente, *en la esfera de la educación*, pues, no obstante al gigantesco esfuerzo editorial del estado cubano en general y de las instituciones creadas para la divulgación del conocimiento y de las tecnologías de punta, en particular, solo un por ciento muy bajo de esos avances ha llegado a las manos de los investigadores y profesores en la base. Una de las vías por la cual ha llegado parte de esa creciente producción científica mundial ha sido gracias a *la labor internacionalista*, pues los profesionales que han prestado ese valioso servicio a otros pueblos han podido traer alguna información actualizada, pero esa fuente es todavía muy limitada e insuficiente. La otra vía que pudiera contribuir significativamente a la actualización del conocimiento es Internet, sin embargo, aún *constituye un sueño en la base de la pirámide organizacional* que soporta la actividad científica, es decir, solo en los centros de investigación de excelencia y en las universidades existe cierta cobertura, pero en otros niveles de enseñanza como la preuniversitaria, media, politécnica, especial y primaria, precisamente, donde labora la gran masa de los profesionales de la educación, todavía el acceso a Internet, prácticamente, no existe. Esto obedece no solo al consabido problema de las carencias materiales y tecnológicas, sino también a razones de índole ideológico-organizativa, tales como: inmovilismo y síndrome de "segurosis", entre otras.
2. Todavía perdura la *concepción tradicional de la ciencia* entre muchos profesionales, intelectuales, directivos, científicos, tecnólogos y gestores de ciencia y técnica, los que mantienen una fuerte resistencia al cambio (Rizo Rabelo, Noemí, 2007, pág. 6)

3. Se desconoce y/o subestima la existencia de *colegios invisibles*. Este es un término que introduce David Crane en 1972 y se refiere al *paradójico aislamiento entre los investigadores de la profusa vanguardia científica*, es decir, que están en la punta o borde delantero de las investigaciones (Price, D.J.S., 1980), en la que participan cultores de diversas disciplinas, quienes, dispersos por todo el mundo y la mayoría de las veces sin conocerse entre sí, están trabajando en temas afines, pero desde perspectivas culturales, filosóficas, ideológicas, epistemológicas y metodológicas diferentes (Crane, David, 1972) Por tanto, hoy urge *diseñar estrategias para descubrir y acceder a esa **vanguardia científica***.¹⁶¹ A ello puede contribuir la renovación también de la actual estrategia de gestión de información, de conocimiento y de proyecto que se desarrolla en el país.
4. Otra dificultad que resulta de todo lo anterior, es que hoy existe todavía mucha *parcialización y sectarismo en el conocimiento*, Por ejemplo, en el mundo académico perduran varios fenómenos negativos asociados al denominado *Mito de las Dos Culturas*, el *chovinismo* (nacionalismo) científico y cultural, la *competencia desleal*, el *mercantilismo*, el *celo profesional*, el **fraude científico**,¹⁶² la *carrera oportunista por el currículo*, la *gerontocracia* y otras aberraciones intelectuales.
5. *Tampoco está concebida*, como política institucional, *la introducción sistemática de los avances epistemológicos de la Revolución Contemporánea del Saber* en los currículos de las carreras universitarias, pues solo hay esporádicos contenidos en los programas de CTS y de Bioética, con bajo nivel de sistematización epistemológica. Por ejemplo, hoy es urgente la necesidad de introducir **los nuevos paradigmas** en la esfera **de la salud**,¹⁶³ y en la esfera **de la cultura física y del deporte**,¹⁶⁴ pues en ambos sectores son imprescindibles para su desarrollo, especialmente, considerando que es creciente la generalización de las tecnologías de punta, lo cual exige el dominio del nuevo lenguaje.
6. Prácticamente no se concibe ni existe actualización sistemática en **el eje transversal** del diseño curricular, es decir, todavía no aparecen *contenidos epistemológicos actualizados en las propias disciplinas científicas concretas*. Por lo tanto, la presencia de estas novedades no solo debe estar en los cursos de CTS o de Bioética, sino en todas las disciplinas y asignaturas, ya que las más efectivas y duraderas contribuciones educativas de los *paradigmas emergentes* se logran mejor en las mismas disciplinas y asignaturas curriculares, pues proporcionan un tratamiento mucho más rico, gracias a la aplicación concreta que puede brindar *el trabajo transdisciplinario*. De hecho, las nuevas áreas de integración deben promover la actualización de los contenidos de las asignaturas y disciplinas del sistema curricular, incorporando las teorías y enfoques de los *paradigmas emergentes*. A su vez, se necesita potenciar *las relaciones transversales* entre las propias áreas de integración del saber (CTS, Complejidad, Holismo ambiental, Bioética, etc.) de manera que contribuyan a la **Educación Transdisciplinaria**.¹⁶⁵

7. Todavía existen *obsoletas estructuras organizativas y académicas* (mentales y físicas), fundadas aún en la concepción disciplinar, en el conservadurismo de la burocracia y en la enseñanza de *estanco* (Toffler, Alvin, 1973/1998, pág. 283), (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004, págs. 48-53), (Freire, Paulo, 1994)

En fin, en la base de todas estas *dificultades e insuficiencias* se encuentra *una carencia académica* esencial: *la ausencia de una argumentada sistematización epistemológica* de las valiosas contribuciones de los actuales enfoques y teorías filosóficas y científicas emergentes sobre el conocimiento científico, lo que justifica el esfuerzo que aquí se realiza con su reinterpretación desde **los enfoques: dialéctico, interdisciplinario CTS y transdisciplinario de la Complejidad**.¹⁶⁶

Para ilustrarlo mejor, se necesita apuntar que puede haber una gran voluntad política a nivel de Estado, pero si alguno de los demás elementos constitutivos *de la red de actores* del complejo entramado social no ha sido considerado, ni incitado o tampoco identificado para la interacción, será muy difícil avanzar en la acción transdisciplinaria que se necesita para alcanzar los objetivos de progreso y bienestar sociales.

La esfera de la educación también sufre los impactos de estos y otros males existentes en el Ethos, tanto de algunos directivos, como de no pocos científicos-educadores. Queda en pie, entonces, una interrogante, ¿Cómo se pueden combatir estos fenómenos negativos y cuáles pudieran ser las bases de una alternativa epistemológica para superarlos?

Para ello, sería provechoso darle una mirada a los fundamentos que hoy sostienen algunos programas en las diferentes instituciones de la educación superior del país. De hecho, se precisa *determinar cuáles son las limitaciones* que están presentes en los programas que abogan por la integración de las temáticas y las disciplinas, especialmente, en los de postgrado, que deben ser los de mayor nivel de actualización.

Ante todo, según la *revisión de los documentos (resoluciones, programas, informes)*¹⁶⁷ y gracias a la experiencia del aspirante en su labor profesional vinculada a esta temática hace quince años, se evidencia que la *Educación CTS* en Cuba, no obstante a sus indiscutibles éxitos, todavía carece de fundamentos epistemológicos actualizados, al menos como invariantes, que denoten una maduración teórica convincente para que todas las comisiones de carreras decidan incorporar estos estudios.

Esta limitación ha impactado de manera decisiva en la integración que promueve el Programa CTS, pues aunque enfatiza la necesidad de aplicar *el enfoque interdisciplinario* de los *Estudios CTS*, para eliminar el aislamiento disciplinar, el reduccionismo y el formalismo en la enseñanza de las disciplinas científicas, *no tiene entre sus contenidos fundamentales los avances* que ya hoy han alcanzado *las nuevas áreas de integración del saber aquí descritas, especialmente, los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad, y las Epistemologías hermenéutica y constructivista*, desde las cuales se pueden renovar los fundamentos epistemológicos y metodológicos de la propia *Educación CTS*.

En el plano internacional hace muchos años varios estudiosos de la educación y la ciencia ha estado abogando, con diferentes matices y énfasis, por *el inevitable e indispensable acercamiento entre los paradigmas emergentes*. Se destaca el libro de Pablo González Casanova, titulado: *Las Nuevas Ciencias y las Humanidades*, en el cual se tiene como objetivo demostrar la necesidad del impostergable *acercamiento entre los diferentes paradigmas* para concretar, en un esfuerzo colectivo de Diálogos de Saberes, como dice Edgar Morín, un verdadero proceso de *integración del conocimiento*, donde todas las áreas y, en especial, la política y la filosofía deben participar.

Por ello el autor en la introducción dice que su libro: “... se adentró en un punto vedado a los humanistas y a los científicos con distintos recursos, a aquellos con el miedo-rechazo a las matemáticas, a éstos con el miedo-rechazo a la política, y con mil formas más que dieron lugar a las «dos culturas» de las ciencias y las humanidades que el Instituto de Santa Fe, la Escuela de Bruselas y muchos científicos de nuestro tiempo han procurado reunir aunque con un concepto de totalidad y de complejidad que excluye las relaciones sociales de explotación y su renovada dialéctica” (González Casanova, Pablo, 2004, pág. 12)

Afortunadamente en Cuba han existido ya *algunos intentos de acercamiento* entre **los cultores de los Estudios CTS y de la Complejidad**.¹⁶⁸ En honor a la verdad, con el Programa oficial de *PSCT* del MES se hace difícil propiciar este urgente encuentro, pues excluye las teorías y enfoques aquí caracterizados.

De hecho, han sido indiscutibles los éxitos del Movimiento CTS en Cuba, especialmente, en el área de la docencia, en la cual se han desarrollado y se desarrollan decenas de cursos de postgrado, se han impartido diplomados, mayormente en la Habana, Cienfuegos y Camagüey (decenas de ediciones), así como se establecieron dos maestrías en las Universidades de la Habana y Cienfuegos (cinco ediciones), con un total de 79 (47 y 32) maestrantes graduados (Blanco Godínez, Félix, 2009)

Todo ello ha contribuido a elevar la cantidad y calidad de los profesores y de la enseñanza CTS en pre y postgrado. Así también se avanzó en la investigación con trabajos defendidos (diplomas, tesinas, tesis de maestría y con casi una decena de tesis de doctorado), los cuales ha sido realizados en áreas y temáticas referidas directa o indirectamente al campo CTS.

Además, es preciso reconocer que ha sido significativo el impacto que la *Educación CTS* ha tenido en la comunidad académica y científica cubana, particularmente, a través de los cursos y asesoramientos realizados para la preparación de profesores, investigadores, gestores y directivos con vistas a los exámenes de mínimo de categorías docentes y de grados científicos.

Ahora bien, no obstante a esa intensa actividad de formación y postgrado aun existe un gran déficit de profesores de CTS y no se cubre la demanda. Así también, la calidad y distribución de profesores ya diplomados y másteres por provincias es muy desigual. También, ha habido algunos esfuerzos editoriales (todavía insuficientes), especialmente, en la Universidad de la Habana, en el ISJAE, Universidad de

Camagüey y, más recientemente, en la Universidad de las Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” de Camagüey, que aportó una compilación muy importante que incluye textos más actualizados (Núñez Jover, Jorge; Macías Llanes, María Elena, (comp.), 2008a) Así también se están promoviendo las páginas Web de CTS y ya se han editado algunos CDs que facilitan el acceso a la información CTS, pero es insuficiente todavía.

Aunque los Eventos CTS de Camagüey (1999) y Matanzas (2001) contribuyeron a ese impetuoso desarrollo inicial, no ha sido igual el impacto de los nuevos Eventos de CTS, insertos dentro de la Convención de la Educación Superior, pues su carácter selectivo y elitista ha limitado la participación de profesores e investigadores nacionales de la base, así como ha perdido su potencial para promover y elevar la superación académica, función esencial de los eventos científicos.

No obstante a que MES ha establecido determinadas pautas (invariantes) para generalizar un Programa de *PSCT*, este todavía necesita ser reelaborado y actualizado para enfrentar los nuevos y crecientes retos de la *educación* en el país a la luz de los crecientes aportes de los demás *paradigmas emergentes*.

En fin, todas estas limitaciones conllevan a que todavía sea muy *incipiente la asimilación endógena* (en el plano filosófico y epistemológico) de los avances de la *Nueva Revolución del Saber*, en la cual el *Enfoque transdisciplinario de la Complejidad* tiene un especial significado para el desarrollo de la educación en Cuba.

A su vez, pasando a un nivel mucho más general de la educación, las dificultades e insuficiencias señaladas no solo están presentes en el *Programa Nacional de CTS*, el cual debe cumplir una especial función de integración de la educación en el país, sino también en otros importantes *programas de superación de postgrado: diplomados, maestrías y doctorados curriculares*, para profesionales cubanos y extranjeros, de las diferentes áreas de conocimientos de la educación superior cubana.

Para solo citar un ejemplo, en el *Programa de Doctorado Curricular* de colaboración internacional del Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño (IPLAC, 2007a) no aparece, ni por asomo, *los avances epistemológicos* de lo que hoy se denomina *Nueva Revolución del Saber*. Es decir, no hay referencias (ni en los contenidos ni en la bibliografía) a *los conocimientos actualizados* de emergentes áreas de integración del saber, tales como: *Estudios de la Complejidad, Holismo ambiental, Bioética global y Epistemologías hermenéutica y constructivista*, las cuales tienen crecientes aplicaciones en ciencias sociales y educación (Colom Cañellas, A.J., 2002), (Romero Pérez, Clara, 2008)

En concreto, en ese Programa de Doctorado está presente la asignatura *Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología* (IPLAC, 2007b) y en su programa analítico se evidencian limitaciones en su actualización, reflejado en la ausencia de novedosas y necesarias temáticas como: *La Teoría de la Red de Actores, los Estudios sobre riesgo y conflictos sociales*, generados por el desarrollo científico y tecnológico (López Cerezo, J.A.; López Luján, J.L., 2001d), (López Cerezo, J.A. y J.M. Sánchez Ron, 2001a), así como las prometedoras ***Simulaciones educativas CTS***,¹⁶⁹ entre otras temáticas que son de gran utilidad para el trabajo de

investigación pedagógica. Por otro lado, contradictoriamente, se incluyen otras temáticas desactualizadas y mezcladas de forma aditiva con contenidos de filosofía, de lógica y de la tradicional metodología de la investigación, etc. La situación es peor en cuanto a la **bibliografía**.¹⁷⁰ Además, similar desactualización está presente en los programas de otras importantes asignaturas como: *Introducción a la investigación educativa*, *Fundamentos generales de la Educación* y *Metodología de la investigación educacional I y II*, entre otras (IPLAC, 2007a)

Por tanto, no solo están desactualizados los contenidos y la bibliografía del Programa de PSCT, sino también los programas de las demás áreas de conocimientos que están en ese Doctorado, pues en ellos no se reflejan los avances científicos del último medio siglo (al menos sus tesis centrales), aportados por la *Teoría de los Juegos*, *Cibernética*, *Teoría de la Información*, *Teoría del Caos*, *Teoría General de Sistemas*, *Teoría de los Sistemas dinámicos disipativos*, *Topología funcional cualitativa no lineal*, *Teoría de las Catástrofes*, *Geometría fractal*, *Epistemologías hermenéutica y constructivista de Segundo orden*, *Lógica difusa*, *Estudios sobre la Transdisciplinariedad*, *Estudios sobre la Auto-organización*, *Inteligencia artificial*, *Teoría de Redes neuronales*, *Teoría y aplicaciones de Autómatas celulares*, *Modelación basada en Agentes*, *Plataforma Web 2* (Gestión de conocimiento de avanzada en Internet), etc.

Casi todas estas son novedades de hace más de tres década que ya han obtenido éxitos indiscutibles en cuanto a su sistematización teórica y en las aplicaciones tecnológicas, que están irrumpiendo en nuestra vida cotidiana, sin las cuales es imposible una consecuente y actualizada educación para la vanguardia académica de Cuba y de los hermanos latinoamericanos y caribeños, quienes ya se gradúan, con esas carencias, en las maestrías y doctorados de pedagogía y de educación superior.

En fin, este ejemplo mostrado no denota tanto la excepción como la regularidad, pues **otros importantes programas de educación de postgrado en el país tienen dificultades similares**.¹⁷¹ No es menester aquí hacer un inventario de ello, solo más bien mostrar la punta del iceberg de semejante realidad en la vida académica cubana actual. Lo antes descrito, permite afirmar que se precisa fomentar un nuevo tipo de educación que privilegie *el tránsito del trabajo inter al transdisciplinario*, que elabore e incorpore las nuevas epistemologías y metodologías en construcción, que no solo enriquezca la nueva imagen social de la ciencia, sino que logre la efectiva divulgación y aplicación de sus novedades tecno-científicas.

Paradójicamente, no obstante a sus indiscutibles contribuciones interdisciplinarias los *Estudios CTS* no han logrado construir fundamentos epistemológicos transdisciplinarios, ni tampoco consecuentes y flexibles metodologías, que permitan una efectiva integración con los demás *paradigmas emergentes* que contribuyan a la búsqueda de soluciones más sostenibles y sustentables de los complejos problemas sociales de hoy.

CAPÍTULO 3. LA CONSTRUCCIÓN DE UNA EDUCACIÓN TRANSDISCIPLINARIA EN CUBA

Por fortuna, ya hoy se reconoce cada vez más en el mundo académico, que en paralelo con los *Estudios CTS*, también en los años sesenta se produjo *una reacción al neopositivismo* similar, pero con otras particularidades, que fue gestado primero desde las Ciencias Naturales y las Matemáticas y, luego, enriquecido desde las ciencias sociales y las humanidades. Ese torrente se denomina ***Estudios transdisciplinarios de la Complejidad***,¹⁷² los cuales han surgido en medio de *una crisis científica e intelectual colosal*, denominada ya por el mundo académico como: *Nueva Revolución del Saber*.

Este viraje se ha caracterizado por una sustancial modificación de nuestros patrones culturales y mentales respecto al conocimiento en general, así como a la ciencia y la tecnología en particular. Es decir, se ha estado gestando un especial advenimiento: *un radical cambio paradigmático en el orden epistemológico*, que ha sido fruto de los indiscutibles éxitos teóricos y prácticos de la integración fructífera de las ciencias naturales, las matemáticas y las humanidades, que está conformando un nuevo *Modelo Cultural*, del cual son legítimos protagonistas no solo los *Estudios interdisciplinarios CTS*, sino también los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*, así como el *Holismo ambiental*, la *Bioética Global* y las nuevas *Epistemologías hermenéutica y constructivista* como *paradigmas emergentes*.

Precisamente, los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* enriquecen la nueva visión social integral del conocimiento científico que ha proporcionado el *Enfoque interdisciplinario CTS*, pues profundizan en muchos otros argumentos y desarrollan toda una emergente, flexible y creadora epistemología que está en permanente construcción conceptual y que se ha ido aplicando de manera creciente, mediante nuevas y fecundas metodologías y tecnologías de punta, las cuales irrumpen con su valor práctico en todos los ámbitos de la realidad social.

De hecho, la integradora *Perspectiva de la Complejidad* no solo consolida el fundamento epistemológico que ha servido para someter a crítica la *Concepción heredada del conocimiento* (Casti, John, 1994), (Delgado Díaz, Carlos y Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2004), sino que con su nuevo lenguaje, pensamiento y realizaciones prácticas, *logra desplazar la integración del saber desde la inter hacia la transdisciplina*, como efectiva y sostenible vía para la solución de los más diversos y complejos problemas sociales.

En verdad, el proceso de integración del saber que se continúa fraguando en los *Estudios de la Complejidad* necesita de las contribuciones del *Enfoque CTS* para consolidar sus fundamentos epistemológicos sociales. Pero a su vez, estos últimos están siendo enriquecidos con la emergente y creciente epistemología fruto de la hibridación del nuevo lenguaje aportado por el *Pensamiento de la Complejidad* (terminología, conceptos y principios), así como por todo su arsenal de novedosas metodologías, procedimientos y técnicas flexibles

(Ciencias de la Complejidad) La fusión y fertilización de ambas perspectivas permitirían mejorar la comprensión y solución de los diversos y complejos problemas sociales y tecno-científicos concretos.

En efecto, las novedosas y crecientes contribuciones de las ciencias naturales, de las matemáticas y de las ciencias sociales imbricadas de manera inédita en una *mixtura más transdisciplinaria* están proporcionando, aquello anhelado por todos *los intentos multi e interdisciplinarios en la historia del conocimiento*, es decir, ese ideal de la ciencia de lograr *la integración fructífera y sostenible de todas las formas del saber*.

Por tanto, en el presente capítulo se mostrarán las ventajas que ha tenido ese *desplazamiento de la inter hacia la transdisciplina* en el proceso de integración del conocimiento, en el cual el emergente *Enfoque de la Complejidad* ha jugado un papel protagónico en los cambios transcendentales que se están produciendo hoy con la interrelación creciente entre Filosofía, Ciencia, Educación y Cultura.

3.1. Los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad.¹⁷³

Cualquier examen sobre ese extraordinario proceso de integración del saber que hoy protagonizan los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* exige tener en cuenta varias temáticas:

- El impacto social del multidimensional proceso de *integración cultural y de las ciencias naturales y sociales*.
- *El estudio de sus antecedentes, iniciadores, teorías y enfoques* con una gran diversidad de visiones y propuestas epistemológicas y metodológicas de diferentes matices ideológicos y referentes culturales.
- La relación entre Filosofía, Ciencia y Complejidad en general y, en particular, la importancia de la ***Tradición dialéctica***.¹⁷⁴
- La exigencia de un creativo proceso de *asimilación endógena* de estos estudios en el contexto de los países en vías de desarrollo.
- La demanda de *la necesaria sistematización didáctica de sus fundamentos epistemológicos* en creciente elaboración (teorías, ideas, principios, conceptos, métodos, etc.), que permitan desarrollar con éxitos la enseñanza, tanto de pre como postgrado.
- El enorme *reto educativo en la divulgación* de las ideas y el lenguaje de la *complejidad* en los medios de difusión masiva, que eviten el reduccionismo y las simplificaciones que menoscaban su riqueza, credibilidad y efectividad práctica.
- El valor de las aplicaciones de los *Estudios de la Complejidad* en todas las esferas de la vida.
- El polémico, difícil y necesario *acercamiento* entre los fundamentos epistemológicos de los campos CTS y de la *Complejidad*.

No obstante a la diversidad de temáticas relacionadas con el actual proceso de integración del saber, aquí se hará mayor referencia a aquellas que tributan directamente a la *sistematización de los fundamentos*

epistemológicos para la construcción de una Educación Transdisciplinaria, lo cual puede potenciar ese nuevo tipo de educación en Cuba.

Ante todo, se debe reconocer que el impacto que ya está ejerciendo los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* ha obligado al replanteo de la relación *Filosofía – Ciencia*, pues *el análisis de los fenómenos no lineales y caóticos* primero y la aparición luego de sus correspondientes *enfoques y teorías*, han generado reales anomalías en las concepciones filosóficas modernas. Se está produciendo un proceso de transgresiones disciplinares crecientes que ocasionan colisiones, conflictos, reacomodos y hasta abandonos epistemológicos, reflejo de las “*crisis paradigmáticas*”, que hoy tienen lugar en todos los saberes.

“Las ideas de la complejidad son el resultado de elaboraciones científicas en diversos campos de la investigación —biología, física, geometría, lógica, matemáticas, meteorología, neurociencias, química, sociología, etc. Como productos científicos genuinos, las nuevas teorías científicas no han de rendir cuentas filosóficas a nadie. Por el contrario,... esas ideas representan elaboraciones científicas específicas que tienen además una pretensión transdisciplinar y generalizadora -que nadie pone en duda-” (Delgado Díaz, Carlos, 2002, pág. 3)

Ya en la literatura aparecen claras referencias a la necesidad de distinguir tres dimensiones o perspectivas en la comprensión de los *Estudios de la Complejidad*, en lo cual han enfatizado varios autores, es decir, se suelen expresar como:

1. **Ciencia** (Edward Lorenz, Stephen Smale, René Thom, Lofti Zadeh, Benoit Mandelbrot, Humberto Maturana, Francisco Varela, S.A. Kauffman, Ilya Prigogine, P. Bak, Ch. Langton y otros) Desde la década de los años sesenta, en física, química, biología y matemáticas.
2. **Cosmovisión** (Teoría General de Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy, Escuela de Palo Alto (Bateson, Gregory, 1972/1993), Estudios sobre la Auto-organización (Kauffman, Stuart, 1993), el Constructivismo radical (Von Foerster, Heinz, 1998)
3. **Método** (Pensamiento complejo (Morín, Edgar, 1994), Metodologías de Autómatas celulares (Wolfram, Stephen, 2002), Redes neuronales, etc. (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999, págs. 12-13)

Específicamente, en este epígrafe se hará énfasis en la sistematización histórica de los antecedentes y los fundamentos epistemológicos de los *Estudios de la Complejidad* sin la intención de distinguir ninguna de estas perspectivas, sino más bien revelando lo común entre ellas. De hecho, el análisis histórico se limitará, más que todo por razones de espacio, al siglo XX aunque se sabe que en verdad sus más profundas premisas se pueden encontrar en la *obra innovadora de integración del saber* realizada por varios filósofos y científicos **desde la Antigüedad**.¹⁷⁵

Ante todo, se precisa reconocer un interesante y paradójico fenómeno: en paralelo con el positivismo de finales del siglo XIX y durante el predominio del neopositivismo en toda la primera mitad del siglo XX, así como

de manera casi clandestina o con pobre reconocimiento social, se fueron creando las premisas teóricas de la actual emergente epistemología de los *Estudios de la Complejidad*. Por tanto, para comprender este colosal y revolucionario esfuerzo de integración del conocimiento no se pueden olvidar los **antecedentes de los estudios científicos sobre los fenómenos no lineales (Anexo 8)**, contenidas en la obra de varios investigadores y pensadores, quienes desde diferentes disciplinas y contextos históricos, criticaron y enriquecieron las ideas más avanzadas de su tiempo.

A pesar de las valiosas contribuciones desde finales del siglo XIX y durante toda la primera mitad del siglo XX, de las cuales surgieron varios enfoques y teorías, no fue hasta inicios de la década del sesenta que se reconoce el nacimiento de una nueva ciencia.

3.1.1. La Teoría del Caos.¹⁷⁶

El principal protagonista de este acontecimiento fue el matemático y meteorólogo estadounidense **Edward Norton Lorenz** (1917-2008), quien mientras trabajaba en el pronóstico del estado del tiempo, utilizando un modelo matemático con tres ecuaciones no lineales en una computadora, observó que la evolución del sistema, para dos condiciones iniciales muy cercanas, llegaba a estados completamente diferentes en un tiempo posterior, es decir, *la evolución del sistema tenía alta sensibilidad a los cambios en las condiciones iniciales*, lo que generó un comportamiento caótico.

Antes y durante toda esa década, varios científicos hicieron descubrimientos muy similares a los de *Lorenz*, incluso, muchos comenzaron a revelar o reinterpretar un conjunto creciente de propiedades complejas comunes en los más disímiles fenómenos de la realidad. Sin embargo, el verdadero iniciador fue *Lorenz*, porque sus ideas, demostradas con un experimento bien convincente, fueron las que marcaron *el comienzo del viraje contra el paradigma científico reduccionista* en un campo científico-particular bien concreto (Cesarman, Eduardo, 1986), (Smith, P., 2001)

En esencia, el cambio de paradigma se inicia cuando *las nuevas concepciones* enfatizan la idea de que: “La ciencia clásica privilegia el orden y la estabilidad, mientras que en todos los niveles de observación hoy reconocemos el papel primordial de las fluctuaciones y la inestabilidad” (Prigogine Ilya., 1997, pág. 10)

Desde un nuevo enfoque *Lorenz* considera el **Caos** como “... *aquel comportamiento dinámico aperiódico (es decir, oscilaciones irregulares, que no se repiten nunca, de período infinito) que aparece bajo condiciones totalmente deterministas y que presenta gran sensibilidad a las condiciones iniciales*” (Salazar Domínguez, Carlos, 1997, pág. 33)

Este fenómeno, predicho por **Henri Poincaré** (1854-1912) en el cambio de siglo del XIX al XX y confirmado experimentalmente por *Lorenz* en la década del 60, se ha conocido metafóricamente como ‘Efecto mariposa’. Esto se debe a dos razones: una es porque *la figura geométrica* representada en un papel (*Atractor de*

Lorenz) que emergió como resultado de las *dos trayectorias diferentes y caóticas del sistema complejo*, adopta una apariencia similar a las alas de una mariposa; mientras que la otra razón obedece a que *la alta sensibilidad a las variaciones en las condiciones iniciales en la evolución del sistema* lo llevan a un *comportamiento impredecible a largo plazo*, lo cual le permite al sistema establecer conexiones con los más variados y distantes fenómenos. De manera que esta metáfora está enfatizando la idea filosófica o principio dialéctico de la *concatenación universal* (Heráclito y Hegel), es decir, la interrelación (vínculos, nexos, conexión) directa o indirecta que establecen todos los fenómenos de la realidad. En la literatura esta metáfora se ha formulado de diferentes maneras, pero en esencia significa algo así como que: “*El aleteo de una mariposa en Beijing puede ocasionar una tormenta en Texas*” (Valle Espinosa, Consuelo, 2004, pág. 50)

Por primera vez Lorenz mostró sus resultados en 1963 en el artículo titulado: *Flujo determinista no periódico*, publicado en la revista *Journal of Atmospheric Science* no muy conocida en esa época (Lorenz, Edward, 1963) Este hecho, provocó que el artículo estuviera prácticamente invisible para los científicos durante toda aquella década. Afortunadamente, en 1972 James A. Yorke recibió de un amigo el trabajo de Lorenz y, luego de discutirlo varias veces con Robert McCredie May y otros colegas, lo reinterpretó y divulgó en 1975 con su artículo titulado: *Period three Implies Chaos* (Gleick, James, 1988, pág. 30)

Todo el esfuerzo de difusión de las ideas de Lorenz, realizadas por Yorke y sus colegas permitió demostrar, mediante ***otros ejemplos en la naturaleza***,¹⁷⁷ **las características del sistema caótico**:

1. Su dinámica es *oscilatoria, aperiódica, inestable o alejada del equilibrio*.
2. Posee *alta sensibilidad a los cambios en las condiciones iniciales*, por lo que el sistema tiene una *trayectoria errática o azarosa* (probabilística)
3. Genera lazos de *retroalimentación y recursividad* con arreglo a las *perturbaciones del entorno*, que afectan también a sus premisas causales.
4. Su comportamiento es *no-lineal*, pero el caos es *determinista*, pues regularmente está constituido por *un conjunto finito de variables* y su *evolución temporal puede ser acotada*.
5. Es *una mezcla sutil de orden y desorden*, que se revela en la *invarianza escalar* que posee su **atractor extraño** ¹⁷⁸ en el *espacio de fase*, donde se pueden identificar *patrones de auto-organización*.
6. Por ello, *el sistema caótico es más predecible a corto que a mediano o largo plazo*.

Por tanto, el mérito de Lorenz y sus continuadores radica en que, con el descubrimiento de *estas propiedades*, se modifica radicalmente la concepción tradicional que se tenía del **Caos**.¹⁷⁹

Luego, en las décadas de los años setentas y ochentas, Lorenz y sus seguidores desarrollaron estudios en diferentes procesos físicos y químicos para confirmar los fundamentos de la *Teoría del Caos*, lo cual se demostró en experimentos sobre la convección térmica en fluidos. Así también otro descubrimiento de no

linealidad fue revelado con la rueda de agua o *Noria de Lorenz*, antiquísimo sistema que revela un sorprendente comportamiento complejo en tan sencillo artefacto mecánico (Gleick, James, 1988, pág. 35)

En los sistemas dinámicos abiertos que son predominantes en la realidad se manifiestan *comportamientos oscilatorios, caóticos, inestables, no-lineales, retroactivos, etc.*, pues en su dinámica interior se producen *fluctuaciones*, mientras que en sus relaciones con el entorno reciben *perturbaciones* e interactúan de las más variadas formas e intensidades con otros sistemas dinámicos. Sin embargo, el estudio de estas prolíferas formas de comportamiento parte de *un principio central*, caracterizado por Lorenz, el cual postula que **“en el caos existen patrones de orden”**,¹⁸⁰ de manera que para comprenderlo, ante todo, se debe revelar las interioridades de la dinámica compleja en su comportamiento.

En verdad, la *Teoría del Caos* constituye el fundamento, pero es solo un punto de partida dentro de las decenas de teorías y enfoques que han constituido los **antecedentes y precursores de la Nueva Revolución del Saber (Anexo 9)** Por tanto, para ilustrar la evolución de esta concepción no-lineal de la realidad se caracterizarán las ideas de otros investigadores que identificaron nuevas propiedades del comportamiento complejo en disímiles fenómenos de la realidad. Esta pesquisa histórica constituye hoy una premisa esencial para la sistematización de los fundamentos epistemológicos de los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*.

3.1.2. Otros enfoques y teorías de la Complejidad.

Entre las más relevantes contribuciones a la fundacional *Teoría del Caos* y, que hoy conforman los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*, están las llamadas **Teorías de Sistemas**,¹⁸¹ las cuales tienen entre sus precursores al científico ruso **Alexander Bogdanov** (1873-1928)¹⁸² y al biólogo austriaco **Ludwig Von Bertalanffy** (1901-1972). Aunque las ideas de la *Tektología* de Bogdanov se sospecha hayan sido incluidas en la *Teoría General de Sistemas* (TGS) por Bertalanffy, el mérito del genio austríaco no languidece, pues sus contribuciones fueron revolucionarias para el proceso de integración del saber.

Uno de los más significativos aportes de Bertalanffy fue conservar y enriquecer la **noción de Sistema**,¹⁸³ heredada de los pensadores griegos, en especial de *Aristóteles*, quien enfatizaba que *sistema* significa cosas *reunidas e interrelacionadas* en un determinado *contexto*. Además, la visión holística de *Aristóteles* le permitió comprender la realidad a través de otro *concepto clave*, enfatizado muchos siglos después por *Hegel*, es decir, la noción de *mediación*: ese “*tercero*” u “*otro*”, entendido como el conjunto infinito de nexos e interacciones (recursividad y retroalimentación), que establecen los fenómenos en y con su entorno.

Precisamente, el hecho de percatarse de la importancia capital del entorno o contexto, donde se enriquecen de manera infinita las cosas, fue lo que condujo a *Aristóteles* a formular su famosa idea simiente del enfoque sistémico: **el todo es más que la suma de sus partes**,¹⁸⁴ es decir, supone reconocer no solo los nexos y las

interacciones, sino *lo nuevo* que resulta de ello. Así pues, esta genial idea fue aprovechada muy bien por Bertalanffy para demostrar que en la realidad priman los *sistemas abiertos*. Por tanto, todo organismo vivo constituye un *sistema inmerso en el entorno*, de manera que intercambia *sustancia y energía* (luego otros autores incorporaron: *información y sentido*) con el entorno, que se expresa como importación y exportación, así como constitución y degradación de sus componentes.

Esta visión llevó a Bertalanffy a afirmar, a diferencia de los sistemas cerrados, los cuales se sostienen en un equilibrio muy rígido, que “... los sistemas abiertos se mantienen lejos del equilibrio en este estado «estable» caracterizado por un continuo flujo y cambio. Bertalanffy acuñó el término alemán *fließgleichgewicht* («equilibrio fluyente») para describir este estado de equilibrio dinámico” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 39)

Además, según él se deben estudiar “... tanto las relaciones internas entre las partes del sistema (tamaño relativo, orden, jerarquía, centralización, etc.) como las relaciones intersistemáticas (lo que privilegia la idea de «sistema abierto») con el medio ambiente y los sistemas externos homólogos, isomorfos o heteromorfos que le rodean” (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998, págs. 2-3, Unidad 6), (García Cuadrado, Amparo, 1995, págs. 198-199)

Para este genio en los *sistemas abiertos* la *entropía* puede decrecer y la *Segunda ley de la Termodinámica* puede no funcionar. Por ello, consideraba que la ciencia clásica debería ser enriquecida por una nueva termodinámica de sistemas abiertos, pero para los años cuarenta “... las técnicas matemáticas necesarias para semejante expansión de la termodinámica no estaban a disposición de Bertalanffy..., sin embargo, identificó correctamente las características del estado estable con las del proceso del metabolismo, lo que le llevó a postular la autorregulación como otra propiedad clave de los sistemas abiertos” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 39)

En esencia, las ideas de Bertalanffy fueron anticipadoras, pues se necesitó esperar varias décadas por los avances de la ciencia en el área de la Termodinámica para que se pudiera desarrollar esta revolucionaria concepción. Al revelarse la naturaleza compleja de los sistemas, su jerarquización con arreglo a sus partes constitutivas y su multifuncionalidad (relación *estructura – funciones*), todo lo cual conduce a la comprensión de la necesidad de abordar el estudio de los sistemas desde diferentes disciplinas científicas, se fue perfeccionando el enfoque o pensamiento sistémico, del cual ya se tiene cierta sistematización, algo que permite comprender su valor metodológico para el desarrollo de las investigaciones inter y transdisciplinarias (García Cuadrado, Amparo, 1995, pág. 205)

Hoy los seguidores de Bertalanffy han demostrado la importancia de la TGS para el estudio de los sistemas dinámicos complejos, dentro de los cuales los estudios de las organizaciones sociales han tenido desde la década del sesenta un impulso extraordinario. De manera que la obra de Bertalanffy no solo supera las escolásticas disputas entre los enfoques estructuralista y funcionalista, sino que fertilizó el terreno para

comprender a la sociedad como un conjunto de sistemas dinámicos complejos (Gardner, John, 1963), (Katz, Daniel y Khan, Robert, 1966), (Bennis, Warren G., 1966), (Laszlo, Erwin, 1995), (Dieterich, Heinz, 2005)

En esencia, los *continuadores* de la obra de *Bertalanffy* enfatizan el carácter integrador del **enfoque sistémico**,¹⁸⁵ lo cual lo ha calificado para contribuir al desarrollo de un nuevo *lenguaje inter y transdisciplinario* que se ha ido difundiendo a todas las áreas de la integración del saber (Bertalanffy, Ludwig Von; et. al., 1981)

En verdad, los éxitos alcanzados por las nuevas hibridaciones interdisciplinarias así lo atestiguan. Por ejemplo, “... *la Cibernética, la Teoría de la Información, que introdujo el concepto de información como magnitud medible y desarrolla los principios de su transmisión, la Teoría de los Juegos, la Teoría de la Decisión, que analiza decisiones racionales dentro de organizaciones, las matemáticas relacionales, el análisis factorial*” (García Cuadrado, Amparo, 1995, pág. 7), utilizan de una u otra forma conceptos propios del enfoque sistémico, pues la realidad, de la que se ocupan estos saberes, está anidada en sistemas (Forrester, J.W., 1968), (Aracil, Javier, 1983), (Laszlo, Erwin, 1988), (Moreno, Juan Carlos, 2002a)

Un gran continuador de la obra de *Bertalanffy* fue el inglés, nacionalizado estadounidense, **Kenneth Ewart Boulding** (1910-1993), quien venía de la economía y se dedicaba al desarrollo de las ciencias de la administración y de las organizaciones sociales. En su artículo publicado en 1956, titulado: *La Teoría General del Sistema: Un esqueleto de la ciencia*, Boulding destaca que los sistemas sociales como las organizaciones laborales y los gremios gerenciales desarrollan sus actividades bajo condiciones de alta incertidumbre, por lo que la toma de decisiones por los directivos están condicionadas por una infinidad de factores. *Estos sistemas combinan la información con el conocimiento de sentidos globales, estratégicos, tácticos y prácticos*, lo que los hacen altamente complejos, de manera que demandan esfuerzos especiales de integración interdisciplinaria y cooperación entre todos los actores sociales involucrados, pues **la dinámica de los procesos empresariales de hoy son altamente competitivos y cambiantes**.¹⁸⁶

En su artículo Boulding realiza una útil clasificación de los sistemas de los más simples a los más complejos, ordenándolos en **9 niveles**,¹⁸⁷ la cual ha tenido alguna difusión solo entre la élite de los investigadores de estos temas. El valor metodológico de este esfuerzo de sistematización realizado por Boulding no ha sido justipreciado incluso por la mayoría de los propios estudiosos de las teorías de sistemas y de las demás áreas híbridas afines. Lamentablemente, todavía hoy la obra de este investigador es prácticamente desconocida (Boulding, Kenneth Ewart, 1974)

Paradójicamente, el impacto de la obra de *Bertalanffy* no ha sido solo sobre sus seguidores, sino también ha ejercido influencia hasta en sus más fervientes críticos. Por ejemplo, el filósofo español *Gustavo Bueno*, con su **enfoque holístico-gnoseológico**,¹⁸⁸ desarrollado en la obra “*Teoría del Cierre categorial*”, donde realiza un balance de varias interpretaciones sobre el Holismo y los enfoques sistémicos en la historia de las ciencias

y la filosofía, declara su reconocimiento a la obra de Bertalanffy, no obstante al despliegue de toda una refriega a algunas de sus ideas fundamentales (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 126-185)

Los estudios interdisciplinarios que utilizan como base metodológica la TGS se están difundiendo por el mundo con gran celeridad y entre ellos en nuestra área geográfica está el *Proyecto de Investigación de Integración de las Ciencias* de la UNAM, en México.¹⁸⁹

Precisamente, a finales de la década del sesenta, bajo la influencia de *Bertalanffy* y de otros investigadores, fue que aparecieron los aportes del Premio Nobel de Química **Ilya Prigogine** (1917-2003),¹⁹⁰ quien genialmente desarrolló los fundamentos teóricos y la confirmación práctica del comportamiento de *las estructuras dinámicas disipativas*. Sus trabajos permitieron explicar los mecanismos del *advenimiento del orden a partir del caos* y de la *ruptura de simetría* en la dinámica de los sistemas complejos.

Pero, paradójicamente, “... *la física de sistemas disipativos se desarrolla de forma independiente durante los años 60-70, tras la crisis de la cibernética* (Dupuy, J.P., 1993, págs. 56-58) *El concepto de «auto-organización» es aquí retomado por Prigogine para postular la creatividad inmanente de lo físico en condiciones de inestabilidad alejadas del equilibrio termodinámico*” (Sanz, Bernardino Esteban, 2002, pág. 1)

Prigogine enfatizó con sus estudios otras propiedades del comportamiento complejo de los fenómenos, entre ellos el **carácter irreversible del tiempo**,¹⁹¹ en contra de lo establecido en la Mecánica clásica. Así pues, “... *aquella visión de la ciencia clásica que concebía el universo como un conjunto de procesos reversibles sujetos a leyes deterministas ha tenido que ser finalmente descartada tras el ataque a sus dos presupuestos básicos: «el conocimiento preciso de las condiciones iniciales y la existencia de leyes universales o absolutas con las que opera»* (Boya, L.J., Carreras, A. y Escorihuela, J.L., 1990, pág. 16). *Este nuevo paradigma romperá radicalmente con estos supuestos, mostrando cómo el determinismo y la reversibilidad corresponden más a las condiciones artificiales del laboratorio y a nuestra forma de describir el mundo racionalmente que a la naturaleza en sí*” (Sanz, Bernardino Esteban, 2002, pág. 1)

Los aportes de *Prigogine* están en la misma línea de *Bertalanffy*, pues sus ideas contribuyen también a los fundamentos teóricos de **los estudios sobre la auto-organización**,¹⁹² pues, definiendo *los sistemas abiertos*, los clasifica en tres regímenes: 1) *en equilibrio*, 2) *cercano al equilibrio*, 3) *lejos del equilibrio termodinámico*. Este último estado de los sistemas complejos es muy común en la realidad, especialmente, en la vida y la sociedad, por lo que sugiere su caracterización detallada.

Cuando *el sistema está alejado del equilibrio*, este recibe aportes de energía y sustancia que lo mantiene en condiciones lejanas al equilibrio termodinámico. Aparecen así, espontáneamente, nuevas estructuras y tipos de organización que se denominan ‘*estructuras disipativas*’, porque se establece un nuevo orden molecular que corresponde a una fluctuación tan grande, que necesita ser estabilizada por intercambios de energía con el mundo externo. De hecho, las estructuras disipativas pueden tener un comportamiento coherente que

implique la cooperación de un gran número de unidades dentro del sistema y permite con ello su reorganización (Dooley, Kevin, Johnson, Timothy, Bush, David, 1995, págs. 10-11)

Precisamente, esta formulación de *una nueva termodinámica de sistemas abiertos* y en especial, la demostración de *la auto-organización como una propiedad universal de la naturaleza* “... fue el gran logro de Ilya Prigogine quien usó unas nuevas matemáticas para reevaluar la segunda ley, repensando radicalmente los conceptos científicos tradicionales de orden y desorden, lo que permitió resolver sin ambigüedades la contradicción entre dos visiones de la evolución del siglo XIX” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 39)

Se puede valorar el alcance epistemológico de las propuestas de Prigogine, unos las minimizan y otros las sobrestiman, pero lo cierto es que: “La traslación metafórica de los conceptos de Prigogine y sus colaboradores a otros ámbitos de la reflexión y, en particular al ámbito social, no son extraños a sus mismas postulaciones. En “La nueva alianza” vemos una y otra vez un desplazamiento de la reflexión de Prigogine y Stengers de un ámbito de reflexión meramente científico a otras formas de reflexión filosóficas, sociales y políticas” (Mier, Raimundo, págs. 63-78) Además, sin sobreestimar el alcance de su obra, “... las investigaciones de Ilya Prigogine dieron la pauta de leyes generales que se verifican en estos procesos organizativos. La personalidad, el sistema inmunológico, una empresa, un partido revolucionario, la sociedad, son sistemas de este tipo. La evolución de las tendencias revolucionarias en el siglo XX puede ser investigada desde esta perspectiva” (Guilli, Mario, 2001, pág. 1)

Concretamente, la confirmación empírica del comportamiento complejo de los fenómenos y una rica caracterización de sus conceptos fundamentales se puede revelar con claridad en la interpretación física del Experimento de H. Bénard. En el proceso de la *convención térmica* en los líquidos se revelan conceptos como: *comportamientos simple y complejo, perturbación, ruptura de simetría, orden y coherencia del sistema*, gracias a la *emergencia de propiedades* de correlaciones globales entre partes distantes en el sistema (las celdas y sus movimientos de rotación) o de una *estructura disipativa* (Martínez Álvarez, Fidel, 2010e, pág. 200)

Se descubre también un *doble fenómeno del comportamiento complejo*, por un lado se puede *predecir* (determinismo causal) *el devenir de la estructura disipativa* (celda), pero, por el otro, *el tipo de giro* o rotación de ellas (a la izquierda o la derecha) es *impredecible* (no-determinista, azar) De manera que la perturbación inicial es la que define el tipo de sentido en la rotación. En consecuencia, la relación entre *el determinismo* (orden) y *el azar* (desorden) en estos fenómenos físico-químicos revela un peculiar símil con los fenómenos biológicos expresados en *la relación mutación-selección natural* desde Charles Darwin.

Otros conceptos importantes en este experimento son: *sistema alejado del equilibrio, turbulencia, comportamiento caótico, reestructuración, etc.*, todo lo cual genera variedad de posibilidades de selección y, a la vez, permite la *emergencia de nuevas propiedades y correlaciones* a nivel macroscópico (referencia al escalado), es decir, *el devenir de nuevas estructuras y dinámicas disipativas a escala macro constituyen*

patrones de interacción y ordenamiento dentro del caos (Espejo, Raúl, 1994), por lo que se puede lograr un nivel de predicción mayor y se confirma con ello, en el plano experimental, la tesis de Aristóteles de que “*el todo es más que la simple suma de las partes*”.

Para comprender mejor el alcance gnoseológico del *experimento de las celdas de Bénard* se puede tomar las reflexiones de *Prigogine* y *Nicolis* sobre un símil (o adecuación) realizado en el campo de las reacciones químicas. Ellos realizan una descripción detallada del *comportamiento complejo de las reacciones catalíticas de Belousov-Zhabotinski*. En esencia, utilizan *varios conceptos claves* tales como: *autocatálisis, autoreproducción, irreversibilidad, reproducibilidad, impredecibilidad, biestabilidad, histéresis, etc.*, enfatizando que “*... la autorreproducción que es una de las propiedades características de la vida, es esencialmente el resultado de un ciclo de autocatálisis*” (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a, pág. 16)

Se puede extraer de estos experimentos una *conclusión epistemológica* muy valiosa: “*Es sorprendente ver cómo los conceptos más profundos aparecen de forma completamente natural en la dinámica interna de un sistema físico-químico modesto y con un aspecto corriente*” (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a, pág. 21)

En fin, estos autores muestran cómo se combinan en estas reacciones *orden y desorden*, expresados en el fenómeno de *reloj químico*. Como en el *experimento de Bénard* las reacciones de tipo *Belousov-Zhabotinski*, en condiciones alejadas del equilibrio, producen *rupturas de simetrías*, establecen *correlaciones de gran alcance* y generan *nuevas propiedades emergentes* (Lewin, Roger, 1992)

Precisamente, la *emergencia* de nuevas propiedades, tanto de la estructura como de la dinámica del propio sistema, son las que lo *auto-organizan*, de manera que las nuevas *estructuras disipativas* a nivel global (*patrones* como: *celdas, estructuras de diana, frentes espirales, formación de dentritas, etc.*), son la garantía para que el sistema logre la *auto-organización* y eleve su *robustez adaptativa* en el entorno y que pueda así modificarlo (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a)

Las nociones aportadas por el *experimento de H. Bénard* y las *reacciones catalíticas de Belousov-Zhabotinski* permitieron enriquecer el enfoque sistémico de *Bertalanffy*, pues, como enfatizan *Prigogine* y *Nicolis*, en la dinámica de los sistemas complejos se produce, a nivel global, el *advenimiento de propiedades cualitativamente nuevas (emergencia)*, que son frutos no solo de las relaciones entre sus propias partes, sino también de las interrelaciones que establece el sistema con el entorno. De manera que las mediaciones tanto internas como externas, son las responsables de que *el todo sea mucho más que la simple suma de sus partes*. Este aporte al enfoque sistémico, explicado con mucha nitidez por *Prigogine* y sus colegas, tiene un valor gnoseológico muy importante, pues ratifica en el plano científico concreto el *enfoque dialéctico* intrínseco, tanto en la tríada categorial hegeliana de *cantidad, medida y calidad*, como de *lo universal, lo particular y lo individual*, entre otras.

“Las «estructuras disipativas» son las comunes en biología. La célula es una compleja estructura disipativa que se mantiene gracias al consumo de materiales altamente energéticos procedentes de su entorno y a la liberación a éste de residuos ricos en entropía. Prigogine elabora una teoría que, avalada con abundantes datos experimentales, permite explicar la emergencia de la vida a partir de los procesos de auto-organización” (Sanz, Bernardino Esteban, 2002, pág. 5)

En consecuencia, se constata la *universalidad*, tanto de las regularidades de los fenómenos complejos, expresadas en los conceptos que se utilizan en el experimento, como de la tesis central de los *Estudios de la Complejidad*, que demuestra *la existencia de cierto orden en el comportamiento caótico de los sistemas complejos*. A su vez, también confirma la *singularidad* o *carácter irrepetible* de cada sistema complejo. Estos dos principios básicos tienen significados gnoseológico y metodológico extraordinarios, especialmente, en el ámbito de los estudios sobre la **auto-organización** y la **auto-poiesis**,¹⁹³ proceso y propiedad inherentes a los seres vivos y a la sociedad humana (Gibert Galassi, Jorge, Correa, Beatriz, 2001), aunque como se ha visto aquí *la auto-organización es inherente a toda la realidad, **el universo físico, sus sistemas y procesos químicos también se auto-organizan.***¹⁹⁴

Las ideas de la *auto-organización* en los sistemas vivos se fueron vislumbrando desde el siglo XIX, pero no fue hasta la década del 60 del siglo XX que se aborda el tema desde una perspectiva interdisciplinaria (ciencias naturales y sociales) y se establecen los fundamentos del *enfoque sistémico*. En verdad, los antecedentes de este enfoque vienen desde los años 20 con la *Tektología* de Bogdanov y los desarrollos posteriores de la *Teoría General de Sistemas* de Bertalanffy.

Así también, los estudios de la *auto-organización* fueron impulsados de manera decisiva por los trabajos de Prigogine sobre las estructuras disipativas, así como por la *Cibernética* y las aplicaciones de las *matemáticas no lineales* en el estudio de las poblaciones y epidemias. Todos estos y otros avances epistemológicos permitieron profundizar aún más en *las propiedades del comportamiento complejo en los sistemas vivos y sociales* (Eigen, Manfred, 1971), (Epstein, Joshua; Axtell, R., 1996), (Maldonado, Carlos, Eduardo, 2008)

En el plano de la vida social, los estudios que hoy se desarrollan sobre el fenómeno de la *auto-organización* permiten comprender que *“... la sociedad y las organizaciones, nacen, crecen se desarrollan y mueren. Cuentan con sus propias reglas y mecanismos internos de auto-regulación y control. Evolucionan a mayores niveles de complejidad sin permanecer estáticos; viven en un medio ambiente que los contiene, y que al mismo tiempo que los amenaza, les exige adaptarse. Y a fin de cuentas el medio ambiente es un resultado de los cambios que se generan en los sistemas”* (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004, pág. 6)

Desde la década del sesenta hasta hoy muchos han sido los *avances interdisciplinarios* (física, química, biología, matemáticas y ciencias sociales) en la comprensión de los sistemas complejos (vivos y sociales) Para ello se han utilizado fundamentos aportados por **iniciadores y continuadores de los Estudios de la**

Complejidad (Anexo 10), quienes han propuesto nuevas teorías y metodologías como de **Autómatas celulares**,¹⁹⁵ *Análisis topológico cualitativo de tendencias, de mapas dinámicos*, entre otras conquistas.

La presencia de *comportamiento complejo en la naturaleza tiene expresiones de todo tipo*, además son mucho más frecuentes y extendidas que lo que habitualmente se cree (Waldrop, M., 1992), entre ellas se destacan las relacionadas con los fenómenos físico-químicos de la *resistencia de materiales y su tensión superficial* (fenómenos topológicos), los cuales son de vital importancia para el desarrollo de las nuevas tecnologías en diversos ámbitos. El estudio de la dinámica y estructura no-lineal de los fenómenos multidimensionales, así como la deformación topológica de los más variados objetos y sus superficies, es de vital importancia para el desarrollo de: farmacología, industria alimentaria, extracción del petróleo, diagnóstico y tratamiento de enfermedades, crisis psicológicas y fenómenos sociales. (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a, pág. 26)

También en la década de los años sesenta el matemático estadounidense **Stephen Smale** (1930-) desarrolló una nueva *Topología*, que revelaba propiedades caóticas, irregulares y no-lineales de los sistemas y estructuras dinámicas de la realidad física (Smale, Stephen, 1961), (Smale, Stephen, 1967)

En verdad, *los estudios topológicos* se inician mucho antes que apareciera el término apropiado para designar los fenómenos que se relacionan con esa área de las matemáticas. La palabra *topología* fue usada por primera vez en 1930 por el matemático estadounidense de origen ruso **Salomon Lefschetz** (1884-1972). También son **precursores de la Topología**:¹⁹⁶ *Leonard Euler, Johann Benedict Listing, Henri Poincaré, W. Thurston, Hassler Whitney, Kenneth Appel y René Thom*, entre otros.

La *Topología* es un área especial de la geometría dedicada a las superficies, tiene relación con materiales maleables, estiramientos, deformaciones estructurales de la sustancia, etc. Se le llama también geometría de la de la goma o del espacio elástico, pues estudia aquellas propiedades de las figuras geométricas del espacio que mantienen cierta estabilidad estructural, cuando se doblan, dan la vuelta, estiran o deforman (Batard Martínez, L.; Estrada Hernández, Y., 2006, pág. 166)

Aunque, **las aplicaciones de las herramientas de las matemáticas no-lineales**,¹⁹⁷ solo están iniciándose, ya se tienen resultados prometedores en el estudio de **las enfermedades, las epidemias**,¹⁹⁸ **las poblaciones, la educación, la economía y la dirección organizacional, etc.**¹⁹⁹

Precisamente el primer gran aporte de **Smale**²⁰⁰ fue haber resuelto uno de los problemas más complejos de la *Topología*, la famosa *conjetura de Poincaré* sobre espacios de cinco o más dimensiones. A su vez, un impacto muy especial fue ejercido por la famosa **Herradura de Smale**,²⁰¹ con ello este genio logró devolver un área de las matemáticas al mundo real, pues esta comienza a ocuparse de los procesos dinámicos de transformación estructural, que aparecen por doquier en la realidad, desde una grieta en la pared, el rebote de una pelota en la misma pared, el humo del cigarrillo, hasta la espuma de la cerveza en una jarra, etc. (Gleick, James, 1988, págs. 52-60), (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, págs. 21-23)

Sin embargo, el matemático francés **René Thom** (1923-),²⁰² también en la prodigiosa década del sesenta, se convirtió en el verdadero fundador de la *Teoría de las Catástrofes*, pues hizo excepcionales aportes al estudio de los procesos *morfo-genéticos*, para lo cual elaboró un *método topológico cualitativo* de interpretación *no-lineal* (Thom, René, 1997) Al establecer los nexos entre los conceptos de *forma, estructura y sentido* Thom elabora un modelo dirigido a la reconstrucción matemática de la realidad física y la constitución de una ontología regional de los fenómenos estructurales y morfológicos: la denominada *nueva topología de la estabilidad estructural* (Dold, A. and Eckmann, B. (eds.), 1976)

Según René Thom, “... nuestra captación de la forma y del orden geométrico es más profunda que nuestra captación cuantitativa del número y la magnitud” (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, pág. 17) Este revolucionario topólogo sigue la tradición pitagórica que asume el valor esencial del reconocimiento de patrones cualitativos en el comportamiento irregular, abrupto, discontinuo o de cambios bruscos y radicales en la realidad, como premisa indispensable para su comprensión científica. **Las catástrofes tienen un orden y estabilidad dinámicos**,²⁰³ que pueden ser representados cualitativamente por la topología y sus herramientas metodológicas nuevas.

Desde esta perspectiva topológica el reconocimiento de patrones en los fenómenos cotidianos como la caída de una hoja, el humo del cigarrillo, la estructura y dinámica de las nubes, la transmisión genética, etc., es la clave para comprender las propiedades esenciales del comportamiento complejo de los fenómenos. Es preciso captar con “el ojo de la mente”, como enseña Thom, el patrón cualitativo que revela la estabilidad estructural de los fenómenos no lineales. Es decir, se necesita identificar, primero que todo, lo global emergente como tendencia en la dinámica y la estructura de los fenómenos multidimensionales y caóticos. Esto es cardinal para el estudio profundo y holístico de la realidad. En consecuencia, se debe comprender que en la realidad determinadas discontinuidades se expresan como patrones que trazan tanto el ritmo como el esqueleto fundamental de los fenómenos complejos (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, pág. 19)

Estas ideas no eran nuevas en la historia de la filosofía y de las matemáticas, pues ya los antiguos, en especial, Pitágoras y sus seguidores “... distinguían «número» o «patrón», de substancia o materia, y lo veían como algo que limitaba la materia y le daba forma. De manera que ellos se cuestionaban dicha relación: “... preguntas ¿de qué está hecho?»: –tierra, fuego, agua –, etc., o preguntas “¿cuál es su patrón?”. Los pitagóricos preferían inquirir sobre el patrón a hacerlo sobre la substancia” (Bateson, Gregory, 1972/1993, pág. 449) Esta constituye una idea extraordinariamente avanzada, pues enfatiza lo que a la postre constituyó uno de los principios centrales en la visión compleja de la realidad” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 19)

La visión de Thom se fundamentó en contribuciones filosóficas y matemáticas como estas de Pitágoras y, además, su teoría alcanza un carácter interdisciplinario, porque también se vincula a la física, la química, la biología y a otros saberes, lo cual queda expresado en los conceptos que retoma: *patrón cualitativo*,

transversalidad, estabilidad estructural, similaridad, impredecibilidad, propiedades emergentes y recurrentes, metamorfosis, morfogénesis, homeostasis, homeorhesis, autoreproducción, auto-organización, etc.

La importancia de la *Teoría de las Catástrofes* para la solución de problemas prácticos fue cuestionada en las décadas de los ochenta y los noventa, debido fundamentalmente al descrédito que alcanzó a manos de varios vulgarizadores, a lo cual contribuyó significativamente la entusiasta pero apresurada labor de aplicaciones de un ferviente divulgador de la teoría de *Thom*, su amigo el matemático inglés *Christopher Zeeman*.

Una de sus más sugestivas y polémicas ideas fue la referida a la posibilidad de que la nueva topología de la *Teoría de las Catástrofes* podía tender un efectivo puente “... sobre el abismo entre los hallazgos cuantitativos de la neurofisiología y las descripciones cualitativas de la psicología” (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, pág. 34)

Sin embargo, aunque esta y otras ideas de *Zeeman* eran demasiado aventuradas para su tiempo, no eran del todo descabelladas, pues luego *Thom* y sus continuadores pudieron desarrollar estudios en la biología que confirmaban, en principio, las previsiones de *Zeeman*. Por ejemplo: “Mientras *Waddington* había visualizado un cambio cualitativo –la diferenciación inicial de un brazo o una pierna o la aparición de un nuevo rasgo heredado– como un arroyo que fluyera hacia un nuevo canal, *Thom* lo veía como la emergencia de una nueva singularidad que configuraba el curso posterior del proceso” (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, pág. 39)

Precisamente, uno de los pioneros en la aplicación exitosa de la *Teoría de las Catástrofes* a los fenómenos biológicos fue *C.H. Waddington*, quien acuñó el término *homeorhesis* para explicar el peculiar modo en que se manifiesta el principio de la estabilidad estructural. En síntesis, su aporte radica en que reveló la existencia de otro estado de estabilidad dinámica en el funcionamiento de las células, los órganos y sus subsistemas. Ya se conocía uno general más estudiado: la *homeostasis* (el mismo estado dinámico o equilibrio dinámico entre sistema - entorno), luego *Waddington* revela la existencia de la *homeorhesis*, como el mismo camino y torrente de cambios dentro del sistema ya prediseñado, los cuales son esenciales para la *morfogénesis* en los procesos de configuración de la *dotación genética* de los individuos y las especies (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, págs. 25-26)

En fin, las ideas rectoras, principios y conceptos básicos del comportamiento complejo de los fenómenos biológicos, caracterizados por la nueva topología de la estabilidad estructural, se fueron revelando poco a poco en los más diversos procesos de la vida. Así también, otros fundadores y continuadores se pueden constatar en la vasta literatura sobre estos temas. Por ejemplo en la Biología de los años 50 se reconoce a *Paul Weiss* como un precursor de los estudios de la complejidad de los seres vivos, pues realizando un estudio de las estructuras y funciones de las mitocondrias pudo constatar la emergencia de singularidades propias de un sistema complejo.

Incluso mucho antes, ya en 1917, *D’Arcy Thompson* había demostrado que la forma o el esqueleto de un pez en una cuadrícula podía ser transformada hasta convertirla en la forma o esqueleto de un predecesor en la

evolución, de manera que la transformación de tales imágenes visuales anticipaban la aparición de una nueva topología cualitativa. Además, entre los iniciadores de la *teoría topológica cualitativa de la estabilidad estructural* se destaca el físico alemán *Bernhard Bavink*, quien en 1941 sugirió priorizar *el estudio cualitativo de los patrones y formas en los sistemas vivos*, pues recomendaba aplicar una nueva matemáticas que combina *el cálculo de variaciones con la teoría de grupos* (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, pág. 34)

Desde la década del sesenta también **Benoit Mandelbrot** ²⁰⁴ se propuso estudiar “... fenómenos no explicados del mundo natural, como las ráfagas aparentemente casuales de interferencias en las emisiones de radio, las crecidas del Nilo, y las crisis de la Bolsa de valores. Se dio cuenta de que las matemáticas tradicionales eran incapaces de expresar adecuadamente este tipo de fenómenos” (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 18) ²⁰⁵

Con la obra de *Mandelbrot* en la segunda mitad del siglo XX (Mandelbrot, Benoit, 1967), la *Geometría fractal* se convirtió en una nueva rama de las matemáticas. Con ella se comenzó a considerar la *simetría* de los fenómenos desde una nueva perspectiva, es decir, la *simetría de invarianza de escala*. Esta explica la razón de que algunos objetos se parezcan a sí mismos independientemente de la variación de la escala de observación. Por ejemplo, una ramita pequeña arrancada de un brócoli, seguirá siendo como un pequeño brócoli; una rama de pino de navidad, se verá como si fuera un pequeño pino recién crecido, la imagen de un arroyuelo y sus *bifurcaciones*, será una copia fiel de una foto de un río caudaloso con sus afluentes, etc.

Esta nueva *Geometría* tiene como emblema el famoso *Conjunto de Mandelbrot*: extraordinaria estructura generada a partir de una iteración simple de números complejos que impactó y maravilló al mundo de las artes plásticas (Mandelbrot, Benoit, 1987) Fue precisamente en las artes plásticas donde mayor aceptación tuvo la geometría fractal en sus inicios, debido a la belleza de las creaciones que salían de la naciente tecnología de las computadoras personales en la década del 80 del siglo pasado. En Estados Unidos y Europa se llegaron a exponer en galerías de arte, obras obtenidas por computadoras, salidas de simples algoritmos de iteración.

La *Geometría Fractal* contiene a la de *Euclides* como caso particular. Las líneas rectas, lo regular, las figuras geométricas que tradicionalmente son enseñadas en la escuela primaria, no son más que modelos de una realidad mucho más rica y diversa: la realidad de las formas irregulares, de los objetos naturales, de las estructuras vivientes en general. La nueva geometría permitió revelar las propiedades más íntimas de la naturaleza, subrayando la necesidad de representar a los fenómenos tales como ellos son, en toda su riqueza como elementos multiformes, fraccionados y difusos Por estas razones es que se dice que la *Geometría Fractal* es la geometría de la naturaleza.

Bajo el imperio de las costumbres, las tradiciones, casi siempre “... nos hemos limitado mentalmente a considerar situaciones que son realmente ideales, como las figuras geométricas. En la naturaleza estas figuras son la excepción, mientras que la mayoría de las figuras que hay a nuestro alrededor son fractales.

Aunque parezca increíble, ¡este hecho tan contundente no había sido considerado en serio durante muchos siglos por la humanidad!" (Alonso, A.; De la Fuente, J.R.; et. al., 1996, pág. 1)

En verdad, *Mandelbrot* comienza a publicar discretamente por primera vez a inicios de la década del cincuenta aún sin existir el término "**fractal**".²⁰⁶ Con los años parecía que sus investigaciones marchaban por caminos divergentes, pero luego, con sus dos primeros libros, logró revelar la unidad que había en sus trabajos (Mandelbrot, Benoit, 1997), lo cual, como sabemos, terminó en el nacimiento de una nueva disciplina científica. Esta nueva disciplina tiene como mérito excepcional, no propuesto por su creador, el ser de aplicación universal.

En varios contextos *Mandelbrot* encontró *patrones*, por ejemplo, dentro de casos particulares de la economía identificó tal propiedad en el problema de las rentas a diferentes escalas y del precio del algodón en el mercado. Mientras que en la fisiología reveló los *patrones* expresados como ramificaciones de estructuras internas del cuerpo humano y de los procesos que allí se realizan. Así también en la transmisión de datos por cables metálicos determinó la existencia de *errores* de transmisión aparentemente aleatorios. A su vez, en las estructuras naturales también detectó *patrones*, por ejemplo, en nubes, montañas, ríos, etc.

A la *Geometría fractal* se le reconoce, según se dijo, como la *Geometría de la naturaleza* y, en especial, tiene un papel fundamental para la *comprensión geométrica del caos determinista*, algo que le ha dado el crédito de ser la primera disciplina de las matemáticas que posee una definición de dimensión con significado físico. Anteriormente, las definiciones matemáticas de dimensión eran funcionales solo para sí, sin embargo, hoy se reconoce que la *dimensión fractal* es un número, por lo general fraccionario, que ayuda a la cuantificación espacial, lo cual revela en qué medida se llena **el espacio ocupado**.²⁰⁷ La determinación de *la dimensión fractal* de los fenómenos y sistemas complejos tiene un radical valor metodológico y ha tenido ya *aplicaciones en las más diversas áreas de la realidad*.

De la *Geometría fractal* han salido conceptos muy importantes que han sido transferidos a otras ramas del saber, algunas tan distantes como las ciencias sociales. Entre sus *conceptos y principios* más conocidos están: **auto-semejanza**,²⁰⁸ **auto-afinidad**, **fractalidad**, **dimensión fractal**, **lagunaridad**, **percolación**,²⁰⁹ **anidamiento**, **hologramático**,²¹⁰ entre otros, además de haber propiciado la introducción de un nuevo significado al fenómeno del escalado, como un proceso clave en la investigación, directamente derivado como consecuencia de la aplicación de la *simetría de invarianza de escala* al proceso consciente de observación de los sistemas complejos.

La *Geometría fractal* tiene un especial significado para la comprensión holística de la realidad, pues permite revelar la naturaleza compleja de la relación dialéctica entre el todo y las partes, a través no solo de la identificación de las diferencias entre los distintos *tipos de totalidades*, los cuales, en lo fundamental, ya han sido clasificados a lo largo de la historia en todas las disciplinas científicas, sino, especialmente, mediante el

rigor que exige hoy el examen de los fenómenos desde la comprensión de su fractalidad y de lo que ello implica para el estudio de su dinámica compleja.

La *Teoría de los Fractales* ha sido mejorada por varios continuadores desde los finales de los años ochenta, especialmente, por el matemático inglés *Michael F. Barnsley*, quien descubrió *la transformación fractal*, capaz de detectar fractales en fotografías digitalizadas. Este hallazgo permitió las aplicaciones fractales de imágenes, base de la multimedia (Barnsley, M.F., et. al., 1988) Así también, hoy ya existen revolucionarias ***aplicaciones de la Geometría fractal en casi todas las esferas de la actividad humana.***²¹¹

3.1.3. **La Lógica borrosa y sus aplicaciones.**

Una de las áreas del conocimiento en la que se efectuó un viraje revolucionario, también desde la década del sesenta del siglo XX, fue en la **Lógica**.²¹² La idea de que en la Lógica se debe razonar con dialéctica es muy vieja, desde el Pensamiento holístico oriental antiguo (Budismo, Confucio, Mencio, Xun-Zi, Lao-Tse y Taoísmo, Mo-Tsu, entre otros), Heráclito, la Escuela de los Estoico-megáricos (Zenón de Elea), los Sofistas (Protágoras), pasando por Santo Tomás de Aquino, Guillermo de Occam, Baruch Spinoza, Jorge Guillermo Federico Hegel (padre de la Lógica dialéctica), hasta la Lógica dialéctica materialista del Marxismo-Leninismo. Se considera a **Charles Peirce** (1839-1914) como un precursor del pensamiento lógico borroso en la modernidad, pues anticipó ideas que enfatizaban el carácter relativo del conocimiento humano y las imprecisiones e inexactitudes del pensamiento lógico. También antecedentes claros de la nueva lógica fueron los estudios de varios filósofos, matemáticos y lingüistas sobre las *vaguedades, contradicciones o imprecisiones del pensamiento lógico* en la primera mitad del siglo XX.

Uno de sus precursores fue el filósofo y matemático británico **Bertrand Russell** (1872-1970), quien estimó que la *vaguedad* en el lenguaje se puede determinar según el grado de precisión y a ello puede contribuir la *Lógica polivalente*. Así también, el filósofo de la ciencia austriaco **Ludwig Wittgenstein** (1878-1951) estudió las formas en las que una palabra puede ser empleada para muchas cosas que tienen algo en común. Además, Indiscutibles iniciadores del nuevo viraje en la lógica fueron los filósofos polacos **Jan Lukasiewicz** (1878-1956) y **Alfred Tarski** (1902-1983), el primero fue quien creó la *Lógica de vaguedades*, pues representó los conjuntos con un posible grado de pertenencia con *valores* de 0 y 1, después los extendió a un número infinito. Luego, esto fue mejor fundamentado por ambos pensadores con sus contribuciones a la *Lógica polivalente* en general y al *cálculo proposicional* en particular.

En los años de la década del sesenta el ingeniero eléctrico, nacido en Bakú y de origen iraní, **Lofti Asker Zadeh** (1921-) creó la **Lógica borrosa o difusa** (fuzzy logic), que combina los conceptos y los conjuntos de *Lukasiewicz* y *Tarski*, mediante la definición de *grados de pertenencia*. Con el desarrollo de esta nueva versión de la Lógica se superan las limitaciones de las teorías anteriores y se establecen nuevos métodos

cualitativos de análisis que revelan con más exactitud el comportamiento de los sistemas dinámicos no-lineales. De hecho, *“La teoría de los conjuntos borrosos... es un acercamiento lógico a la complejidad o dicho de otra manera, es el elemento de conexión entre la lógica y la complejidad”* (Diegoli, Samantha, 2003, pág. 5) El aporte radical de Zadeh se concreta cuando logra, con sus tesis sobre los *conjuntos borrosos*, enriquecer los fundamentos del álgebra de **George Boole** (1815-1864), pues la convierte en un caso particular de su nueva concepción. Por tanto, su lógica resultó ser más general y mucho más adaptable a los casos reales. Entre las contribuciones de esta lógica se destacan no solo la dialéctica idea de los *grados de pertenencia* de las cosas, sino también las nociones de: *medidas de posibilidad, de probabilidad, de plausibilidad y de credibilidad*, entre otras (Zadeh, Lofti, 1965/1992), (Zadeh, Lofti, 1973a), (Zadeh, Lofti, 1973b)

De sus aportes destaca también su noción de *conjuntos difusos*, los cuales no son más que **sistemas naturales y sociales**,²¹³ que tienen implícito un *cierto grado de difusidad* en la descripción de su *esencia, estructura y comportamiento dinámico*. Esta imprecisión puede estar asociada con su *forma, posición, relación, movimiento, momento, color, textura*, o incluso en la *semántica* que describe lo que son. En muchos casos el mismo concepto puede tener diferentes grados de imprecisión en diferentes contextos o tiempo. En la vida cotidiana son infinitos los ejemplos de fenómenos que no se pueden describir, definir y evaluar con facilidad y precisión, de manera que la *Lógica borrosa* es indispensable para superar esas limitaciones. Por ejemplo, un día cualquier en la temporada de verano no es exactamente igual a otro en invierno. Los matices y gradaciones de los valores que se miden en un fenómeno dependen fuertemente de disímiles factores, por lo que *la borrosidad es inherente a los límites, la estructura y las funciones de todos los sistemas complejos*.

Según **Zadeh** (1992), las ideas centrales y principios de la Lógica borrosa son:

- Todo es cuestión de grado.
- El razonamiento exacto es un caso límite del razonamiento aproximado.
- El conocimiento es una colección de restricciones difusas sobre un conjunto de variables.
- La inferencia es una propagación de un conjunto de restricciones difusas (elásticas)
- Un sistema difuso es resultado de la “borrosidad” de un sistema convencional.
- Los sistemas difusos operan con conjuntos borrosos en lugar de números.
- Los sistemas borrosos imitan la dinámica flexible del razonamiento humano (Zadeh, Lofti, 2005)

En síntesis, la *Lógica borrosa* es una rama o área de la *Inteligencia artificial* que se fundamenta en la tesis central de que *“todo es cuestión de grado”*, lo que permite manejar información vaga o de difícil especificación si pretendemos hacer cambiar, con esta información, el funcionamiento o el estado de un sistema específico. Por tanto, con la *Lógica borrosa* es posible gobernar un sistema por medio de determinadas reglas, las cuales se refieren a cantidades indefinidas. Estas reglas pueden ser aprendidas por los **sistemas complejos**

adaptativos,²¹⁴ que aprenden a 'observar', tal como operan las personas. Estas ideas tienen un especial valor para el estudio de la *auto-organización* de los sistemas complejos (Martínez Álvarez, Fidel, 2010e)

En los inicios de la década del setenta fue desarrollado un sistema de control para un equipo de ingenieros, usando la experticia de un operador humano. Este original plan, llevó a la creación de un *sistema basado en la teoría de decisión bayesiana*; un método de definición de probabilidades en situaciones inciertas que consideran eventos reales, para modificar predicciones acerca de futuros resultados (Zadeh, Lofti; Fu, K. S., Tanaka, K., Shimura, M., 1975), (Gutiérrez Ríos, Julio, 2005)

Los primeros éxitos concretos de la *Lógica borrosa* tuvieron lugar en Europa, pues el Ingeniero británico *Ebrahim Mamdani*, fue el primero en usarla en un *sistema de control práctico* y esto sucedió casi por accidente. También *Mamdani* produjo un controlador difuso basado en una combinación de lingüística y variables matemáticas. A finales de la década de los sesenta, dos ingenieros daneses, *Lauritz Peer* y *Jens Jurgen* desarrollaron el primer *sistema de control difuso comercial* para un horno de cemento; luego hicieron otro para un horno de frutas en Suecia y así lo aplicaron a otras esferas de la industria.

A su vez, esta nueva lógica enriquece el desarrollo de la inteligencia artificial, combinando la experticia humana con una serie de reglas lógicas muy efectivas, aprovechando las nuevas técnicas desarrolladas por *Lofti Zadeh*, es decir, algoritmos para análisis y toma de decisiones en sistemas complejos.

Uno de los grandes propulsores de los avances prácticos de la *Lógica borrosa* ha sido el japonés **Bart Kosko** (1960-) de la University of Southern California y del *Laboratory for Internacional Fuzzy Engineering Research*, quien ha logrado vincular esta lógica con decenas de teorías de avanzada, que tributan al torrente de los estudios de los sistemas complejos. De hecho, "... se debe a Bart Kosko la propuesta de un teorema con soluciones algebraicas para calcular la entropía de cualquier sistema borroso, y, en esta forma resolver las paradojas. El cálculo de la entropía borrosa, sirve para: "(...) saber en qué medida un conjunto presenta límites precisos entre sus elementos, o bien sus límites son difusos" (Cisneros, César, 2001, pág. 6)

Además, Kosko y sus colaboradores desarrollan investigaciones fundamentales y prácticas que han permitido concretar avanzados autómatas, robots y diferentes tecnologías de punta, que hoy están siendo utilizados en instituciones científicas, hospitalarias, en la vida pública y doméstica (Kosko, Bart, 1995)

Entre las *aplicaciones* más difundidas de la *Lógica borrosa* están *los sistemas artificiales difusos*, que pueden ser usados para estimaciones, toma de decisiones y mecanismos de sistemas de control como son: aires acondicionados, computadoras, equipos médicos (de ventilación asistida, de diagnóstico avanzados, tomógrafos, etc.), lavadoras domésticas, control de automóviles, edificios inteligentes, control de procesos robóticos industriales, aeronáutica, etc. De hecho, con solo dar un vistazo a nuestro alrededor se evidencia que **las aplicaciones de la Lógica difusa invaden todas las esferas de la vida social** ²¹⁵

En resumen, simultáneamente en las décadas de los años sesenta y setenta no solo aparecen, sino se comienzan a interrelacionar diferentes teorías revolucionarias, teniendo como centro la fundacional *Teoría del Caos* de Lorenz. Entre ellas han sido caracterizadas aquí: la *Teoría General de Sistemas* de Bertalanffy, los estudios de Prigogine sobre *las estructuras dinámicas disipativas*, la *Topología cualitativa* de nuevo tipo, iniciada por Smale, la cual fue enriquecida sustancialmente tanto por la *Teoría de las Catástrofes* de Thom, como por la *Geometría fractal* de Mandelbrot. A su vez, un especial significado para una flexible y cabal comprensión de *los sistemas dinámicos complejos* ha tenido la creación por Zadeh de la *Lógica borrosa*. Todas estas teorías siguen enriqueciendo los *Estudios transdisciplinarios* al pertrecharlos de un vasto arsenal de ideas, principios, nociones, conceptos y métodos que van conformando su emergente epistemología. Ahora bien, la profusión de teorías y enfoques hacen muy difícil el trabajo de sistematización, de manera que se precisa revelar los fundamentos epistemológicos comunes de todas estas contribuciones.

3.2. La emergente Epistemología transdisciplinaria de la Complejidad.

Precisamente, todas estas teorías y otras no descritas aquí tienen un valor epistemológico extraordinario para el estudio de la dinámica de *los sistemas complejos y su auto-organización, tanto de los sistemas biológicos, como los sociales* (Kauffman, Stuart A., 2003, pág. 14) Solo desde un emergente enfoque que enfatice la necesidad de tolerar, asimilar y comprender el caos, revelando el orden en el desorden, en lo irregular, en lo no lineal, en el azar, etc., es que se puede conocer y resolver problemas tan complejos como las oscilaciones, la turbulencia, la formación de estructuras complejas en todos los niveles del universo, el origen de la vida, sus procesos auto-sostenidos y de auto-reproducción, el funcionamiento del cerebro y de los demás órganos y subsistemas de todos los seres vivos, la evolución de las enfermedades y las epidemias, el equilibrio dinámico del eco-sistema terrestre, así como los sistemas sociales y sus complejos procesos organizativos y de auto-organización.

De hecho, hoy los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* están creando las herramientas cualitativas para comprender estos fenómenos e, incluso, ya hace algún tiempo se están diseñando autómatas de todo tipo que están funcionando bajo los principios de los *enfoques de la Complejidad*. Solo basta mirar los equipos médicos de tecnología de punta o algunos de los efectos electrodomésticos nuevos (computadoras, lavadoras, celulares, etc.), que tienen incorporado programas de control basados en la *no-linealidad, borrosidad, fractalidad, retroalimentación*, etc.

Aunque todas las teorías y corrientes han contribuido de una u otra manera a la construcción de *los fundamentos epistemológicos de la complejidad*, esto no significa que ya se haya elaborado una teoría o un enfoque epistemológicamente maduro, íntegro y coherente.

Precisamente todavía hoy, como resultado de la gran profusión de teorías y enfoques que se integran para gestar una nueva *Epistemología (emergente, en formación)*, se produce un peculiar y controvertido fenómeno, pues todavía la comunidad de *complexólogos* no se ha puesto de acuerdo con la propia denominación de este amplio campo de integración del saber. Por ello, sus iniciadores son “... *precursores de un pensamiento que, todavía hoy, cercanos a la expresión "casi un siglo después", no termina de construirse, empeñado quizás en una deconstrucción permanente para ser coherente con sus principios fundamentales*” (Andrade, Raiza, et. al., 2002, pág. 2)

Aquí se necesita una nueva salvedad. Es muy importante no caer en las falacias propias del paradigma neopositivista todavía imperante. “*El tránsito hacia un pensamiento complejo no implica meramente un cambio de paradigmas, sino que se trata de una transformación global de nuestra forma de experimentar el mundo, de co-construirlo en las interacciones, de producir y validar el conocimiento. La pretensión de “enchalecar” la complejidad en un paradigma o de pretender que se trata meramente de una nueva metodología, constituye un enfoque no sólo simplista sino peligroso de la complejidad*” (Najmánovich, Denise, 2002, pág. 1)

Son indispensables elaboraciones epistemológicas que aprovechen las emergencias teóricas que sintetizan y re-crean un nuevo lenguaje con *ideas, principios, términos, conceptos, métodos, técnicas y procedimientos*, que sean tanto reinterpretaciones como novedades transdisciplinares, provenientes de los esfuerzos de integración de las diferentes disciplinas, pues cada una por su lado no pueden ni comprender ni encontrar soluciones a los fenómenos complejos.

Por ello, en el orden epistemológico, todavía *hay discrepancias* en cuanto a la sistematización de sus elementos constitutivos, pero se puede reconocer ciertos ordenamientos didácticos:

- Denominaciones de los Estudios de la Complejidad.
- Teorías y Áreas de integración de conocimientos.
- Principios explicativos.
- Nociones, conceptos y propiedades del comportamiento complejo.
- Métodos, técnicas y procedimientos científicos no lineales.

Aquí solo se expondrán algunas ideas sobre estos asuntos. De hecho, son muy cuestionables aun las propias denominaciones de este amplio campo científico e intelectual, de manera que han existido en la literatura una gran cantidad de propuestas:

- *Ciencia no lineal* (Varios autores desde la década del 20, en especial en la URSS) ²¹⁶
- *Teoría del Caos* (Lorenz, Edward, 1963)
- *Tercera Ola o de la Epistemología integradora* (Toffler, Alvin, 1980)
- *Filosofía de la inestabilidad* (Prigogine, Ilya, 1989)

- *Galaxia Auto* (Dupuy, J.P., 1993)
- *Pensamiento complejo* (Morín, Edgar, 1994)
- *Sistemas Complejos o Complejidad* (Gell-Mann, Murray, 1998)
- *Constructivismo radical* (Von Foerster, Heinz, 1998) (**Anexo 11**)
- *Ciencias de la Complejidad* (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999)

La mayoría de los autores consideran que estos estudios están constituidos por “... *un magma de teorías procedentes de diversas disciplinas que convergen por diferentes vías en torno a un nuevo concepto de orden. Este paradigma emergente se caracteriza por apuntalar, frente al mecanicismo reduccionista, la imagen de un universo intrínsecamente creativo*” (Sanz, Bernardino Esteban, 2002, pág. 1)

Según lo expuesto hasta aquí, a esta área es preferible llamarle **Estudios de la Complejidad**. Para ello se toman en consideración varios argumentos:

1. Los **Estudios de la Complejidad** constituyen un colosal campo científico-intelectual de integración del saber, iniciado con la *Teoría del Caos* y enriquecido con otras teorías y creaciones, desarrolladas desde la década del sesenta gracias, primero, al vínculo creciente entre física, química, biología y matemáticas, así como a la posterior incorporación de otros estudios inter y transdisciplinarios, desde saberes sociales y humanísticos. Son, además, efectivos logros teóricos y prácticos, gracias a la creación de nuevos métodos y tecnologías de punta. Hoy estos estudios alcanzan cada vez mayor reconocimiento social y creciente institucionalización, pues, cuestionando y transformando los más establecidos preceptos de la ciencia moderna, logran fusionar estrategias de investigación de diferentes campos científicos, que les han permitido encontrar alternativas y soluciones a los más complejos problemas en diferentes esferas de la actividad humana (Espina Prieto, Mayra, 2003)
2. Este campo no es y ni siquiera aspira a ser una *Teoría de teorías* o una *Ciencia unificada*, sino ha sido desde sus inicios un espacio de trabajo cooperativo en equipo, que promueve la integración de saberes, a la vez que potencia las propias disciplinas.
3. Es decir, constituye más bien un sistema de enfoques de naturaleza holística, que recién comienza con la creación de una nueva *comunidad lingüística* y la consiguiente *reconstrucción e hibridación epistemológica y metodológica* que debe evolucionar de la *inter a la transdisciplina*. Estos son estudios emergentes desde diversas disciplinas científicas. Por ello, es lógico que “... *no podemos aún referirnos “a ello” como un corpus teórico unificado, ya que uno de sus elementos diferenciadores es el hecho de que científicos de reconocido prestigio (entre ellos varios premios Nobel) de ramas tan diversas como la biología, la química, las matemáticas o las ciencias sociales estén haciendo converger sus disciplinas en el estudio de “sistemas complejos”*” (Nuño Solinís, Roberto, 2005, pág. 361)

4. La gran diversidad de ideas, teorías y enfoques dificulta con creces el consenso terminológico y semántico necesario. De manera que en esta etapa tan incipiente de su desarrollo se produce cierto rechazo, por parte de la comunidad científica, al manejo de términos tan definitivos para englobarlos como *teoría* o *ciencia* y mucho menos en singular, pues pretender eso ya denota el típico apego a la racionalidad reduccionista heredada del positivismo.
5. Para intentar un acercamiento a ese *consenso necesario* se propone aquí un término más genérico y flexible como **Estudios**, pues se parte de la idea de que todavía *no se ha logrado la madurez epistemológica* que exige la coherencia y consistencia de la etapa de la *ciencia normal* (usando el lenguaje de *Thomas Kuhn*) También se tiene en cuenta experiencias exitosas en el uso de este término en otras áreas tan amplias de integración del saber, término este que ha facilitado el consenso, gracias a su rápida aceptación y legitimación sociales. Por ejemplo, *Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
6. No obstante, a que *la o las Epistemologías y las Metodologías de los Estudios de la Complejidad* *está todavía en elaboración*, ya se tiene la suficiente masa crítica para iniciar la sistematización de algunos de sus presupuestos teóricos fundamentales, es decir, *las ideas, principios y conceptos*, así como de muchos de los *nuevos métodos y herramientas* que ya se aplican con efectividad en las más disímiles áreas de la actividad social (Diegoli, Samantha, 2004), (Sotolongo, Pedro Luís, 2007a)
7. Este *nuevo lenguaje de comunicación* entre disciplinas debe enriquecerse con la migración, reformulación, fusión e *hibridación de nuevos conceptos*, métodos, técnicas y procedimientos, pues todavía tiene una alta sobredosis de términos predominantemente físicos, biológicos y matemáticos, así como herramientas metodológicas en incipiente elaboración, generalización y validación social.
8. Es *un proceso científico de integración* de sólida inspiración dialéctica que ya logra legitimarse e institucionalizarse, gracias, entre otras razones, a la creciente aplicación de sus conquistas teóricas en la solución de los problemas complejos en diversas esferas de la actividad humana (educación, salud, comunicaciones, industria, etc.)
9. Considerando *su dimensión cosmovisiva* se acepta con frecuencia en la comunidad académica el uso de términos más modestos como *Enfoque, Pensamiento, Perspectiva, Ideas* o *Nociones de la Complejidad*, los cuales ya tienen amplia aceptación, especialmente, en nuestro contexto latinoamericano. “*De un modo u otro, quienes empleamos estos términos para referirnos a la complejidad pensamos en la dimensión filosófico-cognoscitiva y transdisciplinar de las ideas que se formulan*” (Delgado Díaz, Carlos, 2002, pág. 24), (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2004)
10. En la literatura sobre el tema *ya existe una suficiente cantidad de textos generales* que intentan resumir e integrar la mayoría *de las teorías, enfoques, principios y conceptos sobre la Complejidad*, lo cual permite realizar un esfuerzo de sistematización como el propuesto aquí.

11. Entre esas fuentes se destacan autores de nuestra región, quienes enfatizamos más la necesidad de hacer una reinterpretación endógena de este profuso torrente, el cual está todavía atestado de *prejuicios occidental-centrista*, que subestiman con frecuencia las tradiciones ex-socialistas, asiática y latinoamericana en estos estudios. En verdad hoy se debe enfatizar más el contexto histórico cultural de los países de la denominada periferia (Morín, Edgar, 2010)

Sin embargo, para completar el análisis de los fundamentos epistemológicos de los *Estudios de la Complejidad* se precisa sistematizar los **principios, conceptos y propiedades (Anexo 12)**, pero es imposible tratarlos todos aquí por limitaciones de espacio. Ya se han podido mencionar y caracterizar algunos a lo largo de todo el texto y a continuación se reflexiona sobre su noción central.

En general, por *Complejidad* se entiende muchas cosas, las polémicas sobre este término son muy ricas hoy, se enfatizan diferentes aristas de la **noción de Complejidad**.²¹⁷ Muchos autores se cuestionan hasta el valor que pudiera tener una definición, pues más bien empobrecería nuestra comprensión de ella. De hecho, es una noción construida a lo largo de la historia de la integración del saber, por lo que se ha enriquecido con las contribuciones de las más disímiles áreas de conocimientos.

Considerando, ante todo, que no se deben olvidar las **seminales ideas** ²¹⁸ aquí desarrolladas, y, en especial, la platónica noción de la *Symploké* para comprender *lo complejo* como *ensamble o entretejido de cosas en dinámica conexión y desconexión*, se puede partir de su origen etimológico; es decir, “... el término ‘complejo’ viene del latino “*complexus*” que se deriva del verbo ‘*complector*’ (*complexus sum: estoy abrazado, enlazado por...* Términos españoles equivalentes son: *abrazar, entrelazar, envolver. De ahí se pasa al sentido de contener muchos elementos mutuamente relacionados*” (Rodríguez De Rivera, José, 2009, pág. 4)

Sin embargo, la *noción de Complejidad* está todavía en constante elaboración y supone *decenas de ideas, principios, términos y propiedades*, que están en creciente hibridación conceptual transdisciplinaria. De hecho, su esencia no es reductible a la simple complicación o enredo de elementos en calidad de problema, enigma o anomalía a resolver, pues lo complejo supone problemas, pero no todo problema es complejo (Rodríguez De Rivera, José, 2008, pág. 2). A su vez, tampoco supone, solo el desconocimiento o inseguridad del sujeto, en sus dimensiones psicológica y epistemológica (Moreno, Juan Carlos, 2002b, págs. 11-12), (González Moena, Sergio, 1999, págs. 59-73); en verdad, complejidad es eso, pero es mucho más que eso, pues presupone tener en cuenta el conjunto de ideas y propiedades, referidas en el texto y en los anexos. En fin, supone tener en cuenta toda la riqueza concreta de lo que se define como complejo (Binder, Philippe, 1999)

Varias son las premisas de las cuales se puede partir para la explicación de lo complejo, pues depende de los referentes filosóficos y científicos de quien intenta caracterizar la complejidad. Se sabe que en la literatura han aparecido decenas de definiciones matizadas cada una por el campo disciplinar **de quien la formula**.²¹⁹

En consecuencia, es preferible para este análisis seguir el hilo conductor de la propia evolución de los diversos referentes epistemológicos tratados aquí. De manera que no es ocioso retomar las ideas de la fundacional *Teoría del Caos* de Lorenz. Así pues, para una sensata aproximación epistémica a esta noción se debe privilegiar la continuidad enriquecedora que ha tenido el *concepto de Caos* con las posteriores contribuciones *transdisciplinarias* sobre la *noción de Complejidad* (Munné, Frederic, 1993), (Munné, Frederic, 1994), (Munné, Frederic, 1995), (Navarro, Pablo, 1997)

Por tanto, ello supone retomar los *seis rasgos* que caracterizan un **sistema caótico**: 1) su dinámica es inestable o *alejada del equilibrio*, 2) tiene *alta sensibilidad* a los cambios en las condiciones iniciales, que llevan al sistema a un comportamiento *errático, azaroso y probabilístico*, 3) genera *retro-alimentación y recursividad*, provocadas por las perturbaciones del entorno, 4) la *no-linealidad* es intrínseca, pero el caos tiende a ser determinista, pues es reducible a un conjunto finito de variables 5) es una mezcla de *orden y desorden* que genera *patrones de auto-organización*, 6) es más *predecible a corto que a mediano o largo plazo* (Gleick, James, 1988, págs. 30-50), (Navarro Cid, José, 2001, págs. 76-79), (Andrade, Raiza, et. al., 2002, págs. 4-10, 45-47)

Para avanzar más en su comprensión es preciso reconocer, primero, que el **Caos** es “... *una de las propiedades de aquello que caracterizamos como complejo*” (Navarro Cid, José, 2001, pág. 8), además, se deben revelar *otras propiedades* que evidencian el paso del concepto científico particular de *Caos* a la *noción epistemológica transdisciplinaria de Complejidad*.²²⁰ Ese tránsito ha sido posible no solo porque ha pasado suficiente tiempo de maduración en el proceso de integración efectiva del saber, sino también porque se ha logrado fertilizar cada vez más su sistematización epistemológica y filosófica.

Además, no se debe seguir los manidos esfuerzos positivistas de privilegiar o jerarquizar unas u *otras propiedades* en aras de argumentar tal o más cual interpretación de la **Complejidad**,²²¹ sino más bien sería juicioso revelar el carácter multidimensional, inagotable y creativo de la propia labor de sistematización de su o sus epistemologías. De manera que se deben considerar con el mismo valor epistémico todas las contribuciones al estudio de *los sistemas complejos*, ya sea desde la filosofía, las ciencias naturales y técnicas, así como desde las ciencias sociales y las humanidades, entre otros saberes que están acrisolando el torrente de los *Estudios de la Complejidad*.

Sin embargo, existe un cierto conceso en cuanto a que la **Complejidad** es un conjunto de propiedades que denotan la condiciones de existencia de la realidad, reveladas como la tendencia del caos al orden en el entramado proceso de interrelaciones entre los *sistemas dinámicos* y su *entorno*, los cuales funcionan *alejados del equilibrio* (al borde del caos), fluctúan con *singular autonomía* y *cierta estabilidad*, no obstante a que su comportamiento sea *no-lineal, azaroso, impredecible, borroso, fractal, retroactivo, retroalimentado, etc.* La **Complejidad** se expresa también como *emergentes redes-rizomas, anidadas en micro, media y macro*

escalas de la realidad. Además, en sus formas biológica y social, el *sistema complejo* tiende a la *auto-organización*, lo que le permite elevar su *robustez* adaptativa, identitaria y desarrolladora, pues puede transformarse a sí mismo y al propio *entorno*. En fin, la comprensión de la complejidad sería incompleta si no se toma en cuenta el arsenal de principios, conceptos y propiedades, vinculados a ella, muchos de los cuales ya han sido al menos referidos aquí. Hay autores que enfatizan más otras propiedades (Navarro, Pablo, 1997, págs. 4-8), (Velilla, Marco Antonio (Comp.), 2002), (Nuño Solinís, Roberto, 2005, págs. 3-6)

En verdad, tanto el lenguaje de la complejidad, como sus métodos y técnicas en creciente elaboración, han sido y están siendo fruto de un intenso y difícil proceso de integración y se desarrollan novedosas aplicaciones, que, esencialmente, se mueven *de la inter a la transdisciplinariedad*,

Entre estas aplicaciones se destacan las conquistas de la *Lógica borrosa*, la *Imaginología fractal* y la *nueva Topología funcional*, las cuales revolucionan los estudios de diagnóstico y predicción, que ya están siendo incorporados en los equipos de alta tecnología médica, aeronáutica, cosmonáutica, robótica industrial y equipamiento doméstico. Así también, ya tienen indiscutibles éxitos las aplicaciones de los análisis matemáticos no-lineales en el estudio de tendencias de comportamiento de sistemas complejos, a través del registro y análisis de sus series de tiempo para mejorar el pronóstico, pues constituye una valiosa información para la toma de decisiones, de aquí su importancia creciente para la dirección organizacional.

Por ejemplo, es muy efectiva para que los directivos administrativos y políticos planeen y adopten medidas concretas para resolver situaciones de desastres naturales, epidemias, catástrofes industriales y toda suerte de eventos adversos en la vida social.

En el área de la educación este proceso ha tenido sus particularidades, pues no solo está siendo enriquecida con las contribuciones concretas de las Ciencias de la Complejidad, mediante la renovación de los fundamentos teóricos y prácticos de las disciplinas y asignaturas, sino también se están elaborando metodologías integradoras de enfoques cualitativos, como las de *Autómatas celulares* y de la *Lógica borrosa*, que utilizan modelaciones y simulaciones matemáticas no-lineales para el diagnóstico de los fenómenos educativos y la búsqueda de soluciones más sostenibles a sus problemas (Romero Pérez, Clara, 2008)

Se puede afirmar que ya se está creando todo un nuevo lenguaje, con algunos elementos nuevos y otros renovados y redimensionados, para el estudio de los fenómenos psico-pedagógicos de la personalidad y de las organizaciones sociales. Por ejemplo, entre los términos más conocidos están los siguientes: *reflexividad*, *auto-referencia*, *restricciones posibilitantes*, *retro-alimentación*, *meta-cognición*, *emergencia*, *resiliencia*, *contextualidad compleja*, *sentido personal*, *rizomas descentralizados*, *auto-similaridad*, *omnijetividad*, *patrones de interacción social*, *mixtura identitaria*, *auto-poiesis*, *auto-organización*, *planificación creativa*, entre otras.

En consecuencia, resulta indispensable aprovechar todas estas contribuciones aquí resumidas (incluyendo las notas finales y anexos) para poder *sistematizar los fundamentos epistemológicos para la construcción de una*

Educación Transdisciplinaria en Cuba, pues desde esta nueva visión sobre el conocimiento científico se podrá actualizar los fundamentos que hoy sustentan la formación y superación de los profesionales en el país.

Ahora bien, “... es necesario, en efecto, darse cuenta de que es muy difícil y que no es una tarea individual; es una tarea que necesitaría el encuentro, el intercambio, entre todos los investigadores y universitarios que trabajan en dominios disjuntos” (Morín, Edgar, 1994, pág. 20)

El trabajo de sistematización teórica de este tipo de educación en Cuba sola ha comenzado y supone un esfuerzo colectivo colosal. Por tanto, es muy importante sensibilizar a los investigadores, profesores y directivos de la educación superior con esta situación y promover el estudio de las experiencias en otras partes del mundo en el terreno de la introducción de los *paradigmas emergentes* en la educación.

3.3. Nuevos paradigmas en la Educación: algunas experiencias internacionales.

En el último medio siglo el desarrollo de la integración del saber ha permitido todos esos avances inter y transdisciplinarios, expuestos y sistematizado aquí. En muchas partes del mundo, esas conquistas han sido introducidas y aplicadas, desde hace más de dos décadas, en las más disímiles esferas de la vida social. De hecho, decenas de premios Nobel e instituciones académicas de excelencia no solo gestaron esos *paradigmas emergentes*, sino que se han dedicado a la titánica labor de introducirlos y aplicarlos, en especial, en el plano de la educación.

Como se sabe para que el conocimiento científico se introduzca y generalice en la educación es indispensable un proceso de confirmación investigativa teórica y experimental que propicie, *primero*, la maduración epistemológica de los fundamentos de la teoría (ciencia normal) y *luego*, el arreglo didáctico de sistematización de sus fundamentos, así como la elaboración de los métodos, técnicas, medios y procedimientos necesarios para su socialización pedagógica.

Además, se precisa adecuar los propios arreglos didácticos de estas novedades a las particularidades de divulgación en los medios de difusión masiva, para propiciar su socialización y popularización efectivas.

Por ejemplo, en los *Estados Unidos* se han desarrollado, introducido y generalizado estos avances en diversas instituciones científicas y universidades, entre las que se destaca el Instituto de Sistemas Complejos de Nuevo México, donde trabajaron, desde la década del sesenta, eminentes investigadores encabezados por Murray Gell-man, Christopher Langton, John Holland, Brian Arthur, Stuart Kauffman, Jack Cowan, Doyne Farmer, entre otros, quienes lideraron eventos internacionales, becas y programas de superación e integración interdisciplinaria en torno al estudio de los sistemas complejos, para investigadores y profesores de otras universidades y centros de investigación del mundo.

Así también, los estudios de la complejidad y demás *paradigmas emergentes* se han difundido por los Centros para el Estudio de Sistemas No Lineales de las Universidades de Nuevo México, de Santa Cruz, Berkeley y

Davis en California, Arizona, Washington en Saint Louis, el Centro para la Investigación de Sistemas Complejos del Instituto Beckmann adscrito a la Universidad de Illinois, las Universidades de Urbana, Harvard, Maryland, Milwaukee, Boston, el Instituto Salk de Estudios Biológicos de San Diego, donde estuvo como profesor invitado Edgar Morín en 1969 y que le permitió conocer la obra de Gregory Bateson, John Hunt, Jacques Monod, Henri Atlan, John von Neumann y Heinz von Foerster, entre otros investigadores, Más recientemente en las últimas dos décadas, no solo las teorías concretas, sino el enfoque transdisciplinario de la complejidad se han estado aplicando en el área de la educación en decenas de universidades estadounidenses. Es muy significativo el hecho de que los procesos de integración de los paradigmas han estado muy limitados por las particularidades de la sociedad norteamericana y de la vida académica de ese multinacional país, donde la competencia y otros fenómenos de aislamiento gremial e institucional dificultan la integración efectiva de los *paradigmas emergentes* hacia una educación de tipo transdisciplinaria.

No obstante, en los Estados Unidos se han dado pasos importantes en la introducción de todas esas novedades en la educación. Entre los profesores más conocidos están: Alicia Juarrero (fiel y entusiasta colaboradora de la Complejidad en Cuba), Carl Rubino, Robert Ulanowicz, William Bechtel, Carole McKenzie, Kim James, Alex Bennet, David Bennet, J. Brownlee, N. Purdie, G. Boulton-Lewis, entre otros.

En *España* en las últimas dos décadas se ha desarrollado mayormente una ofensiva en los estudios sociológicos y psicológicos sobre la dirección organizacional en la educación superior desde la perspectiva de la complejidad, iniciada por Jesús Ibáñez y continuada por varios profesores de diferentes universidades. Especial desarrollo han tenido las aplicaciones del proyecto integral de los Estudios de la Complejidad en las ciencias del comportamiento, liderado por los doctores Federic Munné Matamala, Santiago De Quijano y Federico Javaloy Mazón en la Universidad de Barcelona, en la cual desarrollaron sus doctorados sobre dirección organizacional Samantha Diegoli, José Navarro Cid y Magi Panyella Roses, entre otros.

Se debe reconocer además “... el trabajo pionero de la Fundación BIO en Euskadi con el desarrollo de la cátedra de innovación “EO2: Ezagutzan Oinarrutariko Osasuna” (Organización Sanitaria como empresa del conocimiento), en la que se estudia la transformación organizativa en Servicios Hospitalarios basada en el uso de los principios emergentes de la teoría de la complejidad” (Nuño Solinís, Roberto, 2005, pág. 368)

Algunas teorías concretas están teniendo aplicaciones crecientes en la educación española. Por ejemplo, son muy prometedores los trabajos sobre aplicaciones fractales en la enseñanza de la informática y la música, realizados por el Grupo de Reconocimiento de Formas e Inteligencia Artificial del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Alicante.

Otras universidades españolas han desarrollado de manera cada vez más intensiva los estudios sobre los *paradigmas emergentes* y realizan esfuerzos de integración hacia una *Educación Transdisciplinaria*, se diseminan los centros de estudios y cátedras sobre transdisciplina y complejidad pero los esfuerzos se

concentran más en los estudios de los paradigmas propiamente que en su integración y adecuación al trabajo educativo. Aunque no es la tendencia predominante, se destaca en esta dirección los trabajos de Clara Romero Pérez y José Rodríguez De Rivera, quienes realizan esfuerzos de sistematización de los *paradigmas emergentes* y su consecuente aplicación transdisciplinaria a los procesos educativos.

La UNESCO desarrolla una estrategia global de difundir la *Educación Transdisciplinaria*, mediante la creación de las Cátedras de Pensamiento Complejo, lideradas por Edgar Morín y sus seguidores. En Iberoamérica la difusión de esa estrategia es acelerada y ha tenido una magnífica recepción por los gobiernos y autoridades educacionales de casi todos los países. En el último lustro han proliferado los intentos de introducir y aplicar en la educación superior las novedades de los *paradigmas epistemológicos emergentes* en general y de los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* en particular.

En México se percibe la gran influencia de la obra y la acción personal de *Edgar Morín*, pues se hace patente hasta en el nombre de la Multiversidad Mundo Real “*Edgar Morín*” de la ciudad de Hermosillo con todo un nuevo diseño curricular fundado en las ideas de la complejidad, donde también han estado colaborando varios profesores cubanos, entre ellos el destacado complexólogo Carlos Delgado Díaz de la Universidad de la Habana (Delgado Díaz, Carlos, 2006) Además, esa influencia se ha expresado en los trabajos de dirección organizacional del Tecnológico de Monterrey (Cornejo Álvarez, Alfonso, 1993), (Vildosola Reyes, Luís, 2003), (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004), así como en la Escuela de Graduados de la Normal Superior “*Moisés Sáenz Garza*” del Estado de Nuevo León, donde también se han realizado transformaciones curriculares a partir de las perspectivas de los nuevos *paradigmas emergentes*, con especial énfasis no solo en el pensamiento de Edgar Morín, sino en los enfoques hermenéutico y constructivista (García J. Eduardo, 2004), (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 10)

En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), se tienen experiencias de investigación inter y transdisciplinarias, así como aplicaciones curriculares de pre y postgrado a partir de los resultados científicos del Proyecto de Integración de las Ciencias, liderado por su ex Rector el Dr. Pablo González Casanova, quienes han realizado una fuerte labor de divulgación de los *paradigmas emergentes* a través de la Revista Metapolítica (González Casanova, Pablo, 2004).

Así también, en la Universidad Autónoma de la Ciudad de México (UACM) en conjunto con el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM, a cargo de Rafael Pérez Taylor y con el Cuerpo Académico de Análisis del Discurso y Semiótica de la Cultura, dirigido por la profesora brasileño-mexicana Julieta Haidar de la Escuela Nacional de Antropología e Historia (ENAH), se realiza hace ya varios años actividades de postgrado sobre los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad Humana, coordinados por Graciela Sánchez Guevara. Este grupo ya ha participado en los Eventos bienales efectuados en Cuba.

Recientemente, salió a la luz una magnífica compilación conjunta realizada por el investigador mexicano José Félix García Rodríguez de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (doctorado en la Universidad de la Habana) y el profesor camagüeyano José Betancourt Betancourt, coordinador de proyectos del **Centro de Medicina y Complejidad**,²²² que reúne varios artículos sobre los fundamentos y la aplicación de los Estudios de la Complejidad en la esfera de la salud (García Rodríguez, José Félix y Betancourt, José, 2010)

En Colombia se destaca, desde hace casi dos décadas, una profusa vanguardia académica en la educación superior dedicada a los *Estudios de la Complejidad*, liderada, desde diferentes perspectivas e instituciones, por Carlos Eduardo Maldonado, Marco Antonio Velilla, Juan Carlos Moreno, Nelson Vallejo Gómez, Sergio González Moena, Dora Inés Arroyave, Virgilio Niño, Raúl Gómez Marín, Jorge Sandoval París, Luis Enrique Ruiz, Javier Andrés Jiménez, José Rozo Gata, Sergio Néstor Osorio, Luís Fernando Marín, Luís Enrique Ruiz, Sandra Liliana Londoño, Yuri Romero Picón, Ernesto Lleras Manrique, Eduardo Domínguez Gómez, entre otros. Para tener una visión general de los avances en Colombia sobre estos estudios se pueden consultar dos compilaciones muy representativas de la obra de estos autores: (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999) y (Velilla, Marco Antonio (Comp.), 2002)

De hecho, en Colombia se ha producido un peculiar proceso de eclosión del Pensamiento de la Complejidad en los centros de investigación y en la educación superior, iniciado y catalizado por las visitas de *Edgar Morín* (1997 y 2002) y *Fernando Savater*, así como por la aparición de la magnífica compilación de artículos realizada por Marco Antonio Velilla y sus colaboradores titulada: *“Manual de Iniciación Pedagógica al Pensamiento Complejo”*, que fuera patrocinada por la naciente Corporación para el Desarrollo Complexus, el Instituto Colombiano de Fomento de la Educación Superior (ICFES) y la Oficina Regional de Información y Comunicación y de Representación de la UNESCO para Ecuador, Venezuela y Colombia.

Es muy interesante la afirmación que se realiza en la presentación del libro coordinado por Marco Antonio Velilla, Director Ejecutivo de Complexus, pues denota los naturales y enormes escollos que la academia colombiana tuvo que vencer para difundir estos estudios en el país, especialmente, la resistencia al cambio en el orden mental o paradigmático: *“Diferentes motivos impidieron que la primera visita efectuada por el profesor Edgar Morín a Colombia en agosto del año de 1997, pudiera tener una mayor despliegue y repercusión en el sector educativo y en la intelectualidad colombiana. Sólo unas pocas personas tuvieron la ocasión de escucharlo en dos seminarios, organizados, en aquel entonces gracias a los esfuerzos individuales de la Universidad Pontificia Bolivariana y la Universidad de la Salle. Esta visita generó en algunos de nosotros el propósito de una nueva visita, que ya no se limitara a unas conferencias por parte del profesor Morín, sino de una empresa mayor: que invitara a la reflexión y transformación del pensamiento colombiano, y en la que se pudiera proyectar una estrategia innovadora y ambiciosa para beneficio nacional”* (Velilla, Marco Antonio (Comp.), 2002, pág. 8)

Es muy importante aprender de las experiencias de otras naciones en este proceso de socialización de los avances científicos, especialmente, si se toma en consideración la cercanía cultural con Colombia. Por ello, se puede afirmar que en Cuba esta etapa de la batalla paradigmática solo ha comenzado y tiene sus peculiaridades (ventajas y desventajas), asociadas a la realidad socio-política de la presente “actualización” de la económica cubana en incipiente transformación renovadora, a la cual mucho pudiera contribuir los *paradigmas emergentes* y, particularmente, los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*.

Parece que la historia se repite aquí, pues la visita de *Edgar Morin* y de decenas de eminentes estudiosos de la Complejidad a Cuba (*Grégoire Nicolis, Stuart Kauffman, Fritjof Capra, Charles Francois, Brian Goodwin, Carl Rubino*, por solo mencionar algunos), en los marcos de los Eventos Internacionales organizados por Pedro Luís Sotolongo, también ha sido ignorada o subestimada por las autoridades educacionales y políticas del país,²²³ incluso, aquí esta indiferencia ha durado demasiado tiempo, toda una década. En verdad, la presencia y contribuciones de esas personalidades no ha ejercido la necesaria repercusión epistemológica en la intelectualidad cubana, especialmente, entre los directivos y asesores de la educación superior cubana.

En *Chile* existe hace ya más de dos décadas una destacada vanguardia académica en el estudio de los *paradigmas emergentes*, especialmente, se han difundido mucho los Estudios CTS, de la Complejidad y el Constructivismo. En varias universidades se han estado introduciendo sus avances, además existen decenas de publicaciones científicas y se convocan eventos científicos sistemáticos sobre todas las áreas de integración del saber.

De hecho, no obstante a que en Chile existe una masa crítica grande, para pasar de la teorización sobre estos paradigmas a su introducción en la práctica académica e investigativa, todavía no han podido lograr una verdadera integración institucional en el nivel de la educación superior. Esto ha sido reconocido por los propios chilenos. Aunque, “... *el fenómeno de la convergencia y colaboración en el sistema universitario chileno ha sido investigado desde enfoques de gestión y política universitaria a nivel institucional (Salazar 2003, Cáceres, Cristi 2003), no obstante, los fundamentos paradigmáticos para la convergencia epistemológica de diversas disciplinas, a nivel intra-interuniversitario y su proyección institucional y curricular, siguen siendo escasamente investigados desde programas formales y transversales en Chile*” (Oliva Figueroa, I., 2008, p. 4)

En fin, en **varios países de la región** ²²⁴ se ha desarrollado una fuerte tradición académico-investigativa sobre los *paradigmas emergentes* y sus aplicaciones a la educación. Sin embargo, ha resultado muy difícil la generalización de las propuestas de integración, debido, entre otras razones, por no tener una política oficial a nivel nacional que estandarice los programas de estudios, pues el neoliberalismo ha impactado con tal fuerza que la educación se ha atomizado y desarticulado de las estrategias estatales de desarrollo.

Otras instituciones académicas latinoamericanas que se destacan en la introducción de los *paradigmas emergentes* en la educación son: el Instituto Peruano de Pensamiento Complejo “Edgar Morin” (Salina

Gamero, Teresa, 2001), en el Instituto Internacional de Pensamiento Complejo de la Universidad de El Salvador (Motta, Raúl, 2000a), en la Universidad Interamericana de Educación a Distancia de Panamá (Andrade, Raiza, et. al., 2002), en la Comunidad virtual de Pensamiento Complejo y en varias instituciones académicas de Argentina, donde se realizan investigaciones prometedoras sobre los *paradigmas emergentes* y sus aplicaciones en la educación superior (Fried Schnitman, Dora (ed.), 1994), (Najmánovich, Denise, 2002), (Herrscher, Enrique G., 2003), (Herrscher, Enrique, 2007)

3.4. La Educación Transdisciplinaria: fundamentos para su construcción en Cuba.

Aunque en este trabajo no es menester tratar *el origen y desarrollo de la Educación en general*, así como tampoco realizar una crítica detallada de sus bases teóricas y, en especial, del *concepto de Educación*, en verdad, se precisa al menos caracterizar algunos de sus rasgos más esenciales y revelar su naturaleza socio-cultural compleja, que ya está exigiendo cada vez más el paso del enfoque inter al transdisciplinario.

En la última década se ha tratado de comprender la educación desde un enfoque más integral, por ejemplo, el profesor mexicano *Isaías Herrera Torres*, en su tesis doctoral (defendida en la Universidad de la Habana), trata la educación desde diferentes referentes, enfatizando su dimensión socio-cultural. Para ello comienza por un detallado estudio sobre su evolución histórica y polemiza utilizando las definiciones más connotadas.

Este autor parte de las nociones más tradicionales que enfatizan la idea de que el *concepto de Educación* debe tratarse considerando sus tres formas lógicas: *nominal, descriptiva y real*. Así también, sugiere que se debe valorar su significado para cada época histórica, ampliando su comprensión de la educación, tomando en cuenta otros referentes más interdisciplinarios: *conceptual, fáctico, posicional, fenomenológico, socio-históricos* (Fermoso Estébanez, Paciano, 1988, págs. 34-42) Además, se pudieran incluir otros aspectos más como: *dialéctico, hermenéutico, constructivista, semiótico*, etc. (Colom, Cañellas, A.J.. y Núñez, L., 2001)

Desde esta perspectiva integradora y subrayando su dimensión científica es muy atinada la definición que considera a la *Educación* como “... un proceso continuo y permanente, orientado a la formación y desarrollo de la cultura científica, que contribuya a preparar al hombre para la vida, fundamentalmente con conocimientos científicos vinculados al desarrollo social, de procedimientos y habilidades necesarios para su autoeducación y valores éticos acordes a las necesidades sociales” (UNESCO, 2002, pág. 12)

Así también, varios autores cubanos han sistematizado el **concepto de Educación** ²²⁵ y mayormente privilegian su enfoque histórico-cultural, por lo que se considera a la *Educación* como: “... el conjunto de influencias recíprocas que se establecen entre el individuo y la sociedad, con el fin de lograr su inserción plena en ella, o sea, la socialización del sujeto [...]. La educación se refiere tanto a la asimilación y reproducción de los contenidos humanos esenciales, como a toda la práctica social en su conjunto, desde una posición de clase y en un marco histórico concreto” (Blanco Pérez, Antonio, et. al., 2003, pág. 23)

Siguiendo esta tesis de la naturaleza histórico-cultural de la educación, *Herrera* comparte la idea de *Mayer* (1967) de que en la *noción de Educación* se debe reconocer que, ante todo, es el reflejo de la estructura socio-económica de cada realidad concreta, de sus creencias religiosas, costumbres, ideales políticos, filosóficos, éticos, etc. (Mayer Frederik, 1967) Así también, *Herrera* brinda reflexiones enriquecedoras desde *las perspectivas constructivista* y del *Pensamiento complejo* de *Edgar Morín*, muy valiosas para promover los enfoques cultural y transdisciplinario que necesita la educación cubana hoy (Herrera Torres, Isaías, 2008)

Sin embargo, en la academia cubana se le ha prestado poca atención o no se ha advertido el especial significado que tiene el enfoque que subyace en la siguiente sentencia: “...*toda educación auténtica es aquella que ayuda al hombre a crearse a sí mismo... Educación es todo proceso de influencia, de configuración o de desarrollo del hombre, al mismo tiempo que el efecto de esa influencia, de esa configuración o de ese desarrollo*” (Chávez Rodríguez, Justo, 2008, pág. 2)

Es evidente que Chávez subraya la *auto-educación* (auto-organización en el proceso metacognitivo) y su impacto en la vida social, es decir, la relación del proceso *auto-organizativo* del *sistema* singular (de la personalidad) en y con los *sistemas que conforman el entorno* social. Es decir, el autor enfatiza la necesidad no solo de transformarse a sí mismo, sino de cambiar y modificar el entorno o los sistemas inmediatos en los que está embebido el individuo en sus: micro, medio (meso) y macro escalas.

Esta reflexión de Chávez pudiera ser o no ex profeso, como fruto de la aplicación de un enfoque dialéctico-complejo de la educación, pero lo más importante es que está expresado implícitamente, pues aunque el autor no hace uso de la terminología de la complejidad, su proximidad conceptual es evidente.

Esto demuestra que urge acelerar el proceso de introducción de los estudios transdisciplinarios en la educación cubana, para comprender a la sociedad, la educación, la personalidad y los colectivos humanos como sistemas dinámicos complejos. Para ello se debe asumir que *la sociedad y la educación tienen que ser radicalmente transformadas*, pues tanto su actual estructura de redes jerárquicas deben ser sustituidas por rizomas sociales de participación democrática real, así como su funcionamiento todavía atado a las inercias dominantes de la burocracia debe dar paso a la efervescencia creativa de los jóvenes.

Así también, se debe partir de la tesis marxista de la determinación de los antecedentes y fundamentos económicos, políticos, sociológicos, psicológicos, etc., que han condicionado hace medio siglo los radicales cambios en las relaciones sociales a nivel global y regional, pero que en Cuba solo ahora germinan.

Esas condicionantes históricas se pueden encontrar en varias fuentes, pero especialmente en las obras, poco divulgadas en Cuba, de investigadores, que se han dedicado al desarrollo de disciplinas aplicadas como **sociología y psicología del trabajo y de la dirección organizacional**,²²⁶ quienes han sometido a crítica el modelo tradicional de organización productiva nacido con la modernidad, el cual dejó una negativa huella, pues, desde entonces, “... *toda la jerarquía administrativa docente siguió, al desarrollarse, el modelo de la*

burocracia industrial. La propia organización del conocimiento en disciplinas permanentes se fundó sobre presupuestos industriales” (Toffler, Alvin, 1973/1998, pág. 283)

Por ello, Warren Bennis consideró que uno de los engendros más nefastos de la modernidad fue la *burocracia*, pues ese estrato social conservador y oportunista de dominación perpetuado, se ha caracterizado por la exageración o abuso de la *permanencia*, la *jerarquía* (autoridad) y la *división del trabajo*, todo lo cual apuntaló, precisamente, uno de los rasgos más típico de la racionalidad moderna: **el enfoque disciplinar en la ciencia y en la educación.**²²⁷

Sin embargo, en el último medio siglo se están produciendo vertiginosos cambios en todas las esferas y escalas de las *relaciones sociales*, especialmente, en *sus dimensiones esenciales*, a lo que Toffler llama *flujo de la situación social o de la trama de la experiencia social*, Esas dimensiones son: 1) *las cosas* (objetos, fenómenos y hechos), 2) *lugar*, 3) *personas* (agentes-actores), 4) *red de relaciones en la organización* (contexto), 5) *la información y las ideas*, 6) *el tiempo*, es decir, la duración del tiempo, entendida por *transitoriedad* (fugacidad) como premisa para la adaptación al cambio (Toffler, Alvin, 1973/1998, pág. 23)

Precisamente, ante los cambios radicales que está imponiendo la *globalización* y con ella la *Nueva Revolución del Saber* se hace impostergable: “... *imaginar nuevos reguladores personales y sociales del cambio... un conjunto de estrategias creadoras para moldear, desviar, acelerar o retrasar selectivamente el cambio. El individuo necesita nuevos principios para orientar y planear su vida, junto con un tipo de educación radicalmente nuevo*” (Toffler, Alvin, 1973/1998, pág. 264)

En las últimas décadas también en la literatura sobre las Ciencias de la Educación se ha caracterizado la crisis epistemológica de los diversos paradigmas disciplinares, enfatizándose varias carencias y limitaciones tales como: 1) marcadas influencias ideológicas, 2) diversidad de enfoques disciplinares y centrados sobre el aprendizaje (reproductivo, por objetivos, problémico, investigativo, por las TICs, en valores, por competencias, etc.), que impiden o a lo sumo simulan su integración, 3) pobre desarrollo acumulativo de conocimientos, 4) falta de un aparato conceptual y categorial integrador, 5) separación entre el desarrollo teórico y la experimentación (Tristá Pérez, Boris, 2010)

Posibles soluciones a estas dificultades sobre la construcción teórico-metodológica y la consecuente integración de las Ciencias de la Educación, ya están emergiendo de los nuevos enfoques epistemológicos holístico, sistémico, hermenéutico, constructivista y de la complejidad, que se intentan reelaborar y aplicar a la educación. Todos ellos se orientan a la promoción y desarrollo de la forma superior de integración del saber: la *transdisciplinariedad*, ya que intentan asumir y elaborar principios, conceptos y categorías de naturaleza más flexible, es decir, migratorios, híbridos y redimensionados, privilegiando el estudio de fenómenos antes poco atendidos como: *cambio, no linealidad, caos, azar, incertidumbre, emergencia, borrosidad, fractalidad, retroalimentación, auto-organización*, entre otras. Por tanto, desde estas novedades la educación es

comprendida como *un conjunto de sistemas dinámicos complejos*, anidados unos dentro de otros, tales como: *personalidad, organización* (familia, escuela, comunidad, empresa, etc.) y *sociedad* (Dieterich, Heinz, 2005)

Precisamente, siguiendo esta idea han surgido ya denominaciones desde hace varias décadas, controvertidas por cierto, pero prometedoras a la vez, tales como: *Pedagogía sistémica* (Colom Cañellas, A.J., 1982), (Castillejo, J.L.; Colom, A.J. (Eds.), 1987), *Pedagogía de la complejidad* (Banathy, B., 1991, 1992), (Lipman, Mathew, 1997), *Educación fractal* (De Rosnay. J., 1996), *Educación integradora* (Lerbet, G., 1995), (Arroyave, Dora Inés, 1998), *Pedagogía caótica* (Vega Mancera, F., 2003), *Educación transcompleja* (González Velasco, Juan Miguel, 2010), *Educación del pensamiento complejo* (Morín, Edgar, 1999), (González Moena, Sergio (Comp.), 1997), entre otras (Romero Pérez, Clara, 2008)

Mientras tanto, en Cuba al parecer los complexólogos no han tenido tamaña pretensiones para etiquetar esa nueva perspectiva de estudio de la educación como fenómeno complejo. Más bien se está prefiriendo denominarla de un modo más humilde y flexible como: *Educación Transdisciplinaria*, denotando, más que todo, su vocación por la integración o *Diálogo de Saberes*.

Sean estas denominaciones plausibles o no, lo más importante es tener una comprensión renovada de la educación, por ello es preciso asumir no solo de palabra sino de hecho el insistido eslogan de *la necesidad del cambio hacia una integración transdisciplinaria del saber*.

Precisamente, para comprender el estado actual de los avances en esa dirección, se debe admitir que: "... en la última década, ha aparecido un "movimiento" intelectual y académico denominado "**transdisciplinarietà**", el cual desea ir "más allá" (trans), no sólo de la unidisciplinarietà, sino también, de la multidisciplinarietà y de la interdisciplinarietà" (Martínez Miguélez, Miguel, 2002, pág. 13)

En honor a la verdad, los estudios sobre la integración del saber con sus diferentes prefijos asociados al término disciplina (multi, poli, inter, trans, meta, etc.) se están realizando con mayor o menor fuerza desde la década de los años setenta. Incluso antes, pues Geoffrey Chew en la década del sesenta anticipó que "... la ciencia del futuro podrá consistir en un mosaico de teorías y modelos entrelazados al estilo «**bootstrap**»" (Chew, Geoffrey, 1968), tomado de (Capra, Fritjof, 1996, pág. 58)

Pero, afortunadamente, hoy estos estudios han reverdecido laureles gracias a los procesos de integración en el que se encuentran todos estos *paradigmas emergentes* de la *Nueva Revolución del Saber* en general y de los *Estudios de la Complejidad* en particular. Es decir, que la Transdisciplinarietà está siendo construida desde estas perspectivas integradoras y se concibe como *el nivel superior, más complejo y eficiente de interacción y auto-organización de varias disciplinas, con alto grado de cooperación en rizoma (red no jerárquica, sino distribuida), coordinación en base a objetivos comunes participativamente elaborados, en el cual se logra construir un lenguaje común híbrido y una epistemología nueva, que establece una visión estratégica transversal común (atraviesa todas las disciplina) como base de un proyecto de transformación*

consciente y creativo con metodologías más flexibles y viables, con alto nivel de solución sostenible de problemas complejos concretos.

Por tanto, hoy se está exhortando al **cambio de la inter a la transdisciplinariedad**. Es decir, siguiendo la idea de indiscutibles precursores que abogan por los necesarios cambios paradigmáticos, “... lo que necesitamos no son grupos interdisciplinarios, sino conceptos transdisciplinarios, o sea conceptos que sirvan para unificar el conocimiento por ser aplicables en áreas que superan las trincheras que tradicionalmente delimitan las fronteras académicas” (Checkland, Peter, 1981), tomado de: (Francois, Charles, 2009, pág. 4)

A su vez, ya se reconoce que el enfoque o “... **espíritu transdisciplinario** es reciente y más difícil de alcanzar que el multidisciplinario y el interdisciplinario. Va más allá de las disciplinas, sin atentar contra el desarrollo de cada una de ellas, persigue la multiplicidad de perspectivas y una completa integración de la teoría y la práctica. Aspira a crear un marco epistémico amplio que integre postulados y principios básicos, perspectivas o enfoques, procesos metodológicos, instrumentos conceptuales, etc.” (Varona Domínguez, Freddy, 2008a, pág. 37)

Ideas similares se pueden encontrar en otros autores, ya se trabaja en la sistematización teórica y en algunas propuestas metodológicas transdisciplinarias concretas. Por ejemplo, Basarab Nicolescu estima que: “... los tres pilares de la transdisciplinariedad -los niveles de Realidad, la lógica del tercero incluido y la complejidad- determinan la metodología de la investigación transdisciplinaria” (Nicolescu, Basarab, 1999, pág. 4)

En verdad, puede afirmarse que, aunque ya se tienen avances indiscutibles en esta forma superior de integración del saber, la investigación transdisciplinaria “... está constituida por una completa integración teórica y práctica. En ella, los participantes trascienden las propias disciplinas... logrando crear un nuevo mapa cognitivo común sobre el problema en cuestión, es decir, llegan a compartir un marco epistémico amplio y una cierta meta-metodología que les sirven para integrar conceptualmente las diferentes orientaciones de sus análisis” (Martínez Miguélez, Miguel, 2009, pág. 17)

En síntesis, la **Transdisciplinariedad** es la forma superior de integración del saber, donde se trata de construir una nueva epistemología, más bien fruto de la hibridación de los lenguajes y métodos de las disciplinas que participan con un alto nivel de colaboración y protagonismo distribuido, fomentado por un liderazgo natural nacido de la base y con propuestas de soluciones sostenibles y duraderas para los complejos problemas que demandan ese tipo superior de integración y organización del saber. Es, en esencia, un inédito proceso y espacio de comunicación y creación epistemológica y metodológica entre las más disímiles áreas de conocimiento. Por tanto, “... la comunicación transdisciplinaria emerge del proceso mismo, siempre y cuando, esté mediada por una didáctica crítica, descentrada, y fundada en la complejidad” (Pupo Pupo, Rigoberto, 2007), tomado de (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 130), (Klein. Julie, 2003, págs. 30-45)

Aunque todavía no se puede hablar de una *Epistemología de la Transdisciplinariedad*, existe ya la suficiente masa crítica de conocimientos para acometer esta complicada, pero necesaria tarea de sistematizar sus fundamentos teóricos más generales y hacer propuestas metodológicas que permitan acelerar el proceso de integración del saber, como vía para buscar soluciones sustentables a los complejos problemas sociales que hoy enfrenta la ciencia.

Por tanto, la **Educación Transdisciplinaria** tiene como *fundamentos epistemológicos* varias *ideas, principios, fines, conceptos y métodos*, atesorados en la historia del conocimiento (**Anexo 12 y 13**), los cuales hoy están siendo reinterpretados gracias al creciente *Diálogo de Saberes*, es decir, gracias a la integración de varios *paradigmas emergentes*: *CTS, Bioética, Holismo ambiental, Hermenéutica, Constructivismo y Estudios de la Complejidad*,²²⁸ entre otras conquistas intelectuales.

En consecuencia, por **Educación Transdisciplinaria** se asume aquí esa multifacética dimensión de la educación, que fundada en la integración de los *paradigmas emergentes*, se orienta a la promoción, divulgación y facilitación metacognitiva de conocimientos, habilidades y capacidades, así como al cultivo del espíritu humano en el diálogo entre educador y educando (junto a otros actores), quienes discuten, se contraponen y complementan, ***tanto con razón como con pasión***,²²⁹ sobre la búsqueda de soluciones a problemas complejos. Es un nuevo tipo de educación que se fundamenta en el enfoque integrador de la perspectiva dialéctico-compleja, que debe ser fomentado por educadores, instituciones, actores sociales y medios de difusión masiva con el fin de facilitar y promover la apropiación de esos valores por todos los ciudadanos (Ardoino, Jacques, 1997, pág. 6)

Desde la *Educación Transdisciplinaria* se concibe al individuo, a los grupos sociales y a la sociedad como *sistemas dinámicos complejos*, que tienen la posibilidad de *auto-organizarse* de manera consciente. Para ello, sus protagonistas deben, de manera ***flexible, crítica y auto-reflexiva***,²³⁰ conocer y aplicar los avances epistemológicos y metodológicos de la *Nueva Revolución del Saber* en su *integración transdisciplinaria*, así como promover mayor responsabilidad social ante las diversas formas de la actividad tecno-científica y sus impactos, de manera que se pueda potenciar *la producción, difusión y aplicación* endógena de los conocimientos para fomentar la cooperación entre todos los actores sociales y convertirlos en verdaderos protagonistas en la búsqueda de soluciones sustentables para los complejos problemas sociales.

En las condiciones específica de la sociedad cubana actual la *Educación Transdisciplinaria* se debe caracterizar por su: *humanismo, internacionalismo, participación popular democrática, elevada responsabilidad social* ante los impactos ambientales y en la salud humana de las actividades tecno-científicas, *su asimilación cultural adecuada endógenamente y la comprensión de las interrelaciones entre todas las formas de la actividad social*.

En concreto, en la **propuesta temática realizada (Anexo 14)**, se ha tratado de sintetizar la historia del proceso de integración del saber y sus nuevos paradigmas. Para ello se han aprovechado las contribuciones desde diferentes áreas del conocimiento, tales como filosofía, ciencia, educación y sus correspondientes híbridos interdisciplinarios, haciendo valer el *Diálogo de Saberes*, como base para promover ese ideal que enfatiza Edgar Morín sobre la **Educación del futuro**.²³¹

No obstante a los esfuerzos realizados por la Revolución Cubana en la divulgación científica, puede afirmarse que todavía hoy, muchos profesionales de la filosofía, la ciencia y la educación, deben elevar su nivel de actualización en el orden epistemológico. En general, existe un desconocimiento (no confeso) sobre la mayoría de los pensadores, teorías y enfoques tratados aquí, especialmente, de los avances de los últimos cuarenta años. Esto se puede constatar en los objetivos, contenidos y bibliografía de muchos programas de la educación superior cubana, **salvo excepciones**.²³²

La propuesta que aquí se realiza no puede ser resumida en una serie de elementos epistemológicos fundamentales o “esenciales”, con los cuales se pueda dar la receta o “llave de los truenos” a quienes pretendan exigir, con el estilo reduccionista del positivismo, una propuesta “concreta” para satisfacer sus “necesidades pedagógicas” inmediatas de enseñar con “precisión” *los renovados fundamentos epistemológicos de la Educación Transdisciplinaria*. Eso sería adocenar y empobrecer la propia propuesta que, precisamente, sugiere todo lo contrario, es decir, incita hacer una labor pedagógica colectiva más creadora y contextualizada, que muestre al alumno la riqueza histórica, teórica y cultural que está detrás de las conquistas científicas aquí resumidas.

Dicho en otros términos, el verdadero maestro debe inspirarse en el legado de los pedagogos aquí mencionados, de manera *que pueda desplazar su labor de la enseñanza tradicional a la activación del aprendizaje metacognitivo y auto-constructivo del alumno* (Herrera Torres, Isaías, 2008, págs. 13, 29-33) Para ello, el profesor y los alumnos deben trabajar en equipo para idear métodos creativos, a la manera de las ricas tradiciones pedagógicas populares latinoamericanas (técnicas participativas, actividades lúdicas, etc.), que potencien la motivación de cada estudiante por la investigación científica innovadora y responsable, indispensable para que los alumnos se apropien de los valores que ellos mismos van construyendo en su labor estudiantil con la participación del maestro. En esencia, *el maestro de hoy ya no es quién da lecciones, sino quién inspira el amor por el cultivo cooperado del conocimiento y la virtud*.²³³

En consecuencia, contribuir a este tipo de educación, suponer comenzar por la sistematización renovadora de sus propios fundamentos, pues esto sería el punto de partida para poder enfrentar con éxitos los retos de la educación en estos tiempos de globalización neoliberal.

Como se sabe el volumen y complejidades de la información y de los conocimientos científicos son abrumadores, de manera que resulta harto difícil sintetizar en pocas ideas los fundamentos epistemológicos

de la *Educación Transdisciplinaria* que hoy se necesita, a lo sumo solo se podrá caracterizar algunas *ideas, principios y conceptos* sobre la educación en general y sus expresiones en las diferentes escalas y subsistemas, tales como: el *individuo o la personalidad*, las *organizaciones sociales* (escuela, familia, comunidad, localidad, etc.) y la *sociedad* concreta que se trate (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998)

Para comenzar por la educación de la personalidad, se debe aceptar que constituye un sistema dinámico disipativo extraordinariamente complejo, debido, ante todo, a que no se puede hacer fuera de las infinitas relaciones, dimensiones y mediaciones que establecen todos los sistemas y subsistemas embebidos o anidados unos dentro de otros, así como que tanto *el individuo, los grupos humanos, como la propia sociedad concreta que se trate, constituyen sistemas dinámicos complejos adaptativos, evolutivos y transformadores*, es decir, en constante evolución y de eventuales cambios radicales.

Precisamente, estas mismas escalas y dimensiones revelan la naturaleza compleja (el entretejido de infinitos nexos entre ellas) de la sociedad y la educación como sistemas de sistemas. En consecuencia, se debe partir de la premisa de que las organizaciones y sistemas sociales son *sistemas abiertos alejados del equilibrio* y que, además, se caracterizan por todas esas propiedades descritas aquí a lo largo de este trabajo. Así pues, la utilización de la extensa y profusa cartografía de términos, nociones y conceptos, que se ha anexado es indispensable para comprender la Educación como fenómeno complejo.

Por tanto, enfocar la educación de la personalidad, desde esta integradora y holística perspectiva, supone también reconocer que el individuo es un sistema complejo abierto, el cual intercambia sustancia, energía, información y sentido con el *entorno*, además, que como *sistema adaptativo* su dinámica es *caótica, azarosa y no-lineal* (al borde del caos o alejado del equilibrio), porque tiene *alta sensibilidad a los cambios en las condiciones iniciales* y recibe constantes *perturbaciones* del entorno, que generan en su interior *fluctuaciones, retroalimentación y auto-organización* (Dieterich, Heinz, 2005, págs. 28-29). (Sotolongo, Pedro Luís, 2007a)

A su vez, para adaptarse a los cambios provocados por sus relaciones con el medio, el sistema (en este caso el individuo) necesita generar *fluctuaciones* (cambios dinámicos y estructurales) que *disipen* (amorticen o amplifiquen) ese impacto, fenómenos estos que generan *recursividad y retroalimentación*, tanto negativa como positiva para el sistema en cuestión (Maruyama, Magoroh, 1963), (Moreno, Juan Carlos, 2002a, pág. 13), fenómenos que expresan su *no-linealidad*, así como otras propiedades: *indeterminación, azar, incertidumbre, borrosidad, etc.*, las cuales muestran la verdadera riqueza de los procesos de formación y actuación del individuo (Correa, Cecilia, 2000)

Es decir, se debe presuponer que: “... *el azar, ricamente indeterminado, pone a este individuo en interrelación con las fuerzas aleatorias de otros sistemas sociales, que en un espacio, también indeterminado, se encuentran, ya sea para destruirlo o para dejarlo mutilado en el camino del aprendizaje; así, unos siguen su búsqueda de la comprensión de la realidad, permitiéndole, a partir del entendimiento complejo, tener un*

acercamiento hacia la naturaleza desde su propia cosmovisión, mientras que otros caen por el abismo de la simplicidad, conformándose con ver a los fantasmas complejos de la realidad, sin entenderlos; y algunos caen destruidos por estos sistemas que implacablemente los absorben” (Castro Sáez, Bernardo, 2001, pág. 5)

Así pues, la *noción transdisciplinaria de la personalidad*, que la comprende como *un sistema dinámico adaptativo, evolutivo y transformador, abierto y alejado del equilibrio*, supone tener en cuenta todo un arsenal de herramientas epistemológicas, a través de las cuales se puede comprender su naturaleza compleja.

Un lugar central en esta integradora perspectiva ocupa la *noción de **auto-organización***,²³⁴ pues en su azarosa y multilateral relación con el *entorno*, el individuo *cambia su dinámica y rompe la simetría* de sus *estructuras mentales establecidas*, generando así *propiedades emergentes*, que *amortiguan o amplifican las perturbaciones* del *entorno* sobre su sistema de valores, expresándose esas *emergencias* como *atractores*, es decir, zonas de *confluencias de fuerzas* en su sistema de valores, que lo impulsan a realizar acciones para su *sobrevivencia, auto-destrucción o auto-organización*, según el carácter de esos cambios adaptativos, que pueden ser evolutivos o radicales (Ruelle, David, 1991)

Sistemáticamente, en la vida de todo individuo se producen frecuentemente *procesos reestructivos y auto-destructivos*, en dependencia de la capacidad que tenga para elevar su *robustez adaptativa* o de perderla ante el impacto del entorno. En el segundo caso, el individuo como sistema es limitado o privado de su autonomía y libertad, o incluso, absorbido o destruido por otros sistemas. Estos fenómenos son muy típicos en la vida social a todas las escalas sistémicas, es decir, a nivel individual, familiar, grupal, comunitario, local, nacional, regional, etc. (Dieterich, Heinz, 2005, págs. 28-29)

En verdad, el individuo como un *sistema adaptativo, evolutivo y desarrollador* necesita frecuentar o estar siempre en una *dinámica al borde del caos*, lo que no invalida su capacidad de tender al orden, es decir, debe mantenerse en la *mediación dialéctica* de ambos extremos, en un *equilibrio dinámico, fluctuante y fluyente*, como le llamó Bertalanffy, pues en ese estado, especialmente autónomo, pero a la vez de cierta dependencia con el entorno (no a la inversa), es que puede revelar y explotar sus verdaderas *potencialidades creativas y auto-organizativas* (Dieterich, Heinz, 2005, págs. 28-29).

Sin embargo, por lo general, hoy predomina en los colectivos humanos, un espíritu de cortafuegos o apaciguamientos en aras de la armonía, se evita o sofoca de inmediato cualquier atisbo de *entropía, perturbación, crisis, etc.*, por lo que casi nunca se permite o potencia el incremento de desorden en las actividades de los grupos o colectivos humanos, porque, precisamente, lo que frecuentemente sucede es que se activan todos los recursos y poderes persuasivos de los dirigentes y líderes para reducir o eliminar el desorden inmediatamente, pues, de antemano, se le considera, bajo la visión de la racionalidad clásica y positivista, un fenómeno esencialmente negativo para el desarrollo del colectivo.

Desde la perspectiva de la complejidad esto se comprende de una manera diametralmente opuesta, es decir, el aumento de *desorden* es indispensable como motor impulsor de la activación de las potencialidades creadoras del sistema, y, en el caso de los sistemas sociales, es indispensable su funcionamiento al borde del caos o al borde de las crisis, como estados generadores de las iniciativas creadoras, de la invención e innovación para encontrar soluciones más efectivas y duraderas a los problemas.

Se puede afirmar que en las condiciones hostiles del capitalismo en su historia (mercantilismo, lucro, individualismo, etc.) la competencia ha sido el motor impulsor de grandes realizaciones científicas, tecnológicas, artísticas, etc. Eso es innegable, a pesar de que no se deben justificar los medios por los fines. En verdad, los avances tecno-científicos en el capitalismo se han logrado en detrimento del bienestar de la mayoría de la población del planeta y a costa del deterioro irreversible del ambiente.

Ahora bien, la competencia, las discusiones, los conflictos y hasta las crisis son eventos ordinariamente “indeseados”, pero necesarios para el desarrollo. Es más, constituyen acontecimientos más productivos y generadores de potencialidades que aquellos eventos por los que, comúnmente, se lucha en la vida social: la armonía, la estabilidad, la concordia, el sosiego, el ocio, etc.

Cuando en un sistema social, como un colectivo humano, se producen discusiones, confrontaciones, enfrentamientos y competencia entre sus miembros (desorden más que armonía), digamos entre los estudiantes de un grupo y de estos con su profesor, entonces, se pueden producir acontecimientos transformadores, radicales, revolucionarios, etc. Las crisis son generadoras de nuevas oportunidades, la contradicción es la fuente del desarrollo, lo ha fundamentado bien el marxismo, de manera que introducir o aumentar entropía en los grupos o cualquier sistema social es una premisa, vía o método indispensable para su más rápida y efectiva *auto-organización* a un nivel cualitativo superior.

Ahora bien, de lo que se trata es de cómo darle seguimiento a esos procesos potencialmente destructivos y peligrosos para que, a pesar de ser impredecibles, azarosos, no lineales y riesgosos, sean, más que todo, *oportunidades especiales* para la *creatividad*, la *imaginación* y las soluciones efectivas y duraderas de los problemas (McKenzie, Carole, James Kim, 2005)

Como se sabe, de las grandes crisis, como las revoluciones que son radicales y traumáticas, emergen grandes soluciones. De manera que las *revoluciones permanentes* (cambios al borde del caos y de las crisis) son las progenitoras de las grandes realizaciones humanas. La historia del arte, de la literatura y de la ciencia, está repleta de ejemplos que confirman esta idea. Famosos cuadros, piezas musicales, otras literarias, descubrimientos, inventos, etc., han sido creados en momentos muy difíciles y traumáticos de los genios, es decir, en condiciones históricas turbulentas, como guerras, penurias materiales, pérdidas familiares, etc.

Esto no significa que se debe vivir en guerra, destrucción y pobreza para realizar grandes cosas, sino que se necesita cierta dosis de desorden, discusión, competencia, rivalidad entre los individuos y colectivos humanos

para que se produzcan potenciadoras propiedades emergentes que promuevan y fertilicen la *auto-organización creativa y desarrolladora* de los individuos, los colectivos, para garantizar su robustez y sostenibilidad identitaria en el entorno.

Precisamente, los recientes avances de la educación desarrolladora, aunque se fundamenta en el enfoque histórico-cultural y en lo mejor del pensamiento constructivista, también se inspira en ideas tan revolucionarias como estas que emanan de la integración transdisciplinaria que promueve los *Estudios de la Complejidad*. Hoy se puede constatar que los diferentes *paradigmas emergentes* asumen y convergen con los fundamentos históricos de las tradiciones educativas que fomentan el enfoque desarrollador, pues todos enfatizan el papel activo del propio sujeto en espacios interactivos y colaborativos, que garantizan una mejor apropiación de la experiencia histórico-cultural.

La revisión realizada aquí sobre el conocimiento y su integración, permite afirmar que la educación debe evolucionar hacia *la integración transdisciplinaria*, porque se ha estado fertilizando gracias a las contribuciones, no solo de las novedades de las ciencias concretas, sino también de los fundamentos de los más diversos referentes teóricos (Teoría histórico-cultural, Estudios de la Complejidad, Constructivismo, Hermenéutica, etc.) Todas estas perspectivas convergen y se fertilizarán mutuamente en la comprensión no solo del conocimiento en general, sino también de la *educación desarrolladora* en particular. Es decir, estos referentes exhortan potenciar el papel activo de los “otros” en la auto-formación y auto-construcción del conocimiento del propio sujeto, en el que el medio social, a través de la participación de los demás actores y agentes sociales, debe convertirse en el verdadero catalizador de la *meta-cognición* del educando.

En fin, desde el enfoque integrador que se propone aquí, la educación debe atender las dinámicas de las interacciones sociales, como entorno de diversas dimensiones, subsistemas y escalas (micro, medio y macro), para que sus *perturbaciones* sean amortizadas positivamente por *el sistema* (educando o colectivo) y este pueda *auto-organizarse*, generando nuevos *atractores* (*propiedades emergentes*), que potencien la transformación del sistema (educando o colectivo) y del entorno como garante de su sostenibilidad.

Este enfoque integrador presupone y enriquece las mejores tradiciones pedagógicas de las que se ha nutrido la educación cubana, pues también toma como premisas la *auto-conciencia*, la *metacognición*, la *auto-valoración* y el *pensamiento autónomo*, que son, entre otras, ideas esenciales de la tradición iniciada por L.S. Vigostky, la cual subraya la necesidad de potenciar la ayuda de los “otros” para generar la posibilidad de la *auto-ayuda*.²³⁵

Por tanto, para comprender la educación de la personalidad y del colectivo como procesos complejos, ello supone realizar un tratamiento integrador de y desde todas las perspectivas epistemológicas posibles. Ello significa dar un viraje decisivo que no excluye, sino que presupone la incertidumbre, el azar, la no linealidad, la retroalimentación y todas las demás propiedades inherentes a los sistemas complejos.

En consecuencia, en lugar de evitar o temerle a los conflictos, a las crisis, al desorden, etc., o a los individuos conflictivos, hiperactivos, desorganizados, rebeldes, inconformes, impredecibles, francotiradores, hipercríticos, etc., se debe tratar a todos estos “extraños” e “indeseados” fenómenos con especial esmero, porque su valor estratégico es prometedor y sus potencialidades creativas son colosales.

La dinámica de los sistemas complejos al borde del caos genera propiedades emergentes decisivas para su auto-desarrollo, de manera que los “incómodos” y “raros” fenómenos mencionados tienen un revolucionario valor para el desarrollo del educando y del colectivo, es decir, urge aprovechar sus *potencialidades creativas* y orientar sus valiosas energías hacia la *imaginación*, la *innovación* y la **auto-organización del colectivo**.²³⁶

En fin, propiciar la confrontación, la discusión y la competencia en los colectivos es garantía de la explosión creativa que se necesita para grandes proezas y realizaciones (Ardoino, Jacques, 1997, pág. 3) La historia está repleta de ejemplos que ilustran la certeza de esta concepción dialéctico-compleja de la dinámica de los sistemas sociales y el papel de tales individuos en la historia de las civilizaciones.

En verdad, esta revolucionaria concepción ya ha sido anticipada de una u otra forma por varios pensadores en la historia de la filosofía, de las ciencias y de la educación, pero es ahora que se ha fundamentado y confirmado en la práctica científica su certeza y significación. De hecho, el desarrollo de los *paradigmas emergentes*, que hoy gesta una inédita integración transdisciplinaria del saber, está contribuyendo a la conformación y aplicación efectiva de esta visión holística, sistémica, dialéctica y compleja de la realidad.

En resumen, volviendo a la noción de *entropía*, entendida como tendencia al desorden, ella tiene un especial significado para potenciar el desarrollo sostenido y sustentable de los sistemas, especialmente, de los sistemas sociales. De manera que se precisa estudiar y gestionar con mucha cautela y eficacia su introducción y aumento en los sistemas complejos, entre ellos, en los colectivos humanos: familia, grupo de estudiantes y colectivos laborales, etc.

Desde la perspectiva de la complejidad se fundamenta que las fuerzas creativas de los sistemas en general y de los grupos humanos en particular están dentro de ellos mismos, esto hace desplazar o dar un giro diametral opuesto al enfoque tradicional. Por ello, desde esta nueva perspectiva, no se debe presuponer de ante mano al *entorno* como culpable de tal o más cual situación, sino ubica al sistema en el rol protagónico del proceso, es decir, las *fuerzas determinantes* (como *atractores* y generadoras de *propiedades emergentes*) salen desde dentro y desde la base y no desde fuera y desde arriba.

Así pues, privilegiar un centro en la estructura o en el proceso de evolución de un sistema (grupo de clase o tipo de clase) no es lo más importante, pues las potencialidades fecundas no están en el *nodo de la red* de elementos del sistema (líderes formales o informales, maestro), pues la jerarquía regularmente es *transitoria* y no permanente, como nos impuso la concepción científica heredada, fundada en el ejercicio del poder, sino

que las emergentes potencialidades del sistema están en el proceso de *distribución rizomática* de las funciones de cada una de las partes interconectadas entre sí dentro del propio *sistema*.

En esencia, el protagonismo de los elementos (maestro, líderes, alumno) es dinámico y transitorio, pues pasa de unos a otros miembros o partes del sistema. La *centralización* es desplazada por la *participación distribuida*, que potencia la *auto-organización* para el desarrollo del sistema y no para su estandarización y mimetismo como se ha privilegiado en la historia de la racionalidad moderna en general y en la tradición pedagógica en particular.

Desde este enfoque se comprende que los sistemas (grupos estudiantiles) se desarrollan de acuerdo a su potencial de *auto-organización* (protagonismo distribuido como talleres de creación escolar), es considerar que mientras mayor sea el rango de libertad del sistema en el entorno y la consecuente transformación de este, mayor será su *robustez adaptativa*, como garante de su progresiva evolución y transformación desarrolladora de sí y del entorno. Desde esta perspectiva la escuela, la secundaria y la universidad se convierten en laboratorios de transformación social que cumplen con el ideal del extensionismo y la pertinencia sociales.

Usualmente, lo que sucede es que si el entorno es hostil al sistema, este buscará, ante todo, los recursos necesarios para su subsistencia y, por tanto, solo sobrevive, pero pierde o retarda su *capacidad evolutiva y auto-poiética*.

Por tanto, lo que se necesita no es eso, sino que el sistema sea evolutivo y desarrollador para sí y para el entorno. Esta manera dialéctico-compleja de concebir la *auto-organización* es clave para comprender las complejidades de los sistemas sociales y dentro de ellos los grupos estudiantiles, la familia, la escuela, etc. Por ejemplo, en términos político y pedagógico un sistema que no desarrolla sus *potencialidades auto-organizativas* pierde su libertad y capacidad meta-cognitiva, transformadora, innovadora, creativa y emancipatoria (Castro Sáez, Bernardo, 2001)

Ahora bien, para revelar el valor de la noción compleja de la *auto-organización* en la esfera de la vida social en general y en la educación en particular, se precisa tomar en consideración otro conjunto de emergentes nociones y conceptos transdisciplinarios, que han nacido de *los estudios y aplicaciones sociológicas, psicológicas y pedagógicas de la complejidad*. Varios de estos conceptos ya han sido tratados y no es menester repetirlos, pero sin su utilización el enfoque estaría trunco (Rius Lozano, M., et al., 2002)

Precisamente, estas ideas evocan las mejores tradiciones del ***pensamiento integrador en la historia de la educación***,²³⁷ pues subrayan el valor de la labor extensionista como fundamento y contexto natural de todo trabajo educativo (Freire, Paulo, 1994) De manera que la acción extra-muros de la escuela y de la universidad de hoy potencia mucho mejor las funciones formativas de sus dimensiones laboral y académica.

De hecho, en *la labor extensionista* de la escuela y la universidad en la comunidad, no solo se aportan los avances científico-tecnológicos y el criterio renovador de los “*expertos*”, sino también se produce un fructífero

proceso de *retroalimentación* con el reconocimiento y aprecio creciente de la *sabiduría popular*, pues las experiencias, las visiones desprejuiciadas, espontáneas y holísticas, así como las iniciativas y creatividad de las culturas locales y nativas, pueden potenciar los procesos de transformación comunitaria. Es decir, se precisa justipreciar los aportes de los profanos o no-expertos, en especial, de los *líderes naturales* de la comunidad como actores-agentes catalizadores del protagonismo de los vecinos en las nuevas transformaciones de la localidad.

Por ejemplo, es muy interesante el énfasis que se hace en la Universidad Bolivariana en cuanto a privilegiar *la labor extensionista* en el **diseño curricular**,²³⁸ base de la dinámica social, así como la promoción y gestión de proyectos comunitarios. Es decir, esta característica de la educación venezolana de hoy responde loablemente a la sociedad en que están insertos el educando y los colectivos estudiantiles, que tratan de autogestionar su *empoderamiento* y transformación social: familiar, comunitario, etc.

Además, en el *contexto educativo extensionista* se precisa privilegiar la labor *auto-poiética* (auto-constructiva sostenible) de nuevos espacios emancipatorios que protagonizan los líderes comunitarios, con la participación comprometida y de facilitación (no-interventora) de los investigadores sociales y todos los demás elementos de la red-rizoma de **actores sociales**.²³⁹

Así también, se debe partir del *principio de reflexividad* para privilegiar el protagonismo de los investigadores como parte esencial (actores-actante-agentes dinámicos) de los procesos de transformación social en los que su labor no es interventora, sino solo catalizadora desde dentro de la comunidad para potenciar la *auto-organización* de las estructuras de base, que son desde abajo las verdaderas constructoras de su desarrollo sustentable.

En este mismo sentido la *Cibernética de segundo orden* proporciona ideas avanzadas para comprender el papel *auto-poiético* de las organizaciones sociales, que no solo observan sino que modifican el entorno social, a la vez que se transforman a sí mismas y elevan así su *robustez adaptativa, evolutiva y transformadora*, es decir, tienen **propiedades de complejidad creciente**.²⁴⁰

Realmente, el desarrollo de la investigación pedagógica en el contexto comunitario no solo potencia el papel de *la labor extensionista*, sino que permite también que el empoderamiento de los actores sea una vía efectiva, “... para el desempeño autogestivo, en tanto que los espacios sociales deben propiciarlo a partir de la descentralización y la flexibilidad de participación y el posicionamiento reflexivo de los propios actores; o sea, a través de la concesión de poder de las instituciones y representaciones del Estado a los sujetos activos, autónomos y responsables de la colectividad social, constructores del consenso-disenso social” (D’Angelo Hernández, Ovidio, 2008, pág. 16)

Una de las vías y formas más efectivas de concretar el ejercicio del poder de los actores en la comunidad es el fomento entre sus líderes de una *cultura de diseño y gestión de proyectos* de colaboración, que permita la

obtención de recursos materiales y financieros indispensables para iniciar cambios radicales y sustentables, los cuales a su vez potencian el prestigio y reconocimiento de la comunidad ante las entidades del estado, con las cuales la comunidad y sus líderes pueden establecer nuevas relaciones de negociación y cooperación.

Además, la labor extensionista de la escuela y la universidad debe dirigirse de manera priorizada hacia la capacitación de los líderes de la comunidad, pues ellos y la labor catalizadora de los profesores y estudiantes insertos en la localidad, pueden propiciar los *procesos endógenos auto-organizativos* de fomento de las *redes-rizomas* de actores (Martínez Álvarez, Fidel, Proenza Rodríguez, Reinaldo, 2010c)

Así pues, por estas y otras razones, hoy urge una visión transdisciplinaria de la educación del individuo y de los grupos sociales (estudiantiles, laborales, etc.), que considere su *dinámica no-lineal y recursiva*, así como su *autonomía* (descentralización) y *creatividad* para promover desde abajo la *auto-organización* y real *empoderamiento*, comprometido con los más nobles valores de la sociedad cubana actual.

No se puede olvidar que los ámbitos de reflexión y de aplicación de los paradigmas sistematizados aquí y de la educación integradora que se propone son muy diversos, pero sería bueno sintetizar **algunas premisas** o ideas rectoras para iniciar el complicado proceso de introducción de esta nueva forma de trabajo de profesores, investigadores y directivos. Por ello, se considera que la **Educación Transdisciplinaria** supone:

1. Asumir, con espíritu crítico-constructivo, los diversos *antecedentes y referentes epistemológicos* que promuevan el diálogo y la integración de todos los saberes y culturas.
2. Fomentar el paso de la inter a la transdisciplina, a partir de los avances epistemológicos y metodológicos de los *Estudios de la Complejidad* y de los demás *paradigmas emergentes*.
3. Estudiar a la Educación como un fenómeno complejo.
4. Constituir colectivos transdisciplinarios que, como zonas de creatividad, fomenten una epistemología, abierta, flexible, no-lineal y creativa para la creciente hibridación y experimentación metodológica.
5. Crear redes-rizomas distribuidas descentralizadas de actores sociales, para la gestión más eficiente del conocimiento y la transformación de los sistemas educativos concretos y de toda la sociedad.

Así también, es indispensable considerar *otras premisas o presupuestos* que pueden contribuir a la difusión de una nueva educación y cultura organizacional en el plano de la integración del saber en general y de la labor docente-investigativa en particular. Es decir, para potenciar la nueva educación que necesita la sociedad cubana actual se deben fomentar los siguientes **requisitos para el trabajo transdisciplinario**:

1. Disposición de los investigadores a la cooperación, a partir de una mentalidad flexible y de cambio.
2. Disposición al perfil amplio, conservando su dialéctica con la especialización.
3. Elevada actualización de los conocimientos, indagando en los *colegios invisibles* que marcan las pautas y avances de cada disciplina.

4. Principios éticos esenciales: *colectivismo, ayuda mutua, desinterés, humildad, solidaridad, cultura del diálogo* y “*escepticismo organizado*”, fundado en la *crítica constructiva* y la *disposición al consenso*.
5. Selección y creación de la *terminología y fundamentos epistemológicos apropiados*, que generen una comunidad de lenguaje y de objetivos de investigación.
6. Selección y elaboración de metodologías no lineales, a la medida del objeto complejo, para el diagnóstico, transformación y evaluación de los resultados (Defila, Rico y Antonietta Di Giulio, 1999)
7. Fomento de marcos institucionales apropiados para facilitar el trabajo transdisciplinario de investigación y experimentación social, que potencie la zona de creatividad (Centros de estudios, Cátedras, Comisiones, Equipos asesores, etc.), para retroalimentar a la zona de dirección, donde se toman las decisiones de cómo transformar el sistema organizacional (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, págs. 81-104)
8. Aplicación *reflexiva* de las herramientas no lineales al estudio y desarrollo del propio colectivo transdisciplinario para constatar la efectividad de las mismas (Spaapen, J.B.; Wamelink, F.J.M., 2001)
9. Protagonismo descentralizado y distribuido de todas las disciplinas que permita potenciar la interacción entre ellas y propiciar la aparición de *creativas propiedades emergentes* en los planos teórico y práctico.
10. Correlación óptima en el nivel profesional de los integrantes del equipo, a partir de la capacitación y retroalimentación constante.
11. Elaborar modelos, simular contextos virtuales y hacer pruebas de pilotaje para validar la generalización o no de lo que sea creado (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2007)

Estos presupuestos tienen un valor muy significativo en esta denominada *Era del Conocimiento*, ya que hoy urge difundir y desarrollar este tipo de trabajo de integración creciente. Ya se reconoce que el verdadero trabajador del conocimiento es aquel que contribuye a la *auto-organización* y desarrollo de su propio colectivo, mediante la capacidad de aplicar el conocimiento actualizado en su práctica profesional, lo cual implica *flexibilidad, adaptabilidad y transformación*, es decir, esa especial “... *capacidad de adquirir conocimientos "conocer qué" y de aplicarlos "conocer cómo", así como apertura a la innovación y creatividad*” (Nuño Solinís, Roberto, 2005, pág. 369)

Si se parte del reconocimiento de que los *Enfoques de la Complejidad* están todavía en una etapa inicial de su construcción epistemológica y que mucho más tiernas se encuentran las nacientes *metodologías no lineales*, derivadas de la integración de los emergentes paradigmas; entonces, la labor renovadora no puede ser individual, sino exige del trabajo colectivo de equipos de investigadores y profesores que se dedican al estudio de los objetos educativos complejos (Klein. Julie, 2003)

Además, se precisa tomar en cuenta que los procesos de socialización del conocimiento en el ámbito de la educación exigen involucrar a todos los actores y agentes sociales en sus diferentes escalas y subsistemas,

es decir, desde las altas esferas, los ministerios y las instituciones y autoridades académicas del país hasta la base en la escuela, la comunidad y la familia.

3.5. Propuesta de socialización de la Educación Transdisciplinaria en Cuba.

En verdad, en Cuba la situación de la actualización del conocimiento es muy complicada, pues los *paradigmas emergentes* en general y, especialmente, los *Estudios de la Complejidad*, no tienen un verdadero apoyo político e institucional, por el contrario, con frecuencia se levantan detractores que, en concreto, siquiera conocen de qué se trata y, por tanto, no pueden ver el alcance e importancia reales que estos estudios tienen. De hecho, hoy la ocasión no puede ser más propicia, especialmente, en el actual contexto del VI Congreso del Partido Comunista, pues los cambios que ya comenzaron en Cuba pueden beneficiarse con la socialización de *paradigmas emergentes* y la *Educación Transdisciplinaria* que de ellos se está gestando.

Afortunadamente, en Cuba en la última década ya se han estado difundiendo estos avances entre una incipiente y profusa comunidad de profesionales de la educación, la gestión y la investigación, gracias, fundamentalmente, a los esfuerzos de una vanguardia de complexólogos, liderados por el profesor *Pedro Luís Sotolongo* del Instituto de Filosofía, quien ha logrado estabilizar los Eventos Bienales Internacionales y otras acciones de superación, las cuales han permitido el avance de estos estudios en algunas instituciones docentes y científicas del país.

Si embargo, aunque desde hace varios años se están desarrollando diversas actividades que han contribuido a su socialización, todavía se precisa generalizar más las experiencias que se han alcanzado ya en la enseñanza de postgrado y en otras acciones de divulgación. Se pudieran tomar como punto de partida aquellas que se destacan por su nivel de **aceptación**.²⁴¹

En la Habana y Camagüey se encuentran los grupos más numerosos y entusiastas de los *Estudios de la Complejidad*, gracias a los cuales se ha iniciado un renovado proceso de divulgación, que ha incluido no solo los cursos y diplomados, sino también exitosos Eventos científicos internacionales (5 ediciones), nacionales (4) y territoriales (3), a los cuales han asistido eminentes personalidades del mundo académico de la complejidad. También se consolidan boletines y ya ha aparecido la Revista *Pensando la Complejidad* en la Cátedra del Instituto de Filosofía (asumida ahora por la Sociedad Cubana de Psicología), así como la Página Web camagüeyana del recientemente extinto Centro de *Medicina y Complejidad*, además de la creciente labor investigativa de la Cátedra de Sistemas Complejos “*Henri Poincaré*” de la Facultad de Física de la Universidad de la Habana. Son muy significativas, tanto la labor de divulgación de la **Red de Complejidad y Lenguajes**,²⁴² como las actividades de capacitación de postgrado y de tutorías de tesis de maestría y doctorado de las *Cátedras de Complejidad de la Universidad y de la Filial del Instituto Superior de Arte de Camagüey*,²⁴³ entre otras acciones de socialización.

A pesar de las incomprensiones e indiferencia de ciertas autoridades institucionales y políticas del país, el *Enfoque de la Complejidad* se difunde y abre paso desde abajo, pues sus colosales potencialidades tienen **tres surtidores** indetenibles, **primero:** el que emana de la presencia creciente de las tecnologías de punta en nuestras instituciones científicas, educacionales, de salud, deportivas, doméstica, etc., las cuales demandan, para su eficiente utilización, el dominio del lenguaje y las metodologías transdisciplinarias de la complejidad; **el segundo:** el que florece de la asimilación endógena (más o menos acertadas) de los avances teóricos y prácticos que traen o reciben nuestros profesores e investigadores en su estancia o comunicación con su entorno inmediato (Latinoamérica) y con el mundo industrializado, así como **el tercero:** el que brota de las demandas de soluciones urgentes a los complejos problemas sociales, que se acrecientan debido a la crisis interna y a la globalización neoliberal que impacta constantemente sobre nuestra vida económica, política, educacional, cultural, deportiva, etc.

De hecho, esas tres fuentes, junto a otras no mencionadas aquí, pueden hacer que los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* se convierta en una *necesidad sentida* de un número cada vez mayor de actores sociales, entre los cuales pueden jugar un papel catalizador los dirigentes políticos, de quienes no solo recaba mayor apoyo y consagración, sino a quienes les puede proporcionar las herramientas científicas necesarias para perfeccionar y hacer verdaderamente viable su labor profesional y político-ideológica para facilitar la *auto-organización* de nuestra sociedad potenciando la real participación popular en la base.

Hay dos serias razones, una epistemológica y la otra política, por las cuales los avances de los *paradigmas emergentes* están todavía poco difundidos en Cuba. La primera obedece al predominio de una *concepción clásica reduccionista del conocimiento*; mientras que la otra consiste en la *resistencia al cambio entre los directivos*, por el temor infundado a la aureola de manipulación ideológica (externa e interna), con las que siempre llegan *las novedades científicas* desde los centros de poder del mundo industrializado. Precisamente, los profusos *Estudios de la Complejidad* tienen en sus fundamentos teóricos corrientes e intencionalidades ideológicas de todo tipo, que los convierten en un peculiar campo de la batalla de ideas.

Sin embargo, por ese indiscutible e inevitable hecho, no se debe asumir una postura dogmática y *lanzar por la borda la criatura con el agua sucia*. De hecho, la asimilación y transferencia creativa de estas novedades es vital para el desarrollo exitoso de nuestro proyecto social revolucionario. Desde Martí, pasando por el Ché y otros hijos ilustres de la Patria, hasta Fidel, los ideales de sociedad justa y de hombre nuevo en Cuba solo serán posibles si se logra crear una *Escuela cubana de Pensamiento* (Guevara Ernesto, Ché, 1965/1997, pág. 143), que se inspire en la tesis, parafraseando esa aguda sentencia del Maestro, de que: *urge insertar la cultura universal en Cuba, pero el tronco debe ser cubano*.

Varios autores han reiterado la idea de acelerar el proceso de asimilación endógena en Cuba de los avances científico-técnicos que se desarrollan en el mundo. En alguna medida y en determinados sectores esto se ha

estado impulsando, pero en otros ámbitos la situación es muy diferente. En cuanto a los avances epistemológicos de los *paradigmas emergentes* el proceso de recepción y reinterpretación endógena ha sido demasiado lento y ha estado repleto de **obstáculos de todo tipo**,²⁴⁴ los cuales deben ser concientizados por las autoridades académicas del país.

El gigantesco pero no imposible esfuerzo de difusión de estos avances supone considerar de qué manera se van a introducir y generalizar según el contexto específico de cada una de las complejas **dimensiones de la Educación**.²⁴⁵ De hecho, el tratamiento de cómo deben aterrizar los paradigmas y este tipo de educación en cada una de sus dimensiones, las cuales se entrecruzan y complementan en la realidad educativa, desbordan los objetivos de este trabajo, pues el análisis se ha orientado aquí solo al plano epistemológico general. De manera que esta compleja tarea, en verdad, se podrá llevar a cabo con los resultados de las futuras investigaciones de estirpe transdisciplinaria que se realizarán por los profesores e investigadores de la educación en todas las dimensiones mencionadas.

Por tanto, a lo sumo aquí solo se podrá tratar de mostrar algunas líneas, derroteros, formas y vías para su socialización. De manera que para contribuir a la difusión más efectiva de los *paradigmas emergentes* y de los fundamentos de la *Educación Transdisciplinaria*, se pudiera tomar en consideración las valiosas experiencias alcanzadas por la Dirección de Postgrado de la Universidad de la Habana, pues desde el año 1997 el Dr.C. Jorge Núñez Jover y sus colaboradores, elaboraron y ejecutaron un Programa Nacional de desarrollo de los *Estudios* y la *Educación CTS*, el cual consistió en promover avances en tres áreas estratégicas fundamentales: educación, investigación y gestión científico-tecnológica, así como en **diez subprogramas específicos**.²⁴⁶

En fin, tomando en consideración diferentes experiencias se debe reconocer la urgente necesidad de encontrar el o los espacios institucionales apropiados para la socialización acelerada de los *Estudios* y la *Educación Transdisciplinaria*. Esos espacios para fomentar esta cultura de integración transdisciplinaria bien pudieran ser liderados por un centro de superación como el *Centro de Estudios de Perfeccionamiento de la Educación Superior* (CEPES) de la Universidad de la Habana, en su interrelación con otros centros, sociedades y cátedras vinculadas a los *paradigmas emergentes* en la capital y en todo el país.

Por tanto, se sugiere una **propuesta de acciones estratégicas** ²⁴⁷ para fomentar el liderazgo de una o varias instituciones para la socialización de la *Educación Transdisciplinaria* en Cuba:

1. Hacer llegar por todas las vías posible los resultados de esta tesis a las autoridades académicas, directivos, asesores e investigadores de los centros de estudios del país, como *zonas de dirección y creatividad* de la sociedad como sistema complejo (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998), para potenciar el desarrollo de la *Educación Transdisciplinaria*, que permitan su sostenible socialización y generalización endógena, según las particularidades de cada contexto territorial e institucional concreto.

2. En ello puede contribuir mucho no solo la sistematización realizada aquí, sino otras ya existentes, así como su consecuente arreglo didáctico por comisiones creadas para ello, de manera que se viabilice su difusión (capacitación, superación y divulgación) no solo en el contexto académico, sino también en los diferentes sectores y esferas de la vida social.
3. Realizar una revisión de los currículos de las carreras y los programas de las asignaturas para su actualización desde estas perspectivas, primero en el orden disciplinar incluyendo en los contenidos de las asignaturas las teorías y enfoques aquí sistematizados, y luego en el plano de la integración de las disciplinas y asignaturas desde la perspectiva transdisciplinaria.
4. Introducir asignaturas optativas o temas específicos actualizados con enfoques transdisciplinarios en los programas, tanto de las ciencias naturales y técnicas, como sociales y humanísticas en el nivel universitario primero y pre-universitario después.
5. Elaborar una estrategia de superación de postgrado que introduzca temas y cursos sobre estos estudios en diplomados, maestrías y doctorados curriculares.
6. Hacer llegar, por nuevas vías, de manera directa y sistemática a las Comisiones de Carreras los resultados de este trabajo y de otros relacionados con estos temas.
7. Realizar eventos científicos que promuevan el estudio de los *paradigmas emergentes* y fomenten la *Educación Transdisciplinaria*, auspiciados por los Ministerios de Educación, Educación Superior, Salud Pública, Cultura, etc., de manera que contribuya al acercamiento e integración de todos sus cultores y permitan una adecuación endógena creciente de sus conquistas en la educación cubana.
8. Introducir los temas transdisciplinarios, didácticamente bien concebidos, en los cursos de Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología, Bioética y Educación ambiental en los niveles de pre y postgrado con el fin de fertilizar esos campos y potenciar más su creciente integración.
9. Elaborar proyectos de publicaciones que editen los libros más importantes y didácticos de los *paradigmas emergentes*, sus antecedentes y fundamentos. En esto puede ayudar las ideas del Ché sobre la estrategia de publicaciones, sintetizada en su Carta a Armando Hart y donde aboga por el fomento de una verdadera *Escuela Cubana de Pensamiento* (Guevara Ernesto, Ché, 1965/1997)
10. Además, se deben crear revistas electrónicas, páginas Web y Blogs, dedicados a estos temas y sus aplicaciones, auspiciados por las instituciones de la educación superior y los centros de investigación.
11. Elaborar una estrategia de divulgación y educación popular en los medios de difusión masiva, mediante publicaciones periódicas, charlas, entrevistas, programas de radio y televisión que difundan los *paradigmas emergentes* y la *Educación Transdisciplinaria* en la población.
12. Elaborar y gestionar proyectos de colaboración e investigación relacionados con el desarrollo social comunitario, desde la perspectiva transdisciplinaria.

Las propuestas descritas pueden ser enriquecidas por otros trabajos en esta dirección, los cuales podrían contribuir al proceso de socialización de estos estudios y de este tipo de educación que fomenta una emergente cultura de facilitación del *Diálogo de Saberes* y de creación de nuevos espacios de trabajo transdisciplinario que demandan los problemas sociales complejos de hoy.

Para la introducción endógena de los nuevos paradigmas en la educación cubana mucho puede contribuir la *elaboración de estrategias concretas en cada territorio e institución*, para superar todos esos obstáculos y limitaciones, así como adoptar una serie de medidas encaminadas a introducir y generalizar los resultados científicos que en este tema vaya alcanzando la educación superior cubana.

Además, los centros de estudios, tribunales y comisiones de carreras de la educación superior, como *zonas de creatividad*, mucho puede contribuir a la difusión de los resultados científicos, pues todas estas entidades académicas deben retroalimentar sistemáticamente a los directivos y asesores, es decir, a la *zona de dirección*, que son las que toman las decisiones estratégicas del desarrollo de la educación (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, págs. 81-104), (Dieterich, Heinz, 2005, págs. 28-29)

A su vez, tener en cuenta las experiencias internacionales arriba caracterizadas, significa estudiarlas más detalladamente, creando equipos o comisiones de expertos que puedan sistematizarlas y proponer pautas estratégicas, que propicien la introducción de sus aciertos a las particularidades del contexto educacional cubano actual. En especial, se precisa tomar en consideración **las enormes potencialidades que tiene la educación cubana**,²⁴⁸ pues constituyen un fértil terreno para la implementación de estrategias educacionales, tanto nacional, como territoriales, que privilegien *el movimiento de la inter a la transdisciplinariedad*.

Hoy se realizan ingentes esfuerzos por los estudiosos de la Complejidad, diseminados por los diversos sectores y provincias del país, a pesar de no tener el reconocimiento y apoyo oficial necesarios. En verdad, aunque ya se han desarrollado cursos, diplomados, eventos, talleres y aumentan exponencialmente las publicaciones, *todavía son insuficientes* para lograr su generalización.

De hecho, urge la aplicación de esta *perspectiva transdisciplinaria* al propio desarrollo de estos estudios en el país, haciendo honor al *principio de reflexividad*, para dar solución al problema de la difusión acelerada y masiva, como una de las vías más efectivas para alcanzar el reconocimiento social, institucional y político tan necesario para la sostenibilidad de los propios *Estudios de la Complejidad* y su aplicación al desarrollo de la educación, especialmente, en las peculiares condiciones de la construcción socialista en Cuba hoy.

En fin, se hace necesaria la introducción y asimilación endógenas de todo lo sistematizado aquí, e incluso, de otros aportes no sistematizados todavía, porque pueden potenciar de manera significativa la actualización de la educación cubana en todas sus dimensiones, sub-sistemas, niveles y ámbitos de socialización.

CONCLUSIONES

Todo el análisis histórico realizado para la reinterpretación dialéctica, inter y transdisciplinaria de los fundamentos del conocimiento científico y su integración, desde la antigüedad hasta los actuales *Estudios de la Complejidad*, ha permitido sistematizar un rico arsenal de *ideas, principios, conceptos y nociones seminales* de vital importancia, tanto para someter a crítica la imagen tradicional sobre el conocimiento, como para ir delineando algunas coordenadas de los fundamentos epistemológicos de una renovada *educación*, que atesore lo mejor del pensamiento filosófico y científico en la historia y adecuarlo endógenamente al contexto histórico cubano actual.

En semejante renovación fue indispensable mostrar los dos caminos por los que ha transitado la racionalidad científica en la historia: 1) la *profundización y especialización* en áreas concretas del conocimiento (disciplinas) y 2) la *tendencia intermitente a la integración de saberes* (multi e interdisciplinaria). Estos caminos se han estado entrecruzando constantemente, pues, aunque siempre predominó uno sobre el otro en cada época, nunca dejaron de coexistir.

A su vez, la caracterización de este peculiar y dialéctico fenómeno en la historia del saber ha permitido mostrar las dos concepciones generales sobre la *ciencia*: 1) el *ideal clásico de racionalidad científica* (de especialización, fragmentación, causalidad lineal, reduccionista, etc.), establecido en la modernidad y presente todavía hasta hoy, así como 2) el *enfoque opuesto de énfasis en la integración*, que está siendo fertilizado por los *Paradigmas emergentes* de la *Nueva Revolución del Saber*. Ante esta situación histórica se precisa hacer conciencia de la necesidad de reconocer, ante todo, la pertinencia (excluyendo los excesos) de ambos caminos, sus contradicciones y complementariedad.

Luego, en el segundo capítulo, como uno de los primeros intentos colectivos e interdisciplinarios de sustitución del ideal clásico de racionalidad científica, se caracterizó el proceso de surgimiento de los *Estudios CTS*, en el que se destacaron sus representantes y contribuciones esenciales, en especial, las referidas a su epistemología, es decir, *ideas generales, principios y conceptos*. Además, se sistematizaron los antecedentes y fundamentos de la denominada Teoría de la Red de Actores, que como avanzada epistemológica e interdisciplinaria del *Campo CTS* ha sido poco difundida y utilizada en Cuba, en especial, sus contribuciones metodológicas, potenciadas hoy por las simulaciones educativas.

Así también, no obstante a que se mostraron los indiscutibles avances que han alcanzado los *Estudios* y la *Educación CTS* en Cuba, se reveló que pueden fertilizarse más en cuanto a su sistematización epistemológica, acelerando su actualización con arreglo a las indiscutibles contribuciones de los demás *paradigmas emergentes*, que le pueden permitir el paso de la inter a la prometedora transdiscipliniedad. Por

tanto, estas son tareas investigativas y pedagógicas todavía pendientes para los cultores de los *Estudios y la Educación CTS* en Cuba.

En el tercer capítulo se caracterizó el proceso de surgimiento de los transdisciplinarios *Estudios de la Complejidad* y, a la vez, se fueron sistematizando decenas de *ideas, principios y conceptos* de sus teorías fundacionales y complementarias. Todo ello permitió, quizás de manera inédita en el país, construir una cartografía de elementos epistemológicos, lo cual tiene un significativo valor didáctico para contribuir a la *Educación Transdisciplinaria* que demanda la academia cubana actual.

La valoración crítica de los intentos de difundir los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* en Cuba, así como la revisión de las experiencias internacionales en la introducción de los *paradigmas emergentes* en la educación, permitieron realizar aquí una *propuesta de acciones* de socialización de la *Educación Transdisciplinaria* en el país, potenciando la interrelación entre las instituciones académicas ya creadas como centros de estudios, sociedades y cátedras.

Los fundamentos epistemológicos transdisciplinarios sistematizados no son más que invariantes o presupuestos esenciales para la elaboración de programas específicos de cursos de pre y postgrado, más concretos y afines a cada temática, los cuales deben ser adecuados a los contextos culturales en que serán impartidos, considerando varios factores, entidades y escenarios, tales como: ministerio, sector, territorio, tipo y nivel de enseñanza, áreas de conocimientos, particularidades de las especialidades y los profesionales, entre otros.

En fin, el trabajo de sistematización realizado aquí tiene una especial significación para comprender y transformar la realidad académica cubana actual, por ello urge un análisis más juicioso, crítico y responsable sobre la situación actual de la educación en el país, como vía efectiva para comenzar esa necesaria transformación, que debe iniciarse con la disposición, no solo de los investigadores y profesores de la educación, sino, en especial, de los directivos y asesores de los ministerios y las instituciones académicas.

En concreto, es preciso que se reconozca que se está frente a una **doble y urgente demanda**: la *actualización del conocimiento y la reestructuración institucional y organizacional* de la vida académica del país, como premisa para poder socializar e implementar este nuevo tipo de educación fundado en la transdisciplinariedad.

Afortunadamente, hoy lo mejor de la academia cubana reconoce e identifica claramente las demandas de solucionar los problemas sociales complejos, provocados por perturbaciones externas y fluctuaciones internas, que están generando cambios y renovaciones en todos los niveles, sectores y grupos de la sociedad cubana. Por tanto, ahora el proyecto revolucionario y socialista cubano, inmerso en prometedores cambios estructurales y funcionales, necesita más que nunca de una renovación de sus fundamentos epistemológicos de manera que esta tesis pudiera convertirse en un iniciador aliento.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que las instituciones académicas del país tomen en cuenta la *concepción transdisciplinaria de la educación* aquí propuesta para utilizarla como fundamento para la elaboración y ejecución de los programas de asignaturas y cursos de pre y postgrado.
- Además, se sugiere socializar los resultados de esta tesis en el ámbito de la investigación científica y en el contexto de la dirección y la gestión científico-tecnológica.
- Se propone también que los resultados de la tesis y, en especial, la *propuesta de acciones de socialización de Educación Transdisciplinaria* se haga llegar a los directivos, asesores y centros de estudios de la red de universidades del país.
- Se sugiere que los resultados se utilicen como material de apoyo en la preparación de los profesionales para los exámenes de mínimo de *Estudios CTS* con vista a los cambios de grado científico y de categoría docente.
- En fin, quedaría pendiente para otras investigaciones, no solo estudiar otros elementos constitutivos de la epistemología en construcción de los *Estudios de la Complejidad*, tales como *los métodos, técnicas y procedimientos específicos*, sino también el diseño, elaboración e implementación de estrategias transdisciplinarias específicas para el estudio y transformación de los sistemas, procesos y contextos educativos en el país.

Estas son tareas urgentes y todavía en ciernes en el ámbito académico, por lo que sus mejores frutos están por llegar. ¡Solo falta que se le preste la debida atención al *enfoque transdisciplinario* que se ha tratado de fundamentar aquí y se inicie el empeño de desarrollarlo, introducirlo y generalizarlo en el país!

NOTAS Y REFERENCIAS

¹ **Paradigma o matriz disciplinaria:** fue el historiador de la ciencia estadounidense **Thomas Kuhn** (1922-1996), quien introdujo en 1962 el término en la comunidad científica. “En los trabajos posteriores a la “Estructura de las Revoluciones Científicas”, Kuhn desarrolla, clarifica y a veces modifica sus tesis sobre el desarrollo científico”, por ello en su famosa “Posdata-1969”, Kuhn se ocupa de distinguir los dos sentidos de Paradigma: 1) como logro o realización concreta, y, 2) como conjunto de compromisos compartidos, denominado definitivamente como “**matriz disciplinaria**.” (Pérez Ransanz, A.R., Olivé, L. (comp.), 1989, págs. 186-187) Por consenso hoy el concepto de **Paradigma** significa no más que *la visión o concepción general que asume el científico*, la cual presupone todo, es decir, el entramado social, donde están presentes no sólo las teorías, sino, también, el abanico de creencias, actitudes, procedimientos, técnicas, valores, etc. (Núñez Jover, Jorge, 1999c, págs. 79-99), (Morín, Edgar, 1998, págs. 82, 154-155)

² En la academia cubana se reconocen como **Ciencias de la Educación** un conjunto de disciplinas: “... Filosofía de la Educación, Sociología de la Educación, Historia de la Educación, Tecnología Educativa, Estadística Educativa, Psicología de la Educación, Metodología de la Investigación Educativa, Planeamiento Educativo, Antropología y Etnología Educativas, Dirección Científica de la Educación, Economía Educativa y Pedagogía, entre otras” (Martínez Llantada, Marta, et. al., 2002, pág. 25) A su vez, se destaca la diversidad de nexos que posee con otras áreas de la actividad académica, pues “... algunas de ellas, en el proceso de integración y diferenciación, se relacionan con ciencias económicas, médicas, naturales, técnicas y otras ciencias sociales” (Martínez Llantada, Marta, et. al., 2002, pág. 25) La educación se puede realizar desde cada una de estas disciplinas, así como desde sus híbridos e integraciones inter y transdisciplinaria. Los *Estudios CTS* y de la *Complejidad* son dos de esas indispensables hibridaciones: inter y transdisciplinaria, que se deben integrar, complementar y renovar constantemente.

³ Esta tesis está directamente relacionada con los presupuestos teóricos de la estrategia y los lineamientos de la nueva “**Política Científica de las Ciencias Sociales y Humanística en Cuba**”, que apareció como Resolución Ministerial No. 132/2002, en la cual se enfatiza la necesidad de: “Promover, fomentar e indicar el enfoque multidisciplinario, interdisciplinario y transdisciplinario”, así como *priorizar* las investigaciones sobre “... los problemas teórico-metodológicos de las Ciencias Sociales y Humanísticas, incluyendo los vínculos e interrelación de éstas con las ciencias naturales y exactas” (CITMA, 2002, págs. 1-2)

⁴ Hoy se reconoce que **tanto la literatura como el arte** “... aportan su grano de arena en la construcción del pensamiento complejo: Balzac, Dickens, Faulkner, Proust, Rousseau, Dostoievski emergen del siglo XIX y principios del XX para recrear conceptos y aproximaciones a la comprensión de una realidad compleja que tiene la cualidad de mutar ante el contacto con la mirada de los observadores (Andrade, Raiza, et. al., 2002, pág. 6) Así también hubo otros precursores entre muchos artistas, literatos, poetas y filósofos románticos de los siglos XVIII y XIX, quienes inspirados en los avances de la concepción organicista en biología y la visión dialéctico-sistémica que renacía, utilizaron **nuevos conceptos** en oposición al mecanicismo imperante, tales como **morfología, mutación, homeostasis** (equilibrio dinámico), **orden, patrón y auto-organización** en los sistemas vivos, etc. Ya hoy se sabe que el listado de artistas y literatos que han contribuido a este nuevo edificio epistemológico es interminable (Capra, Fritjof, 1996, pág. 21), (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2001), (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Najmánovich, Denise, 2005a), (Delgado Guerrero, Imai, 1997), (Correa Iglesias, Antonio, 2007), entre otros.

⁵ Anexo 1.2: **Estudios interdisciplinarios CTS.**

⁶ Anexo 1.3: **Estudios transdisciplinarios de la Complejidad.**

⁷ Anexo 1.4: **Holismo ambiental.**

⁸ Anexo 1.5: **Bioética global.**

⁹ Anexo 1.6: **Hermenéutica.**

¹⁰ Anexo 1.7: **Constructivismo.**

¹¹ Anexo 1.8: **Mito de las Dos Culturas.**

¹² Entre los autores cubanos que más han enfatizado el impostergable acercamiento entre los **Estudios CTS y de la Complejidad** se destacan: (Martínez Álvarez, Fidel, 2000), (Martínez Álvarez, Fidel, 2008c), (Martínez Álvarez, Fidel, 2009b), (Delgado Díaz, Carlos, 2002), (Delgado Díaz, Carlos, 2006), (Prieto, Doris, 2003), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2004), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007c), (Núñez Jover, Jorge; Macías Llanes, María Elena, (comp.), 2008a, págs. 290-293), (Figaredo Curiel, Francisco, 2009)

¹³ Anexo 1.9. **Multi, Inter y Transdisciplina.**

¹⁴ Anexo 1.10: **Los Paradigmas emergentes y la Educación Superior.**

¹⁵ Anexo 1.11. **Las crisis y las fuentes clásicas del conocimiento.**

¹⁶ Anexo 1.12: **Concepción heredada de la ciencia.**

¹⁷ Con esta expresión se está recordando la idea central y el título de la premonitoria obra de *Alvin Toffler* titulada: “**La Tercera Ola**”, publicada en 1980, en la cual realiza una atinada caracterización y crítica de la *Concepción clásica de la racionalidad científica*. En esencia, *Toffler* aboga por el paso de esa *Segunda Ola* a la *Tercer Ola*, como vía para superar esa visión tradicional del conocimiento, revelar su naturaleza social y considerar con justeza los impactos positivos y negativos que ha tenido la ciencia y la tecnología en las condiciones del mundo capitalista (Toffler, Alvin, 1980). Otros autores sentencian que ya está naciendo una nueva y colosal revolución del saber, gracias a la transdisciplinaria integración de las ciencias naturales, técnicas y sociales, las cuales están iniciando con éxitos crecientes “... la explicación y modelación matemática de los sistemas más complejos conocidos: las organizaciones sociales” (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, pág. 91), (Wheatley, Margaret, 1992)

¹⁸ A lo largo de la historia muchos pensadores han insistido en **la comprensión dialéctica del mundo y del conocimiento**: Heráclito, Zenón, Platón, Aristóteles, Guillermo de Occam, Francis Bacon, B. Spinoza, J.G.F. Hegel, C. Marx, F. Engels, A.N. Whitehead, H. Bergson, V.I. Lenin, K. Popper, P.V. Kopnin, E.V. Ilienkov, B.M. Kedrov, G. Bueno, E. Morín, entre otros, y, no obstante a sus insoslayables matices, todos han coincidido en que “... el mundo es un flujo, un movimiento, un proceso y no un objeto estático” (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 1) Un análisis muy interesante sobre la **preferencia por el cambio**, sus potencialidades y peligros en las condiciones socioculturales de hoy, aparece en (Delgado Díaz, Carlos, 2004)

¹⁹ Ante la **actual crisis del conocimiento**, han aparecido diversos replanteos y reconceptualizaciones gnoseológicas, así como nuevas propuestas epistemológicas, desarrolladas en la literatura, tanto filosófica como de las disciplinas científicas. De hecho, se va arribando a un consenso que reconoce la urgencia de un “**cambio o ruptura del paradigma**” que sea, a la vez, lo suficientemente preciso como flexible, para que se constituya en una verdadera “**concepción dialéctica emergente del conocimiento**”, es decir, esa concepción integradora que ha sido históricamente añorada por lo más revolucionario del pensamiento filosófico y científico. Hoy estamos ante “... un cambio epistemológico fundamental: el paso de la epistemología del orden a la epistemología de la anomalía” (Pradenas, Alfredo, 1998, pág. 3)

²⁰ Anexo 1.13: **Ideología de la Ciencia.**

²¹ En el siglo XIX **José Martí** fue uno de los primeros que mostró **la dialéctica entre lo nacional y lo universal** en la cultura y en la ciencia, cuando sentenció que: “¡Insértese en nuestras repúblicas el mundo, pero el tronco debe ser el de nuestras repúblicas!” (Martí, José, 1973, pág. 18) Más recientemente, **Ernesto Ché Guevara** con genial visión alerta sobre la necesidad de **formar y desarrollar una “escuela cubana de pensamiento”**. De hecho, esta premonitoria sugerencia, así como una docena de reflexiones, recomendaciones y advertencias del Ché, expuestas en su carta a Armando Hart Dávalos en 1965, no han tenido el justo y urgente reconocimiento que exige esta época de *Nueva Revolución del Saber*. En la academia cubana actual urge reconocer la extraordinaria vigencia filosófica, política y pedagógica de las advertencias y demandas del Ché, pues lamentablemente todavía hoy muchas que no han sido siquiera atendidas y mucho menos cumplidas (Guevara Ernesto, Ché, 1965/1997, págs. 142-147)

²² Varios autores han insistido en la imperiosa necesidad del **tránsito de la inter a la transdisciplina**, (Morín, Edgar, 1951/1994b), (Jantsch, Erich, 1975), (Morín, Edgar, 1994), (CIRET-UNESCO, 1994), (Laszlo, Erwin, 1995), (Morín, Edgar, 1996b), (CIRET-UNESCO, 1997), (Nicolescu, Basarab, 1999), (Burnett, R., 2000), (Henagulph, S., 2000), (Motta, Raúl, 2000a), (Klein, Julie, 1990), (Klein, Julie; et. al., 2001), (Klein, Julie, 2003), (Vallejo, Gómez, Nelson, 2002), (Flores-Malagón, A. et al., 2002), (Villaroel, P., Firmani, C., 2002), (Hernández Rabell, Lourdes, 2003), (Espina Prieto, Mayra, 2003), (Espina Prieto, Mayra, 2007), (Barbero, M., 2005), (Cambursano, S., 2006), (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2007), (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2008a), (Austin, W., C. Park, E. Goble, 2008), (Romero Pérez, Clara, 2008), (Oliva Figueroa, Iván, 2008), (Martínez Miguélez, Miguel, 2009), (Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy; González Mora, Ania, 2010b)

²³ Las **carencias académicas** son:

1. Una adecuada visión de conjunto de la marcha de la ciencia mundial, de los **Estudios CTS** (de sus grandes derroteros, tradiciones, corrientes y autores)
2. La trayectoria histórica, el presente y las perspectivas de la ciencia en Cuba.
3. *Cómo se articulan con realidades económicas, políticas y culturales* (estudios endógenos).
4. *La naturaleza de la ciencia: su filosofía, axiología y metodología* (Núñez Jover, Jorge, 1991, pág. 7)

En gran medida, varias de estas carencias, reveladas hace dos décadas, aún siguen insatisfechas hasta hoy. Por ello, se precisa trazar nuevas estrategias para elevar la toma de conciencia y la responsabilidad social de todos los profesionales de la Educación Superior ante esta situación. (Núñez Jover, Jorge, 1999c, pág. IV). (López Cerezo, José Antonio, 1999c, pág. 217); (Figaredo Curiel, Francisco, 2002, pág. 29).

²⁴ En el ámbito específico de la **Educación CTS**, como vanguardia de integración de la educación, se han consultado varias experiencias internacionales: *Ciclo de la Responsabilidad* (Estados Unidos), *ARGO* (España), *Ciencia, Tecnología, Innovación, Desarrollo* (Uruguay), *Formación CTS para maestros* (Colombia). Programa Nacional de Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (Cuba) integrado por once programas específicos, varios de ellos centrados en la problemática educativa. Una breve descripción de ellas se recoge en: (Figaredo Curiel, Francisco, 2002) en el Anexo No. 2.

²⁵ En el desarrollo de este trabajo se consideran **varias contribuciones al tema en el área de la Educación CTS**, realizadas en las tesis doctorales de: (Ramírez Valdés, Grisel, 2000), (Morales Calatayud, Marianela, 2001), (Ortega Suárez, Jorge, 2002), (Bosque, Jerry, 2002) Además, se aprovecharon los aportes de otros acercamientos más específicos: (Martínez Ungo, Idelsis, 2001), (Matías González, Alberto, 2002), (Márquez Lizaro, Rolando, 2005), (Macías Llanes, María Elena, 2006a). Incluso se utilizaron otras ideas sobre el tema de la **inter y la transdisciplina** desde diferentes referentes: (Ruíz Iglesias, Magalys, 1997), (Mañalich, R., 1998), (Álvarez Pérez, Marta, 1999), (De la Rúa Batista, Manuel, 2000); (Fernández de Alaiza, Berta, 2001); (Hernández Rabell, Lourdes, 2003), (Salazar, Diana, 2004), (Lombana Rodríguez, Raúl, 2005). (Varona Domínguez, Freddy, 2008a), entre otros.

²⁶ Entre las **disciplinas y áreas constitutivas de los Estudios CTS** se reconocen: *Historia de la Ciencia y de la Tecnología, Filosofía de la Ciencia y la Tecnología, Sociología del Conocimiento y de la Ciencia, Axiología y Ética de la Ciencia y de la Tecnología, Política en Ciencia y Tecnología, Economía del cambio tecnológico*, etc., todas las cuales tributan a la interdisciplinaria y amplia área de la **Educación CTS**.

²⁷ Los *Fines de la educación CTS en Cuba* (6), sistematizados por Francisco Figaredo guardan estrecha relación con los principios que serán más adelante tratados: Ver: (Figaredo Curiel, Francisco, 2002, págs. 46-50)

²⁸ La aceptación, los éxitos y el reconocimiento social de la **Educación CTS** en Cuba son indiscutibles y su impacto positivo en la educación superior, en los centros de investigación y en la cultura científica del pueblo en general son evidentes y crecientes (Núñez Jover, Jorge, López Cerezo, José Antonio, 1999b), (Pérez Ones, Isarelis, 2009), (Blanco Godínez, Félix, 2009)

²⁹ Se precisa distinguir este Programa de la asignatura **Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología**, generalizado por el MES, del **Programa Nacional de Estudios CTS**, creado y difundido por Jorge Núñez Jover, Director de Postgrado de la Universidad de la Habana, quien es pionero de estos estudios en Cuba. El Programa del MES es solo el documento analítico de la asignatura, mientras que el Programa, que ha desarrollado la Dirección de Postgrado de la UH, consiste en toda una estrategia integral de desarrollo de los *Estudios CTS* en el país. De hecho, Jorge Núñez previó la necesidad de promover avances en **tres áreas estratégicas fundamentales: educación, investigación y gestión científico-tecnológica**, así como en *10 subprogramas específicos* (Núñez Jover, Jorge, 1998b), (Núñez Jover, Jorge, 1998c).

³⁰ Se revisaron varios **Documentos y Programas** de postgrado de cursos, diplomados, maestrías y doctorados de varios centros del país, en la mayoría de los cuales, salvo excepciones, se pudo constatar desactualización, tanto en los contenidos como en la bibliografía. (MES, MINED, MINSAP, CITMA, INDER, UH, CUJAE, IPLAC, ICCP, Universidad de Cienfuegos, Universidad "Camilo Cienfuegos" de Matanzas, Universidad Pedagógica "José Martí", Universidad de las Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay", Facultad de Cultura Física "Manuel Fajardo" y Universidad de Camagüey, entre otras instituciones del país)

³¹ En este **complejo problema** están imbricados diversos campos y áreas de conocimiento aparentemente distantes entre sí, por ello para su solución, se tratan de integrar los aportes de estudios realizados desde disciplinas tales como: Historia de la Filosofía, Historia de la Ciencia (Física, Química, Biología, Matemáticas), Filosofía y Psicología de la Educación, Metodología de la investigación social, así como desde diversas teorías, enfoques e híbridos inter y transdisciplinarios tales como: *Estudios CTS, Estudios de la Complejidad, Holismo ambiental, Bioética, Hermenéutica y Constructivismo*.

³² Anexo 1.11: **Las crisis y las fuentes clásicas del conocimiento**.

³³ Según algunos autores la palabra **interdisciplina** es relativamente nueva, pues aparece por primera vez en 1937 con el sociólogo Louis Wirtz. (Dogan, Mattei, 1999) En esencia, el enfoque asumido aquí es **interdisciplinario**, todavía no puede ser **transdisciplinario**, porque no alcanza aún los atributos de esa forma superior de trabajo de integración del saber, aunque la tendencia sea tratar de lograrlo. Sobre esta temática el autor ha publicado (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2007) y otros textos que serán referidos más adelante.

³⁴ El término **Colegio invisible** lo introduce **David Crane** en 1972 y se refiere **al paradójico aislamiento entre los investigadores de la borrosa vanguardia científica** (en el frente de las investigaciones, como dice Price, o en la punta o borde delantero del conocimiento), constituida por cultores de diversas disciplinas, quienes, dispersos por todo el mundo y la mayoría de las veces sin conocerse entre sí, están trabajando en temas afines, pero desde perspectivas filosóficas, ideológicas, epistemológicas y metodológicas diferentes (Crane, David, 1972), (Price, D.J.S., 1973), (Price, D.J.S., 1980, pág. 164), (Thuillier, Pierre, 1977) (Thuillier, Pierre, 1992), (Bunge, Mario, 1991), (Bunge, Mario, 2004), (Núñez Jover, Jorge, 1999c)

³⁵ Tiene un valor especial la sutileza de **Gadamer**, quien nos advierte, cuando se refiere **"al punto de partida"** y **"al punto de llegada"** en la **comprensión** (reinterpretación) de la historia, que la interpretación de hoy se hace **"desde nuestro punto de vista"**, es decir, desde ese punto de referencia, desde el cual estudiamos y llegamos a la Antigüedad para reinterpretarla según nuestros cánones de racionalidad, nuestra fuentes y nuestras posibilidades heurísticas (Gadamer, Hans Georg, 1995, pág. 19) Además, en **otros historiadores** también está presente esta **hermenéutica** idea, por ejemplo, en: Hölderlin, F., 1983, Wieland, W., 1988, Bueno, G., 1993, Cassin, B., 1994, Reale, G., 1996, Hadot, P., 1998, Soares, L., 2000.

³⁶ El término **episteme** como **conocimiento particular y preciso** se diferencia cualitativamente del término **doxa**, en tanto este se refiere a **la opinión o saber común** más bien especulativo del ciudadano. Además, el origen del conocimiento científico aunque tiene como fundamento y punto de partida la **techné** (**saber operativo, singular y local**) se diferencia de este, porque tiende a la **generalización teórica** de los rasgos comunes y universales de los objetos y fenómenos. De manera que el origen de la filosofía y de la ciencia antigua guarda una estrecha relación con el desarrollo de la técnica y de la lógica. Conocer la diferencia entre el saber técnico y el saber científico, es tan importante como conocer el paso del **mito** al **logos** en la cultura jónica antigua. (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998, págs. Unidad 2, p. 2-12), (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 11-28, 43-55), (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 44-51), (Bueno, Gustavo, 1995a, págs. 19-37), (Bueno, Gustavo, 1995b, págs. 7-12)

³⁷ Sobre sus diferencias y semejanzas se ha escrito mucho. El **enfoque gnoseológico y la especificidad integradora (universal) del saber filosófico** que aquí se subscriben tienen una rica tradición hegeliana y marxista, luego enriquecida en los trabajos de P.V. Kopnin, E.V. Ilienkov, B.M. Kedrov, Zaira Rodríguez Ugidos y especialmente en la *Teoría del cierre categorial* del filósofo español Gustavo Bueno (Kedrov, B.M., 1972), (Ilienkov, E.V., 1979a), (Ilienkov, E.V., 1979b), (Kopnin, P.V., 1983), (Rodríguez Ugidos, Zaira, 1985), (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 11-28, 43-55), (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 44-51), (Bueno, Gustavo, 1995a, págs. 19-37), (Bueno, Gustavo, 1995b, págs. 7-12)

³⁸ Hoy va emergiendo una nueva visión sobre el conocimiento mucho más atinada, que reitera la necesidad de la reivindicación del **enfoque gnoseológico** fundado en el estudio del contexto social del saber. (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 21-28, 43-55)

³⁹ Para algunos autores la **episteme** debe comprenderse como saber particular de todo tipo y no solo como ciencia (vs. reduccionismo), (Foucault, M., 1970, Bueno, G., 1992, p. 21-28, 1995a, p. 19-37, Rabelo, P., 1995, 1996, 1998, (Munné, Frederic, 2001b), (Jardines, Alexis, 2004, págs. 18-22), (Navarro, Desiderio, 2007)

⁴⁰ Para conocer más sobre las definiciones de concepto consultar (Kopnin, P.V., 1980, págs. 268-270), (Fermoso Estébanez, Paciano, 1988, págs. 34-42), (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 16)

⁴¹ Pero **¡Cuidado!**, aquí valdría hacer una oportuna alerta, en el espíritu del Maestro, quién ya en su época tuvo una aguda, ingeniosa y flexible comprensión de la filosofía, cuando caracterizando al poeta Emerson, sentenció: “... *no obedeció a ningún sistema, lo que le parecía acto de ciego y de siervo, ni creó ninguno, lo que le parecía acto de mente flaca, baja y envidiosa*” (Martí, José, 1992, pág. 363)

⁴² La **Teoría del Conocimiento** es una doctrina esencial de la filosofía, especialmente cuando ésta dejó de ser la pretendida “ciencia de las ciencias” y quedó en pie, como su campo de acción, los problemas concernientes a la dialéctica, la lógica y la teoría del saber, conjuntamente con la metodología del conocimiento científico (Engels, Federico, 1975, pág. 381) Así, la gnoseología, desde la perspectiva marxista-leninista, es la doctrina que trata de las regularidades y principios fundamentales del proceso dialéctico de la relación sujeto-objeto, de los métodos, medios y procedimientos generales para conocer el mundo (Kursanov, G., 1979, pág. 270)

⁴³ Este **Mito** radica en la *creencia de la superioridad de la cultura occidental sobre las demás culturas*, o al menos, en la subestimación de ellas. Así también, en muchos textos se puede identificar con relativa facilidad una fuerte dosis de parcialidad y preferencia por determinados autores, más difundidos en tal o más cual cultura, a la hora de estudiar o caracterizar el conocimiento científico. Desde la *Teoría del Cierre Categorical* del filósofo español **Gustavo Bueno** sistematiza **los cuatro enfoques sobre la ciencia**: 1) *descripcionismo*, 2) *teoreticismo*, 3) *adecuacionismo*, 4) *materialismo gnoseológico o circularismo*. Desde esta cuarta propuesta Bueno enfatiza la necesidad de entender el *proceso del conocimiento* no como una simple relación sujeto – objeto (puramente epistemológica o científico particular), sino como un proceso más complejo, como un *espacio gnoseológico tridimensional* (filosófico) constituido por *tres «ejes»* y sus correspondientes *tres partes* específicas, denominados: *eje sintáctico*: *términos, relaciones y operaciones*, *eje semántico*: *referenciales, fenómenos, esencias o estructuras* y *eje pragmático*: *normas, dialogismos, autologismos, espacio gnoseológico* en el cual ya está contenida la relación sujeto – objeto y su mediación o contexto social (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 61-96), (Bueno, Gustavo, 1995a, págs. 19-36)

⁴⁴ En la historia muchos conceptos comienzan a configurarse desde el pensamiento de la Antigüedad. Consultar: (Juarrero, Alicia, 2002), (Juarrero, Alicia, 2006), (Martínez Álvarez, Fidel, 2007a), (Juarrero, Alicia, Rubino Carl A., et. al., 2008)

⁴⁵ En la **tradición exsocialista** se hace un rescate de la historia del pensamiento oriental que ha sido silenciada hace mucho tiempo por el occidental-centrismo. (Makovelski, A., 1967), (Stiázkhin, N., 1967), (Guetmánova, A., 1986), entre otros) Afortunadamente ya en Occidente en general se va tomando consciencia de la necesidad de asimilar de manera endógena la milenaria y rica cultura oriental (Needham, Joseph, 1984), (Temple, Robert, 1988), (Colin, Denis, Barry, Catherine, 1990), (Kosko, Bart, 1995), (Martínez Miguélez, Miguel, 2002), (Moreno, Juan Carlos, 2002b, pág. 13) En Cuba se está promoviendo el estudio del pensamiento holístico oriental. Una de sus más loables expresiones es la Medicina Natural y Tradicional (Álvarez, T.A., 1992), (Díaz Mastellari, Marcos, 2003), (Díaz Mastellari, Marcos, 2005), (Díaz Mastellari, Marcos, 2006), (Martínez Álvarez, Fidel, Barranco Pedraza, Leonor, Molina Fuentes, Indira, 2007c)

⁴⁶ A menudo se desconocen o se olvidan **los antecedentes orientales** de muchas ideas, descubrimientos y creaciones tecnológicas (Needham, Joseph, 1984), (Temple, Robert, 1988), (Valera Alonso, Orlando, 1999, pág. 105)

⁴⁷ Algunos términos muy vinculados al conocimiento son: *verdad, objetividad, subjetividad, cosmos (orden), caos (desorden), lo inmutable o permanente, el cambio, el devenir, lo uno (todo), parte (lo múltiple), la mediación, lo abstracto, lo concreto, lo racional, lo empírico, análisis, síntesis, inducción, deducción, causalidad, clasificación, integración, teoría, práctica*, etc.

⁴⁸ Se precisa una aclaración, **Tales** aportó **una idea premisa** muy importante para el surgimiento de la ciencia jónica, la idea de que la realidad se puede estudiar a partir del estudio del orden (cosmos), de las regularidades en el movimiento de la naturaleza, pero él no fue su fundador, pues “... *los teoremas geométricos de Tales de Mileto no constituyen sensu estricto el origen de las ciencias... El origen de la geometría cristalizó con la aparición de Los Elementos de Euclides, esto es, casi cuatro siglos más tarde de la aparición del primer teorema geométrico del que tenemos noticia*” (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998, pág. 6)

⁴⁹ Como se reconoce desde hace ya varias décadas, la *Geometría eucladiana* está dejando de ser *el modelo de rigor científico*, pues desarrollos posterior de la *Geometría* como los realizados por el matemático alemán **Carl Friedrich Gauss** (1777-1855), el ruso **Nicolái Ivanovich Lobachevski** (1793-1856), el húngaro **János Bolyai** (1801-1860), el alemán **Bernhard Riemann** (1826-1866) el francés **Henri Poincaré** (1852-1912), el estadounidense de origen ruso **Solomon Lefschetz**, (1884-1972), el norteamericano **Stephen Smale** (1930-), el francés **René Thom** (1923-) y su coterráneo de origen polaco **Benoit Mandelbrot** (1924-), entre otros, permiten comprender que la *Geometría eucladiana* era solo cuantitativa y esencialmente abstracta y vinculada más bien a los patrones más generales y desentendida de la riqueza fenoménica de la realidad (Gleick, James, 1988, págs. 52-60), (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, págs. 17-37); (Mandelbrot, Benoit, 1997, págs. 15-21)

⁵⁰ La mayoría de los sabios presocráticos partían de un principio explicativo universal: **archí o arjé** (agua en *Tales*, aire en *Anaximedes*, fuego en *Heráclito*, *apeiron* en *Anaximandro*, *número* en *Pitágoras*, etc.)

⁵¹ Sobre los **antecedentes de los estudios de la complejidad** en el pensamiento presocrático se puede consultar (Bateson, Gregory, 1972/1993, pág. 449), (Guetmánova, A., 1986, pág. 273), (Woodcock, A.; Davis, M., 1994, pág. 20), (Capra, Fritjof, 1996,

pág. 19), (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998, pág. 6), (Navarro Cid, José, 2001, pág. 4), (De la Peña, José Antonio, 2001, pág. 4), (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, págs. 69-73), (Juarrero, Alicia, 2002), (Juarrero, Alicia, 2006), (Martínez Álvarez, Fidel, 2007a), (Juarrero, Alicia, Rubino Carl A., et. al., 2008)

⁵² **Otras ideas asociadas a estas dos** también juegan un papel muy importante para comprender la evolución del pensamiento occidental sobre el conocimiento y su integración, por ejemplo, las ideas de *Platón* y *Aristóteles* sobre *substancia*, *esencia*, *identidad*, *cambio*, *mediación*, *totalidad*, etc. Hoy todavía no se ha divulgado lo suficiente los trabajos de algunos autores que desde diferentes culturas y posiciones epistemológicas reinterpretan los fundamentos del ideal clásico de la racionalidad científica (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 128-205), (Gibert Galassi, Jorge, 1999), (De la Peña, José Antonio, 2001), (Juarrero, Alicia, 2002), (Juarrero, Alicia, 2006), (Juarrero, Alicia, Rubino Carl A., et. al., 2008)

⁵³ *Aristóteles* asumía que: "... el conocimiento científico es un conocimiento estable y cierto, universal y necesario. Determinar la forma común a todas las ciencias le llevó a elaborar la lógica como el instrumento (*organon*) de la ciencia. La lógica, pues, tiene como objeto estudiar la estructura de la ciencia en general" (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998, pág. 6)

⁵⁴ La noción de **Ciencia** de *Aristóteles* está sumergida en sus *Segundos Analíticos* que les denomina *doctrina del silogismo científico*. Para el estagirita es indispensable partir de **principios científicos** ciertos y necesarios, a los que les llama: **axiomas** y "... tienen que ser: 1) **indemostrables**, pues al ser primeros e inmediatos no pueden deducirse de nada anterior. 2) **fecundos**, pues de ellos se deben derivar todas las sucesivas demostraciones de la ciencia en cuestión y 3) **garantizar la conexión causal** entre ellos y sus conclusiones" (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998, pág. 7) Por tanto, *Aristóteles* fue el precursor del **concepto clásico de Ciencia**, más que todo, porque fue el primero en establecer la tesis demarcacionista de que una teoría es científica cuando es capaz de crear un sistema de proposiciones derivadas de principios (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 21-22)

⁵⁵ Una caracterización de los avances en la **noción de causalidad**, iniciada por *Aristóteles*, se puede consultar en: (Von Wright, Georg Henrik, 1994, págs. 305-342) Para *Aristóteles* la causalidad estaba fundamentada en cuatro razones (el término *aition*, que significaba factor responsable y explicativo): 1) *Causa material* o de qué está constituido algo; 2) *Causa eficiente* o motriz como el quehacer práctico que genera movimiento y creación; 3) *Causa formal* que puede ser de especie, tipo o clase; 4) *Causa final* como objetivo o función planeada de una construcción o de un invento. De hecho, para *Aristóteles* "... la forma no tenía una existencia separada sino que era inmanente en la materia y que ésta tampoco podía existir aisladamente de la forma. La materia, según *Aristóteles*, contenía la naturaleza esencial de todas las cosas, pero sólo como potencialidad. Por medio de la forma, esta esencia se convertía en real o actual. El proceso de la auto-realización de la esencia en el fenómeno real fue denominado por *Aristóteles* *entelequia* «autocompleción»" (Capra, Fritjof, 1996, pág. 17)

⁵⁶ Anexo 1.15: **Explicación y comprensión.**

⁵⁷ Una crítica bien incisiva contra **el método científico moderno** aparece en: (Feyerabend, Paul K., 1975/1981)

⁵⁸ La idea de *Aristóteles* sobre la **mediación** es muy avanzada, y tuvo continuidad en J.G.F. Hegel, C. Marx y V.I. Lenin, quienes la asumieron como una de las tesis centrales de la dialéctica. (Lenin, V.I., 1985, t. 29, p. 107-170, 321-328)

⁵⁹ **La dinámica no lineal y la naturaleza compleja de los sistemas**, intuida en esta célebre sentencia de *Aristóteles*, conduce al reconocimiento, de que la esencia del **Todo** es fruto de las **propiedades emergentes** que aparecen gracias a los **nexos e infinitas interrelaciones (mediación)** de las partes del sistema entre sí y de este con el **entorno**, proceso que lleva a la **ruptura de simetría**, lo cual en su tiempo Hegel le llamó **trasgresión de la línea nodal de las relaciones de medida** (Hegel, G.W.F., 1974a, págs. 320-326), (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, págs. 71-79)

⁶⁰ Anexo 1.16: **Emergencia.**

⁶¹ Nótese el símil que encierra la siguiente sentencia con la idea de *Aristóteles* sobre la **objetividad de las abstracciones**: "Como álgebra *procede del árabe* jabara = unir, atar, ¡fractal y álgebra son etimológicamente opuestos!" (Mandelbrot, Benoit, 1997, pág. 19) Más exactamente, no solo son opuestos sino también se presuponen mutuamente. Esta idea de que las nociones matemáticas deben ser reflejo de la realidad fue confirmada plenamente por la *Geometría fractal*.

⁶² La concepción de *Aristóteles* de la dinámica de las **categorías**, como herramientas lógicas del conocimiento científico sistemático del mundo (de diferenciación e integración simultáneas) le permitió, asumir que ellas constituyen totalidades, tanto formales, como llenas de contenido y que, por ello, podían adoptar variadas configuraciones como rizomas-fractales (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 126-205)

⁶³ Un gran significado epistemológico tiene la propuesta aristotélica de la vertebración de las categorías, de su ordenamiento y estratificación (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 57-64, 126-205)

⁶⁴ El carácter contradictorio de la filosofía de *Aristóteles* ha sido señalado con mucho tino por los clásicos del marxismo, quienes han contribuido a desmitificar la obra del genio estagirita, quien fue tergiversado no solo en manos de la Escolástica medieval, sino también por otros pensadores de la modernidad (Lenin, V.I., 1985, t. 29, p. 253-262, Bueno, G., 1992, Hormigón, M., 1996a, p. 56-63, Woods, A., T. Grant, 2005, p. 61)

⁶⁵ Para sistematizar estos antecedentes pueden ayudar las ideas de *Carl Mitcham* y *Gustavo Bueno* sobre la actitud del hombre ante el conocimiento y la técnica en la historia. En general han existido **tres tendencias o períodos** en la actitud del hombre ante el conocimiento y la técnica: 1. **Escepticismo antiguo** (Programa escéptico del pluralismo radical), 2. **Optimismo antiguo** (Programa monista optimista), 3. **Romanticismo o desasosiego ilustrado de la Modernidad**. (Mitcham, C., 1995, p. 172-189, Bueno, G., 1992, p. 187-196)

⁶⁶ En esencia este **Mito** tuvo sus raíces en el abismo que generó la profundización y diversificación de la división social del trabajo entre la clase dominante y la inmensa mayoría del pueblo desde la antigüedad (Medina, Manuel, 1995, págs. 180-183), (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 57) A su vez, este prejuicio fue luego sobredimensionado y perpetuado por los continuadores del *misticismo pitagórico*. El fundamento social de este mito se sedimentó en las particularidades de la estructura social esclavista griega de la época clásica, (Ciapuscio, Héctor, 1994, págs. 90-125) Así también, otro **Mito** sobre el conocimiento difundido por la filosofía idealista y mística griega, consistió en la tesis sobre **el carácter amenazador y peligroso del conocimiento y los artificios técnicos**. Esto tuvo su expresión más supersticiosa también en los pitagóricos y sus continuadores, quienes le atribuyeron al **dodecaedro** y a otros principios geométricos una naturaleza **subversiva y maléfica**, por lo que trataron siempre de mantenerlos alejados del conocimiento público. (Mitcham Carl, 1995, pág. 172)

⁶⁷ En esa etapa de la historia de la Europa medieval dentro de los monasterios se produjeron avances significativos y sobre todo los mayores éxitos se alcanzaron en el denominado siglo de Oro: el siglo XIII. *“Hace ya muchos años que, gracias a una pléyade de historiadores de la filosofía y de la ciencia (desde Dilthey a Cassirer, desde Koyré a Crombie) ha ido pasando a un segundo plano la tesis aún viva (de Draper a Farrington), que ve en la época medieval un mero paréntesis entre la Edad Antigua y su re-nacimiento y desarrollo en la Edad Moderna”* (Díaz, Ariel, 1989, págs. 27-42), (Eco, Umberto, 1989), (Bueno, Gustavo, 1990, pág. 71), (Bueno, Gustavo, 1992, pág. 127), (González Casanova, Pablo, 2004, pág. 21)

⁶⁸ Sin embargo, *“... el término científico fue utilizado por primera vez en 1833 cuando William Whewell lo empleó durante una reunión de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia para referirse a los allí reunidos. El crédito del término se extendió en la medida en que los hombres de ciencia aceptaron la imagen de sí mismos como profesionales”* (Núñez Jover, Jorge, 1999c, pág. 10)

⁶⁹ Un interesante análisis sobre el objeto de la **Química** y su relación con la **Física**, así como con la **Biología** en general y la **Genética** en particular, además, de las relaciones interdisciplinarias entre ellas se puede consultar en: (Bueno, Gustavo, 1993b), (Bueno, Gustavo, 1993c), (Bueno, Gustavo, 1993d, págs. 134-145)

⁷⁰ Varios autores ya han llegado a realizar una periodización del **origen y evolución de las Ciencias Sociales**: 1) etapa de su formación, desde la primera mitad del siglo XIX hasta 1945; 2) su expansión y consolidación, desde la segunda posguerra a 1960; 3) del giro constructivista o de pre-crisis, entre 1960 y 1970; 4) su crisis de 1970 a 1990; 5) de reconstrucción epistemológica, desde 1990 hasta hoy. Ver: (Kon, I., 1979), (Alexander, J., 1989), (Sontag, H., 1994), (Wallerstein, Immanuel (Comp.), 1995), (Castro, Gregorio, 1998), (Lander, Edgardo, 2000), (Sontag, H.; et. al., 2000), (Espina Prieto, Mayra, 2003, págs. 11-12)

⁷¹ Cuando se reflexiona sobre las **disciplinas** no se pueda pasar por alto sus *“virtudes”* y *“limitaciones”*, pues el propio nacimiento de la disciplina es la revelación o construcción de un objeto significativo para el conocimiento científico, así como, contradictoriamente, es a la vez la delimitación abstracta (fragmentación) de un dominio específico de competencia que claramente exige distinguirse de la vaguedad o dispersión del conocimiento. En este punto es positivo y necesario que el saber especializado pretenda alcanzar la mayor profundidad, rigor y certeza sobre el conocimiento de un fenómeno en particular (Ander-Egg, Ezequiel, 1994), (Torres Santomé, Jurjo, 1994), (Domínguez Gómez, Eduardo, 2002), (Lombana Rodríguez, Raúl, 2005)

⁷² De aquí su **tendencia a la rigidez y al dogmatismo** en el análisis de los fenómenos, incluso, en su propia disciplina. En consecuencia, se pierden las *mediaciones*, los *vínculos* y *nexos* con los restantes fenómenos y disciplinas, es decir, con el universo del objeto en cuestión, el cual es infinitamente más rico y dinámico que la disciplina (Espina Prieto, Mayra, 2003)

⁷³ La integración del saber presupone y promueve nuevas formas de especialización, pero excluye el reduccionismo abstracto. Edgar Morín en su crítica a la racionalidad moderna occidental revela con acierto su más íntima naturaleza holística y dialéctica: *“El pensamiento dominante del Norte está basado en la reducción de lo complejo a lo simple y en la disyunción; es decir, en la separación de lo que en realidad es inseparable... Este pensamiento es ciego a lo que es global y fundamental, porque los conocimientos separados no permiten captar la complejidad de los fenómenos globales y el carácter fundamental de nuestros problemas vitales”* (Morín, Edgar, 2010, pág. 7)

⁷⁴ Hoy se sabe que la **Biología** moderna tuvo la fortuna de no tener un precursor formado en el paradigma disciplinar propio de las universidades, sino por el contrario, **Charles Darwin** fue un autodidacta de formación multidisciplinaria, de manera que gracias a la integración de sus conocimientos y su consecuente constatación y verificación práctica en su viaje alrededor del mundo, lo llevaron a la creación de la *Teoría de la Evolución de las Especies*, la cual tiene una naturaleza eminentemente interdisciplinaria. Lo mismo sucedió con el descubrimiento realizado por **Alfred Wegener** de la *Teoría de la deriva de los continentes*, confirmada 50 años después por el descubrimiento de la *Tectónica de las placas* (Morín, Edgar, 1996a, págs. 18-20)

⁷⁵ El mensaje del Renacimiento es *“... otro mensaje del sur - y este mensaje que debemos asumir y retomar es: “cuestionar”. El Renacimiento es un movimiento del espíritu en el que se cuestiona al mundo”* (Morín, Edgar, 2010)

⁷⁶ El filósofo francés **Michel Eyquem Montaigne** (1533-1592) dijo que el hombre es incapaz de conocer con certeza. Por ello, **Montaigne** fue uno de los primeros en oponerse al carácter desmedido del optimismo renacentista sobre las potencialidades de la racionalidad científica.

⁷⁷ Posteriormente, en el siglo XIX, **la inducción científica** fue desarrollada por seguidores suyos como **John Stuart Mill** (1806-1873) y otros lógicos.

⁷⁸ **La Teoría crítica de los Ídolos de Francis Bacon:**

1. El **ídolo de la tribu** es propia de la naturaleza humana, aparece como tendencia habitual del hombre a confundir la realidad con el deseo o el engaño de los sentidos, es decir, *son los errores cognitivos* en que la mente cae por causa de *la naturaleza engañosa de las apariencias*.
2. El **ídolo de la caverna** es la tendencia negativa o limitación del individuo que está condicionada por las dificultades de la educación recibida, de los malos hábitos y de las complejidades de su sistema de valores.
3. El **ídolo del foro** (del *mercado* o de la *plaza*), dado en la comunicación entre los humanos, se expresa en determinadas relaciones sociales, donde el individuo comete errores o se ve limitado en la comunicación, debido al lenguaje inapropiado o vulgar predominante.
4. El **ídolo del teatro** se manifiesta en los errores de razonamiento, debido a limitadas o falsas filosofías, teorías y creencias fundadas en el argumento y *abuso de la autoridad* (culto a la personalidad) o producidos por la fidelidad ciega (acritica) a los sistemas filosóficos y teorías científicas santificadas o excesivamente veneradas. Estas ideas de Bacon tienen una vigencia tremenda en las condiciones actuales. Para comprender mejor el alcance de estas ideas de Bacon es necesario leer dos obras fundamentales suyas: *Novum Organum* y *La Nueva Atlántida* (Bacon, Francis, 1974), (Bacon, Francis, 2003)

⁷⁹ La parte constructiva de la lógica de **Francis Bacon** es la exposición de *la teoría de su método* y ello no consiste en una simple recogida de datos, sino en la observación cuidadosa y completa de los hechos, que llama «historia natural y experimental», realizada según tablas de presencia, ausencia y comparación o grados. La inducción baconiana supone de hecho la obtención de hipótesis o conjeturas por eliminación, las cuales somete de nuevo a otras pruebas.

⁸⁰ En verdad, se tuvo que esperar hasta que **J.G.F. Hegel** caracterizara **la medición** como *el proceso de síntesis del registro integrado y dialéctico de las propiedades, tanto cuantitativas como cualitativas del fenómeno*. Más adelante se profundizará en esta revolucionaria idea hegeliana frecuentemente subestimada en la historia del conocimiento.

⁸¹ Son muy elocuentes las maneras que Edgar Morin critica **el ideal clásico de racionalidad** fundado en la simplificación, la cual es necesaria, pero insuficiente para la ciencia (Morin, Edgar, 1999)

⁸² La historia recoge decenas de episodios tristemente célebres, tales como aquellos ocurridos en la biología, cuando varios investigadores, inspirados por el supuesto éxito de **William Harvey** (1578-1657) en la aplicación del modelo mecanicista de **Descartes** en la comprensión del fenómeno de la circulación sanguínea, pretendieron explicar también otras funciones del cuerpo humano, como la digestión y el metabolismo. *“Tales intentos acabaron no obstante en fracaso, dado que los fenómenos que los fisiólogos intentaban explicar conllevaban procesos químicos desconocidos en la época y que no podían ser descritos en términos mecanicistas. La situación cambió substancialmente en el siglo XVIII, cuando Antoine Lavoisier, el «padre de la química moderna», demostró que la respiración era una forma específica de oxidación, confirmando así la importancia de los procesos químicos en el funcionamiento de los organismos vivos”* (Capra, Fritjof, 1996, pág. 20)

⁸³ Por ejemplo ideas avanzadas como las de **Blaise Pascal** (1623-1662) filósofo y científico francés, quien sentenció que: *“... todas las cosas son causadas y causantes, ayudadas y ayudantes, mediatas e inmediatas y todas subsisten por un lazo natural e insensible que liga a las más alejadas y a las más distintas, considero imposible conocer las partes sin conocer el todo, al igual que conocer el todo sin conocer particularmente las partes”*. Tomado de: (Morin, Edgar, 1993, pág. 202)

⁸⁴ También existieron ideas de contracorriente. Entre ellas está la intuitiva idea de la **no linealidad** de **Gottfried Wilhelm Leibniz** (1646-1716), quien fue más reconocido por su aportes al cálculo infinitesimal (Maldonado, Carlos, Eduardo, 2008, pág. 160)

⁸⁵ Entre **los partidarios de esta nueva línea de pensamiento**, de abierta crítica a la efervescencia propia del optimismo de la Época Moderna, tuvo gran acogida la novela: “El paraíso perdido” del escritor inglés **John Milton** (1608-1674), publicada en 1667, en la cual se somete a crítica el lado oscuro y deshumanizado del trabajo en las minas, en las fábricas, en las labores de fundición y forja, realizadas por los obreros en la ciudad de Pandemonium.

⁸⁶ En la historia de la filosofía varias ideas se interrelacionan en la comprensión del proceso del conocimiento (relación sujeto-objeto), pero han sido denominadas de diferentes maneras, según cada enfoque epistemológico. Por ejemplo, la idea del **carácter activo del sujeto** en el proceso del conocimiento nace con **Protágoras** y **Aristóteles**, pero luego fue revitalizada y enriquecida en el Renacimiento por **Montaigne**, quien elevó esa idea al rango de principio de **auto-examen o reflexividad**. En esencia sentenció que *“... no hay observador puro... el observador/concebidor debe observarse y concebirse en su propia observación”* (Morin, Edgar, 1995a, pág. 30) Este principio fue enriquecido luego por Kant y Hegel; así también más recientemente, ha sido rescatado por varias corrientes de pensamiento tales como: Etnometodología del conocimiento, los Estudios de laboratorio, la Teoría de la Red de Actores (todas de orientación CTS), la *Psicología de la Gestalt* (Valera Alonso, Orlando, 1995, págs. 12-13) y por el **Constructivismo radical** (Von Foerster, Heinz, 1998), entre otras corrientes. Más adelante se profundizará en estas ideas.

⁸⁷ En la literatura de corte positivista no es fácil encontrar trabajos especializados sobre el tema de la **observación**, más bien aparece como una temática dentro de los libros de Metodología de la investigación. En la historia de la filosofía se ha tratado el fenómeno de la **observación** en la parte epistemológica de los trabajos de pensadores clásicos como Hume, D., 1739, 1748, Lambert, J.H., 1760, Kant, E., 1770, 1781 y 1784 y Hegel, J.G.F., 1812, 1817. Luego, a partir de los años setenta del pasado siglo, se ha retomado su estudio con la crítica al neo-positivismo. Sobre otras ideas y los autores que han profundizado en este tema en la contemporaneidad se hará referencia más adelante.

⁸⁸ Anexo 1.17: **Postmodernismo Vs. Modernidad**.

⁸⁹ Es realmente muy lamentable que en la historia se conozca a **Sade** como **un demente o perverso escritor**. Los cultores de los mitos de la modernidad han tratado de silenciar el verdadero legado de **Sade** y lo han convertido en un arquetipo de la locura. Precisamente, tomando como referencia las novelas eróticas de Sade, **R. Von Krafft Ebing** introdujo y codificó en el lenguaje el término **sadismo**, que representa una práctica sexual perversa, lujuriosa, degradante y agresiva, que supone la satisfacción del victimario a partir del sufrimiento físico y mental de la víctima objeto del deseo. Por ello, reducir el legado de **Sade** a semejante calumnia, subestima lo mejor de su anticipadora obra.

⁹⁰ Muchos han sido los pensadores que de diversas maneras han realizado contribuciones a la comprensión del propio conocimiento científico, destacando aristas y aspectos controvertidos a modo de contracorriente al ideal clásico reduccionista de racionalidad científica. Julien Offray de La Mettrie (1709-1751) Denis Diderot (1713-1784) y Jean le Rond de ALEMBERT (1717-1783), SAINT SIMON (1760-1825), JOHANN BECKMANN (1739-1811), JOHANN POPPE (1776-1854) JOHANN WOLFGANG VON GOETHE (1749-1832) WILLIAM BLAKE (1757-1827), WILLIAM WORDSWORTH (1770-1850), CHARLES DICKENS (1812-1870), WILLIAM WHEWELL, JOHN STUART MILL (1806-1873), DROYSEN, MARY SHELLEY WOLLSTONECRAFT (1797-1851), SAMUEL BUTLER (1835-1902), ERNEST KAPP (1808-1896), WINDELBAND (1894) I. BORICHEVSKI y ROBERT MERTON. Varios autores han destacado el mérito de estos pensadores: (Dobrov, V.I., 1974), (Mikúlski, S.R., 1985a), (Mikúlski, S.R., 1985b), (Kosarieva, I.M., 1985), (Sanmartín, J., Luján López, J.L. et al., 1992), (Von Wright, Georg Henrik, 1994), (Lamo de Espinoza E. y et al., 1994, pag.232-233), (González García, Matha Inés, et. al., 1996), (Núñez Jover, Jorge, 1999a), (Huerga Melcon, Pablo, 1999)

⁹¹ El sistema lógico de **Kant** se halla expuesto en tres obras fundamentales: *Crítica de la razón pura*, *Crítica de la razón práctica* y *Crítica del juicio*. Precisamente a los elementos esenciales de su sistema los denomina *filosofía o lógica trascendental* y los expone en los *Prolegómenos* y en la primera de las tres Críticas mencionadas. La teoría del conocimiento de **Kant** aunque muy contradictoria y pesimista por su agnosticismo, tuvo un significativo impacto en la historia de la filosofía, pues de él bebieron muchos filósofos posteriores.

⁹² Esa manera dicotómica de entender la relación entre **razón y experiencia**, no era más que una dificultad predominante en la historia de la filosofía.

⁹³ **Kant** propuso una ingeniosa y dialéctica manera, para algunos autores ecléctica, de resolver **el dilema de la relación empírico-racional**, lo que a la postre constituyó una de las ideas fundamentales del **constructivismo** moderno (Gaarder, J., 1999, p. 374-377). Es decir, que *el conocimiento es un proceso donde el sujeto está a priori presente en el acto empírico de conocer*. Precisamente, tomando en consideración esta visión kantiana, así como las posturas similares de sus continuadores, Marx subraya un aporte muy importante de la Filosofía Clásica Alemana, cuando dice que *“... de aquí que el lado activo fuese desarrollado por el idealismo, por oposición al materialismo”* (Marx, C., 1974, p. 8). De hecho, la re-creación o modificación intencionada que realiza el sujeto (en base a fines e intereses a priori) de esa realidad que es objeto de su investigación, está *mediada*, tanto por las *condiciones materiales de existencia* en general, como por las *redes de interacción social* en particular (Dieterich, Heinz, 2005), (Sotolongo, Pedro Luis, 2007a), (Martínez Álvarez, Fidel, 2010e)

⁹⁴ **La revolución o giro copernicano de Kant** se refiere a que para lograr comprender el proceso del conocimiento, ha de hacerse lo mismo que hizo Copérnico en Astronomía, es decir, reconocer que no son las estrellas las que giran, sino el propio observador, por lo que de manera parecida Kant cree que sólo podemos tener un verdadero conocimiento de las cosas -un conocimiento universal y necesario- si el objeto depende del pensamiento para ser conocido, y no a la inversa. Sin embargo, la plena comprensión dialéctica del proceso del conocimiento se logró un poco después con Hegel y el Marxismo, que rechazaron abierta y exageradamente el agnosticismo de Kant, fenómeno que ha limitado mucho el reconocimiento de lo positivo de la tesis central de su gnoseología, a la cual le han prestado mayor atención pensadores de otras tendencias como la hermenéutica y el constructivismo.

⁹⁵ Un resumen de **los fundamentos filosóficos kantianos del constructivismo** en general, pero, en especial, del que se puede extraer **una interpretación dialéctica no agnóstica del conocimiento como construcción social**, aparece nitidamente en su obra: “Crítica del Juicio”, en el epígrafe VIII, titulado: “De la representación lógica de la finalidad de la naturaleza”. Según Kant “La finalidad de un objeto dado en la experiencia puede ser representada, o bien bajo un punto de vista del todo subjetivo, como en la conformidad que muestra su forma en una aprehensión (*apprehensio*), anterior a todo concepto con las facultades de conocer, y que da por resultado la unión de la intuición y de los conceptos en un conocimiento general, o bien bajo un punto de vista objetivo, como en la conformidad de la forma con la posibilidad de la cosa misma, según el concepto de esta cosa que con anterioridad contiene el principio de su forma. ... Aunque nuestro concepto de una finalidad de la naturaleza en las formas que esta toma conforme a las leyes empíricas no sea un concepto de objeto, sino un principio empleado por el Juicio para formarse los conceptos en medio de esta variedad natural, y poderse orientar de ellos, sin embargo, nosotros, por medio de este concepto, atribuimos a la naturaleza una relación con nuestra facultad de conocer análoga a la de fin, así es que podemos considerar su belleza como una exhibición del concepto de una finalidad formal (*puramente subjetiva*), y sus fines como exhibiciones del concepto de una finalidad real (*objetiva*). nosotros apreciamos la primera por el gusto (*estéticamente, por medio del sentimiento de placer*), y la segunda por el entendimiento y la razón (*lógicamente, por medio de los conceptos*). Este es el fundamento de la división de la crítica del Juicio, en crítica del juicio estético, y crítica del juicio teleológico” (Kant, I., 1786, p. 32-33).

⁹⁶ Anexo 1.18: **Principio hologramático o análisis por unidades**.

⁹⁷ Así pues, Kant, enriqueciendo algunas nociones de Aristóteles, expresó que las cosas coordinadas, “... se relacionan mutuamente como complemento y Todo; subordinadas, cual causado y causa, o generalmente, como principio y principiado. La primera relación

es recíproca y homónima, de modo que cualquier correlato mira a otro como determinante y a la vez determinado; la posterior es heterónima, o sea: de una parte la relación es de dependencia; de la otra, de causalidad. Esta coordinación ha de concebirse como real; y objetiva; no, como ideal y basada en el mero arbitrio del sujeto; que, de ser así, sumando arbitrariamente una multitud cualquiera, fabricarías un Todo” (Kant, Immanuel, 1770/2003, págs. 7-8) Otros conceptos también fueron anticipados por Kant en su época, sin utilizar los términos actuales, referidos a la dialéctica compleja de los fenómenos, cuando explicando las *antinómicas relaciones de los juicios*, previó y reveló propiedades o principios tales como los de **recursividad y retroalimentación** en los sistemas (Kant, Immanuel, 1781/1928, pág. 86) Por otro lado, Kant realizó también un extraordinario aporte científico poco divulgado, el cual reviste hoy un significado muy especial para el estudio de los sistemas complejos. Kant sometió a debate la esencia de los organismos vivos. De manera que consideraba que los organismos vivos, en contraste con las máquinas, son **auto-reproductores y auto-organizadores**. (Kant, Immanuel, 1790/1876, pág. 253) Con esta idea, “Kant se convertía no sólo en el primero en utilizar el término «auto-organización» para definir la naturaleza de los organismos vivos, sino que además lo usaba de modo notablemente similar a algunos de los conceptos contemporáneos” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 22)

⁹⁸ El **veto de las contradicciones** era un ardid ingenioso y mistificador que solía utilizar Kant para justificar teórica y prácticamente lo injustificable en el plano gnoseológico. Este tipo de proceder kantiano junto a su exacerbación de la capacidad creadora y manipuladora de la razón sobre la realidad, le llevó al agnosticismo (Ilienkov, E.V., 1984a), (Rodríguez Ugidos, Zaira, 1986)

⁹⁹ Las categorías hegelianas del pensamiento son creadoras del ser de la idea y, por tanto, creadoras de la propia realidad. En esencia, en esto consiste la naturaleza idealista del sistema filosófico hegeliano. Hegel tampoco escapó al *Mito del optimismo desmedido en la racionalidad moderna*, pero no en el sentido de creer que el conocimiento detallado y profundo de la realidad sería la clave para comprenderla y dominarla, sino más bien en la ilusión de llegar a Dios, y con ello, a la perfección, a través de su lógica dialéctica, que en resumidas cuentas como extremos en fin sería lo mismo.

¹⁰⁰ Algunas de las causas de este fenómeno están en la **fobia anti-filosófica** impuesta y generalizada por el positivismo y sus seguidores, quienes han enfatizado el carácter especulativo (el lenguaje exotérico y místico) de la *lógica dialéctica hegeliana*, subestimando y rechazando así su valor heurístico y metodológico (significado filosófico) para el desarrollo de la ciencia. Aunque poco divulga y reconocida, en verdad, ha existido una reivindicación del papel de la obra de Hegel para el estudio de las teorías científicas, especialmente, de las ciencias sociales (Kopnin, P.V., 1980, Morín, E., 1981, 1983, 1984, Ilienkov, E.V., 1984a, Kedrov, B.M., 1984, Peña, L., 1987, Kosik, K., 1989, Gibert Galassi, J., 1999, Suárez Martín, L., 2003, 2004)

¹⁰¹ Todavía queda en pie la gigantesca tarea de **desmitificar y divulgar** de manera asequible a las masas la **Lógica dialéctica hegeliana**. Fue algo que sentenció y reiteró constantemente Lenin en sus *Cuadernos Filosóficos*, Luego que sea lo suficientemente divulgada, reinterpretada y comprendida, solo, entonces, será posible convertirla en un método materialista de investigación factible de aplicar a cualquier ámbito de la realidad social. En verdad, esta exhortación de Lenin y de otros pensadores marxistas posteriores, desafortunadamente, no ha sido realmente acometida y constituye, por tanto, una *tarea pendiente* con el legado hegeliano y marxista Hoy se hace insoslayable el regreso a la reconceptualización de los fundamentos de la filosofía y del propio conocimiento científico, a través de la reivindicación de las fuentes clásicas, algo que permitirá el rescate de aquellas contribuciones poco difundidas en la filosofía y de otras olvidadas y desconocidas en la práctica científica. En consecuencia, es preciso el retorno al pensamiento hegeliano con una mirada nueva, fundado en la premisa de rescatar (despojándolo de su discurso pedante) sus ideas revolucionarias en el plano de la lógica (Marx, C., 1973, p. 1-9, Lenin, V.I., 1986, t. 29, p. 85-216, Kopnin, P.V., 1980, Morín, E., 1981, 1983, 1984, Ilienkov, E.V., 1984a, Kedrov, B.M., 1984, Peña, Lorenzo, 1987, Kosik, K., 1989, Guevara, Ernesto Ché, 1997, p. 142-147, Gibert Galassi, J., 1999, Suárez Martín, L., 2003, 2004) De hecho, **el valor de estas ideas no está solo en el plano epistemológico**, sino, especialmente, en los planos **político, ideológico y ético**. Por lo que “... en lo que concierne a la comprensión del método lógico-dialéctico del materialismo filosófico, la conclusión de Lenin sigue siendo certera y vigente hasta el día de hoy, afirmación que no debe herir susceptibilidades. La cuestión sobre cuya reflexión convoco nuevamente rebasa con creces los límites de nuestras subjetividades individuales, de la erudición y el talento demostrados, del prestigio académico justamente ganado y reconocido. Se trata de un tema lo suficientemente complejo como para haberse apagado, a merced del tiempo, en el interés de la comunidad científica, entre la incredulidad acerca de su real problematización y la extraña mezcla de complacencia dubitativa con el tratamiento recibido cuando era un motivo privilegiado del desvelo indagatorio por parte de filósofos, científicos sociales, naturales y matemáticos, ingenieros, educadores y dirigentes políticos. Es, por demás, como siempre se dijo, **una tarea digna del mejor organizado esfuerzo transdisciplinar**” (Suárez Martín, Luis, 2003, pág. 1)

¹⁰² Anexo 1.19: **Clasificación hegeliana de los Juicios**.

¹⁰³ Un interesante análisis de la relación entre las ideas de Aristóteles y Hegel sobre el silogismo práctico, así como su significado para el desarrollo de las ciencias sociales se pueden encontrar en: Von Wright. G.H., 1994, p. 334-335.

¹⁰⁴ **Friedrich Schleiermacher**, siendo contemporáneo de Hegel, fue un pensador que también insistió sobre la *idea del conocimiento como construcción social*, pero tampoco en su tiempo se le prestó la debida atención. Así también, desde la **Hermenéutica**, siguiendo la línea kantiana, contribuyó a la *fundamentación de la especificidad del conocimiento de las Ciencias Sociales*. Desde mediados del siglo XIX se gestó una *reacción antipositivista* que jugó un papel muy importante para el posterior desarrollo de las ciencias naturales y las matemáticas, pues enfatizaba la necesidad de que la ciencia reconociera la verdadera naturaleza de los fenómenos: la no linealidad y el papel del significado personal (subjetividad) como elementos constitutivos de la realidad, propiedades irreducibles que están presentes tanto en los fenómenos naturales, como sociales. En fin, esta reacción ante el ideal

clásico de racionalidad científica y contra el positivismo y el neo-positivismo, ya venía construyéndose desde los referentes que aportaba **la tradición dialéctica** (Protágoras, Heráclito, Zenón, Aristóteles, Montaigne, Vico, Hume, Kant y Hegel), así como del **pensamiento hermenéutico**. Estas tradiciones de pensamiento se opusieron implícita y explícitamente a la idea de querer legitimar científicamente el conocimiento social “... que se fundamenta en su cercanía al concepto de verdad semejante al de las ciencias exactas y naturales (“duras”). Por ello el objetivismo, la cuantificación, el manejo experimental o “quasi” experimental de los objetos sociales, la verificabilidad estadística, la estandarización y la identificación de leyes-tendencias y modelos causales explicativos como propósito fundamental de las ciencias sociales, se consolidan como sus rasgos hegemónicos” (Espina Prieto, Mayra, 2003, págs. 14-15), (Balandier, Georges, 1993)

¹⁰⁵ En verdad, la tesis de la **mediación** fue establecida en la historia del pensamiento por *Aristóteles*, pero solo como premisa de reflexión en el análisis, es decir, como requerimiento para poder revelar la esencia de algo, pues todas las cosas están insertas en un entorno o contexto. Sin embargo, la novedad que *Hegel* incorpora es que, apoyándose en *Aristóteles*, *Platón* y *Santo Tomás*, pudo identificar una serie de nuevas cualidades en la dialéctica de los fenómenos que le permitieron revelar regularidades en la dinámica de los sistemas, aunque solo las asignó al pensamiento, logrando así crear algunas de las bases conceptuales de lo que hoy denominamos teoría de sistemas y enfoques holístico y de la complejidad. Además, *Hegel* enfatiza la necesidad de reconocer la **complementariedad en la oposición** de la inducción y la deducción, del análisis y la síntesis, de lo empírico y lo racional, de lo abstracto y lo concreto, etc. Con estas ideas arriba a la genial conclusión de que **lo inmediato** es lo dado en la contemplación empírica como **totalidad abstracta**, pues solo percibimos una síntesis fragmentaria de lo “concreto” sensible, lo cual de hecho es **abstracción doble**, una, porque es reflejo solo de la combinación de propiedades superficiales del objeto, y, la otra, porque ese reflejo está condicionado por el paradigma portado por el sujeto (*Hegel*, G.W.F., 1974a, págs. 305-319).

¹⁰⁶ Para comprender **la genial idea de Hegel** contenida en sus **tesis de la mediación** se precisa desmenuzar o descomponer cada uno de los momentos lógicos sintetizados en sus controvertidos y, a veces, confusos y mistificados conceptos. Para *Hegel* estaba claro que, el cacareado principio metodológico de la racionalidad moderna que privilegia la inducción y la clasificación a través de la necesaria fragmentación del objeto para lograr el supuesto conocimiento profundo de la realidad y así poder dominar (utilizar a su antojo y capricho) sus leyes, es un principio utópico o irrealizable, pues anda a medias o inconcluso. Es decir, aunque es incuestionable en una determinada etapa **analítica** (desmontaje) del proceso del conocimiento (especialmente en su fase empírica), es a la vez insuficiente y más que ayudar limita en la fase **sintética** (reconstructiva) del proceso cognitivo.

¹⁰⁷ Esto es la dinámica de los nexos e interrelaciones de los elementos del sistema, lo cual es lo que realmente conduce hasta la **visión de conjunto, integradora y sintetizada por el razonamiento**, que es donde se logra el tránsito: de la **explicación** inductiva (fragmentación del fenómeno dado en la experiencia) a la síntesis lograda por la **comprensión** plena del sujeto. Aquí se vinculan nuevamente todas estas ideas (Anscombe, G.E.M., 1991, Von Wright. G.H., 1994, p. 334-335, Matos Hernández, E., Fuentes González, H., Montoya Rivera, J., 2007).

¹⁰⁸ Todo este proceso de **ascenso de lo abstracto a lo concreto** (de lo simple a lo complejo) que enseña *Hegel* conlleva a la aplicación de otros métodos, procedimientos y conceptos a través del paso de unos juicios a otros, en lo cual su **tesis de la mediación** ocupa un lugar central y decisivo para el **descubrimiento-construcción** de las leyes. Esta tesis estuvo muy opacada durante mucho tiempo. Sin embargo, se debe reconocer que aunque las contradicciones en un sistema sean, en verdad, la fuerza motriz del desarrollo, también el contexto o medio, en el cual ellas se manifiestan, tiene un papel decisivo en el desarrollo del propio sistema.

¹⁰⁹ Apenas se iniciaba la difusión de la dialéctica hegeliana por las universidades europeas ya algunos científicos hacían descubrimientos que ratificaban el comportamiento dialéctico (dinámico) complejo de la realidad. Por ejemplo, **A.Th. Fechner** en 1828 “... **descubrió una celda electroquímica en un sistema en fase gaseosa que producía una corriente oscilante**” (Salazar Domínguez, Carlos, 1997, pág. 9) Así también, la relación dialéctica entre los conceptos **azar y determinismo** se evidenció hace mucho tiempo en el estudio de los fenómenos biológicos en la formulación de **la relación mutación - selección natural** desde **Charles Darwin**.

¹¹⁰ La **espiritualidad** que hoy se promueve desde los **paradigmas emergentes**, que están generando **un pensamiento holístico, pero a la vez, concreto**, inspirado en esencia en esta **idea de la mediación**, permite avizorar que “... la misión del pensamiento del sur sería la de restaurar lo concreto, la existencia, lo que hay de afectivo en nuestras vidas. Restaurar lo singular, no disolverlo en un universal abstracto, sino integrarlo en lo universal concreto que vincula la unidad con la diversidad. Restaurar el contexto y lo global. Es un pensamiento que debería llamar a restaurar las solidaridades concretas y no solamente las solidaridades que se deterioraron en nuestras civilizaciones occidentalizadas o “nortificadas”, sino también la nueva solidaridad planetaria de la que tenemos una necesidad vital” (Morín, Edgar, 2010, pág. 10) Precisamente, el desconocimiento de esta **tesis de la mediación** (papel del contexto o entorno) fue una de las causas fundamentales de uno de los más grandes errores cometidos en la historia de la medicina. El eminente sabio francés **Louis Pasteur** (1822-1895), apasionado con sus éxitos en la microbiología, creó “... una simplista Teoría de la enfermedad por gérmenes, en la que las bacterias se veían como la única causa de enfermedad. Esta visión reduccionista eclipsó una teoría alternativa enseñada en años anteriores por **Claude Bernard** (1813-1878), fundador de la moderna medicina experimental. Bernard insistía en la cercana e íntima **relación entre un organismo y su entorno** y fue el primero en señalar que cada organismo posee también un entorno interior... Su concepto de la constancia del medio interior adelantaba la importante noción de **homeostasis**, desarrollada por **Walter Cannon** en los años veinte” (Capra, Fritjof, 1996, págs. 23-24); (Cannon, W., 1932/1963)

A pesar de sus limitaciones en la comprensión de las causas de las enfermedades, *Louis Pasteur* hizo un gran aporte a la noción compleja de los sistemas biológicos, cuando reiteró que la **ruptura de simetría** es una de las propiedades esenciales de la vida (Prigogine, I., Stengers, I., 1983, p.19)

¹¹¹ Los **tres Principios sobre las formas de movimiento de la materia**, formulados por *Federico Engels*, son: 1) el movimiento evoluciona de las formas más simples a las más complejas (mecánica, física, química, biológica y social), 2) las formas inferiores están contenidas en síntesis en las formas superiores, 3) no pueden ser reducidas las formas superiores a las inferiores (Engels, Federico, 1979, págs. 1, 8, 20, 41, 47, 49, 200) Su valor epistemológico y metodológico para las ciencias tiene vigencia hasta hoy y los nuevos descubrimientos científico no han más que confirmarlo cada vez más (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, págs. 85-89), (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005)

¹¹² **Las conclusiones gnoseológicas** de *V.I. Lenin* se resumen, parafraseando sus ideas, en: **1)** Existen cosas fuera e independientemente de la conciencia, **2)** No existe diferencia de principio (esencial) entre el fenómeno y la cosa en sí (identidad), **3)** En la teoría del conocimiento, como en todos los otros dominios de la ciencia, hay que razonar con dialéctica, o sea, no suponer jamás que nuestro conocimiento es acabado e inmutable, sino indagar de qué manera el conocimiento nace de la ignorancia (Lenin, V.I., 1983, p. 104-105)

¹¹³ Los **principios de la Gnoseología marxista** han sido expuesto de manera general y profusa por los clásicos del pensamiento marxista (Marx, Engels y Lenin), quienes apenas tuvieron tiempo para su sistematización. De manera que hasta hoy han llegado, de la mano del manualismo, sistematizaciones algo reduccionistas de corte positivista, las cuales, mezclan ideas generales con principios y conceptos, que llegan al esquematismo y la vulgarización, por ello en los textos escolares proliferan clasificaciones que amalgaman teorías, ideas y principios del pensamiento dialéctico con otras nociones sobre el conocimiento, que aunque guardan relación no son meras tautologías. En los manuales aparece cierto consenso y se asumen como **principios** los siguientes: 1) del *monismo materialista* (objetividad o materialidad), 2) del *reflejo*, 3) de la *práctica* (Kursanov, G., 1979, cap. VI, p. 275-298).

¹¹⁴ Varios autores han enfatizado el carácter inagotable de la obra de *Darwin*, pues todavía tiene mucho que aportar a la luz de los nuevos avances epistemológicos. Ya desde hace medio casi medio siglo se viene hablando de ello, por ejemplo, ver: Farrington, B., 1970. Otros precursores en el estudio de los mecanismos biológicos de **retroalimentación** (feedback) fueron *Eduard Pflüger* (contemporáneo de Darwin) en su obra *La mecánica teleológica en la naturaleza* (1877), así como el investigador británico *Samuel Battler* (1835-1902) en sus artículos titulados "*Darwin among the machines*" y "*Lucubratio ebria*", escritos en Nueva Zelanda y publicados en los años 1863 y 1865 en el periódico "*Press*", trabajos estos muy poco conocidos (Fontenla, J.L., 2008)

¹¹⁵ Según uno de los padres de la *Termodinámica*, el físico alemán *Rudolf Clausius* (1822-1888), la **entropía** es la *degradación irreversible de la aptitud para transformarse y efectuar trabajo, propia del calor*. Dicho de una forma mucho más clara, "... para expresar en términos matemáticos precisos esta dirección en la evolución de los sistemas físicos, los físicos introdujeron una nueva medida que llamaron «**entropía**» (El término es una combinación de «energía» con tropos, palabra griega que significa «transformación» ó «evolución»), según la segunda ley, la entropía de un sistema físico cerrado irá incrementándose, y dado que esta evolución viene acompañada de desorden creciente, la entropía puede ser también considerada como una medida de desorden" (Capra, Fritjof, 1996, pág. 38) Este concepto de **entropía** tiene un especial significado para comprender la dinámica no solo de los sistemas físicos, sino también de los biológicos y sociales, pues sugiere introducir energía y desorden en los colectivos humanos para generar fuerzas creativas (Valle Espinosa, Consuelo, 2004)

¹¹⁶ Anexo 1.20: **Criticalidad**.

¹¹⁷ Es decir, para comprender este fenómeno se debe reconocer que: "... el calor es la energía propia de los movimientos desordenados de las moléculas en el seno de un sistema cerrado, todo incremento de calor corresponde a un incremento de la agitación, a una aceleración de estos movimientos. Es por eso, que la forma calorífica de la energía comporta desorden en sus movimientos, debido a la degradación inevitable de la aptitud para el trabajo" (Valle Espinosa, C., 2004)

¹¹⁸ La Fórmula es **$S = k \ln P$** , donde **k** es la constante de **Boltzmann**, en ella se muestra que la **Entropía (S)** está estrechamente vinculada con la **Probabilidad**.

¹¹⁹ Lo revolucionario de la idea de **la paradoja del tiempo**, revelada en las contrapuestas y a la vez complementarias visiones contra el determinismo, desarrolladas por Darwin y Boltzmann en épocas y ciencias diferentes, radica en el hecho de que **el carácter irreversible** de los procesos propios de los fenómenos no lineales, tiene sus especificidades en dependencia de las formas particulares de movimientos y las escalas en las que se producen (Prigogine, I., 1997a, p. 7-10)

¹²⁰ Anexo 1.21: **Las Tradiciones de los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)**

¹²¹ Luego, en el tercer capítulo, se revelarán los fundamentos epistemológicos de los **Estudios transdisciplinarios de la Complejidad**, los cuales complementan y enriquecen desde una nueva perspectiva epistémico-metodológica de integración de los avances iniciados por los **Estudios interdisciplinarios CTS**.

¹²² Hoy en Cuba se tienen trabajos dedicados al surgimiento y evolución de los **Estudios CTS** y aunque aquí se realizarán referencias a varios de sus representantes, más bien se hará énfasis en las ideas generales comunes que conforman los fundamentos epistemológicos. De hecho, ya se está reconociendo (al menos en Cuba), que a la hora de hacer la historia de los **Estudios CTS** se deben rescatar las ideas avanzadas que aparecieron en la primera mitad del siglo XX con los trabajos pioneros de *Boris Hessen*, *M.O. Rubinstein*, *I. Borichevski*, *S.R. Mikúlski*, quienes, al igual que otros investigadores como: *Robert Merton*, *John*

D. Bernal, Ludwik Fleck, Jacques Ellul, Gastón Bachelard, hicieron contribuciones esenciales para la comprensión dialéctica de la naturaleza social compleja de la actividad científico-tecnológica (Huerga Melcon, Pablo, 1999), (Figaredo Curiel, Francisco, 1999)

¹²³ Anexo 1.22: **Etapas del proceso de Institucionalización de la Ciencia.**

¹²⁴ Entre **los movimientos sociales** se destacaron: *Science for the People* (Ciencia para el Pueblo), *British Society for the Social Responsibility* (Sociedad Británica para la Responsabilidad Social en Ciencia), *Defensores de la tecnología alternativa*, *Environmental Protection Agency* (EPA, Agencia de Protección Ambiental), *Occupational Safety and Health administration* (OSHA, Agencia de salud y Seguridad laboral), *Office of Technology Assessment* (OTA, Oficina de Evaluación de Tecnología), *Nuclear Regulatory Commission* (NRC, Comisión de Regulación Nuclear).

¹²⁵ Una detallada sistematización de esta **nueva visión de la actividad tecnocientífica** la desarrolló el aspirante en su Tesis de Maestría y en un artículo, en los cuales ha definido más de veinte elementos que le caracterizan (Martínez Álvarez, Fidel, 2000), (Martínez Álvarez, Fidel, 2004b)

¹²⁶ Anexo 1.23: **Estudios de Género, Ciencia y Tecnología.**

¹²⁷ Según el objetivo trazado, aquí solo se hará mayor énfasis en **las ideas generales y principios** que conformarían los **fundamentos epistemológicos de los Estudios CTS**. El hecho, de que estos estudios se caracterizan por un complejo proceso de integración interdisciplinaria del saber, hace que todavía su edificio teórico está en incipiente construcción. De aquí la importancia de trabajos como este.

¹²⁸ **Los fundamentos epistemológicos de los Estudios CTS** están potencial y fragmentadamente expresados en la obra de varios pensadores, tales como: Marx, Engels, Lenin, Hessen, Rubinstein, Merton y Bernal. Además es muy polémico el asunto de quién fue el iniciador del *Movimiento de Estudios CTS*, más admitido está el reconocimiento de una vanguardia, entre los que están los nombres de **Jacques Ellul, Charles Percy Snow, Rachel Carson y Thomas Kuhn, Hilary Putnam**, entre otros.

¹²⁹ Afortunadamente, ya se ha ido reivindicando en la comunidad científica internacional el mérito de **Ludwik Fleck** (1896-1961), especialmente su trabajo: *"La génesis y el desarrollo de un hecho científico, para una teoría del estilo y del colectivo del pensamiento"*, publicado por primera vez en 1934 (Fleck, Ludwik, 1934/1986). Fleck fue uno de los primeros en la crítica a los mitos y prejuicios impuestos por el neopositivismo durante varias décadas. *"Kuhn lo conoció por una nota al pie de un libro de Reichenbach publicado en 1938 y al publicar la Estructura de las Revoluciones Científicas (Fleck había muerto un año antes) reconoció la influencia del libro del médico y epistemólogo judío."* (Núñez Jover, Jorge, 1999c, págs. 52-53) También en: Macías Llanes, M.E., et. al., 2000a.

¹³⁰ El significado de la obra de Kuhn "...sobre el estudio de la ciencia, además del gancho de ciertos términos como **"paradigma"** y del plástico marco conceptual en el que éstos son usados, puede quizá sintetizarse en dos grandes aportaciones: **el interés por la historia y el estilo interdisciplinar de análisis**. Su influencia historicista se refleja en una atención prioritaria a los aspectos dinámicos de la ciencia (frente a los aspectos estructurales) y en la alianza del análisis teórico con el estudio de episodios particulares de la ciencia real. Por su parte, el estilo interdisciplinar se constata en el uso de un marco conceptual enriquecido donde los problemas epistemológicos adquieren una dimensión sociológica y los términos del análisis son compilados de una variedad de disciplinas. Tres grandes disciplinas son habitualmente reconocidas como objeto de esa doble influencia en el dominio de la reflexión profesional sobre la ciencia: la historia, la filosofía y la sociología. En el ámbito de estas disciplinas, y a riesgo de simplificar excesivamente, podríamos resumir el mensaje de la influencia kuhniana diciendo que no puede hacerse filosofía de la ciencia sin hacer sociología, ni quizá sociología sin filosofía, y que, en cualquier caso, debe haberse empezado por hacer historia. La historia es así la base del análisis interdisciplinar de la ciencia. Y las viejas fronteras disciplinares, en cualquier caso, han de ser revisadas y posiblemente abandonadas" (López Cerezo, J.A., 1998, p. 3)

¹³¹ **El desarrollo de la ciencia** (evolución y revolución), según Kuhn, tiene varias etapas:

- **Ciencia normal:** catalogada como conservadora donde tiene lugar la resolución de problemas o enigmas sobre la base del **consenso**, lo cual hace al paradigma existente más preciso, adoptándose una posición de estabilidad creadora de modelos y estereotipos.
- **Preparadigmática o de crisis:** cuando compiten diversas escuelas por el dominio de cierto campo de la investigación y nace la **crisis** generada por **las anomalías** (descubrimientos), las cuales no pueden ser resueltas con el paradigma vigente. En esta etapa aparecen las reflexiones filosóficas y el retorno a las raíces y fuentes clásicas del conocimiento, para sobre la reinterpretación nueva proponer las teorías alternativas.
- **Revolución científica:** nacimiento de nuevas hipótesis y teorías que en su esencia significa **el cambio de paradigma**.
- **Nueva ciencia normal:** finalmente se estabiliza un nuevo paradigma.
- **Paradigmática:** cuando los investigadores acuerdan un conjunto unificado de presupuestos básicos. *El consenso* marca el paso hacia la **ciencia madura**.
- **Paradigma:** tiene dos sentidos para Kuhn: a) Logro o realización concreta, b) Conjunto de compromisos compartidos o *"matrices disciplinarias"* (Kuhn, T., 2000).

¹³² Siguiendo a Kuhn, por **Matriz disciplinaria** se entiende el conjunto de compromisos cognoscitivos, metodológicos e ideológicos. Está compuesto por: 1. **Generalizaciones simbólicas**, o componentes fácilmente formalizables, 2. **Creencias**, en el texto original paradigmas metafísicos, 3. **Valores**, compartidos más ampliamente entre las diferentes comunidades que los modelos o generalizaciones simbólicas y hacen mucho por proporcionar a la ciencia normal un sentido de comunidad como un todo, y 4. **Los**

ejemplares, que es donde sería apropiado decir **paradigmas**, o los problemas-soluciones concretas que los estudiantes encuentran ya establecidos desde el inicio de su educación (Kuhn, T., 2000, Postdata de 1969, p.284-285)

¹³³ Anexo 1.24: **Modelos y clasificaciones del desarrollo de las teorías científicas.**

¹³⁴ Anexo 1.50: **Filosofía y Sociología de la Ciencia.**

¹³⁵ Varias **ideas esenciales** de los actuales **Estudios CTS** y, por tanto, de la **Teoría de la Red Actores** ya habían sido anticipadas y en cierta medida sistematizadas por Carlos Marx, Federico Engels y Vladimir Ilich Lenin, así como por destacados continuadores como: B. Hessen, O.M. Rubinstein, I. Borichevski, J.D. Bernal, S.R. Mikúlski, R. Richta, Robert K. Merton, M.B. Kedrov, T. Pavlov, V. Sadovski, P. Gaidenko, Stiopin, Fedosiev, Meliujin, entre otros. Es lamentable que todavía esté pendiente la tarea de revelar **los antecedentes marxistas de las ideas y principios fundamentales de los Estudios CTS**. Solo hay algunos intentos poco difundidos, (Núñez Jover, Jorge, 1989a), (Núñez Jover, Jorge, 2008b), (Huerga Melcon, Pablo, 1999), (Martínez Álvarez, Fidel, 2000), (Martínez Álvarez, Fidel, 2004b), (Figaredo Curiel, Francisco, 2002)

¹³⁶ Anexo 1.25: **Fuentes de la Teoría de la Red de Actores.**

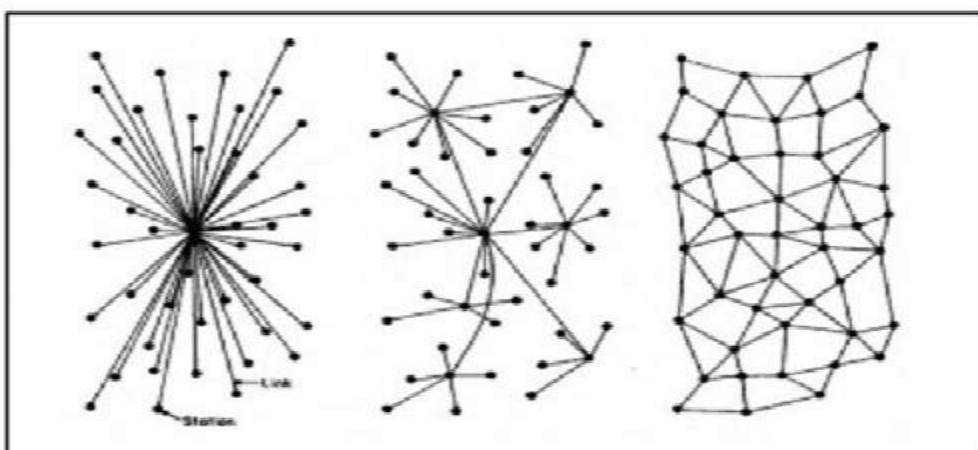
¹³⁷ Anexo 1.26: **Fundadores y cultores de la Teoría de la Red de Actores.**

¹³⁸ Sobre **las denominaciones** de las escuelas, corrientes y movimientos filosóficos y sociológicos sobre la ciencia es muy difícil una sistematización, de manera que el encasillamiento de un autor siempre es riesgoso, pues puede ser reduccionista e inapropiado para los efectos historiográficos, la heterogeneidad y la transgresiones disciplinares de hoy no recomiendan atender a esta **heredada petición demarcacionista** típica del neopositivismo y de otras escuelas posteriores (López Cerezo, José Antonio, 1999d, págs. 1-8)

¹³⁹ Este es un loable esfuerzo de sistematización de **Michel Callon**, pero tiene antecedentes y mucho en común con las clasificaciones sobre las teorías generales sobre la ciencia, realizadas por Imre Lakatos y Gustavo Bueno. Ver Anexo 1.24: **Modelos y clasificaciones del desarrollo de las teorías científicas.**

¹⁴⁰ En el primer modelo de interpretación de la ciencia, **Michel Callon** caracteriza **cuatro tendencias**: 1) **realistas** (Putnam, H., 1978), 2) **positivistas** (Carnap, H., 1936/37), 3) **pragmatistas** (Laudan, L., 1990), 4) **relativistas** (Feyerabend, Paul K., 1975/1981). Sin embargo, otros autores califican a **Carnap** de **neo-positivista** (nuevo positivismo del siglo XX), el cual en general experimentó varios cambios en sus concepciones, pues "... abandonaron algunas tesis, sustentaron otras nuevas y realizaron modificaciones en la estrategia aplicada" (Clavel, Fernanda, 1994, pág. 23) En síntesis, se pueden definir claramente **dos etapas** en el desarrollo del **Neopositivismo**: 1) **El positivismo lógico** del **Círculo de Viena** (Moritz Schlick, Hans Hahn, Herbert Feigl, Philipp Frank, Viktor Kraft, Otto Neurath, entre otros), 2) **El empirismo lógico**, como versión moderada del primero. Sus más notorios representantes fueron **Rudolf Carnap**, que inicialmente fue positivista lógico y **Carl G. Hempel**, este último pertenecía a la **Sociedad empírica de Berlín** (Brown, Harold. I., 1994, págs. 29-32) Ver Anexo 1.24: **Modelos y clasificaciones del desarrollo de las teorías científicas.**

¹⁴¹ Para una comprensión más clara de las diferencias cualitativas entre las nociones de **red** y **rizoma** y su correspondiente significación epistemológica y metodológica se puede rescatar una representación gráfica muy avanzada creada por Paul Baran en la década del sesenta, la cual sugiere una concepción anticipada de las ideas de Deleuze y Guattari referidas a la necesidad de reconocer la superioridad de la **organización distribuida** o **participativa** en **rizoma** (descentralizada), que evita la impositiva y antidemocrática centralización o jerarquización predominante en las organizaciones y redes sociales actuales (Deleuze, Guilles. y Guattari, Félix, 1976)



Este Esquema fue propuesto por **Paul Baran** en su obra titulada: *"On Distributed Communications"* (1964) para representar, de izquierda a derecha, una organización centralizada, algo descentralizada y en rizoma o distribuida. Esto fue tomado de: (Olivia Figueroa, Iván, 2008, pág. 6)

¹⁴² Anexo 1.27: **Ideas centrales y principios de la Teoría de la Red de Actores.**

¹⁴³ Entre los cultores de esta teoría se destaca por su trabajo de sistematización teórica **la propuesta metodológica** de **Bruno Latour**, desarrollada en sus obras, comenzando por: *Science in Action*, Cambridge Mass.: Harvard University Press (trad. cast. en Labor: *Ciencia en acción*). 1987.

¹⁴⁴ Anexo 1.28: **Estudios concretos de la Teoría de la Red de Actores.**

¹⁴⁵ **Estos tres argumentos epistemológicos contra el positivismo**, que fueron formulados por las nuevas Filosofía y Sociología de la Ciencia son las tres tesis principales que marcan el inicio de la denominada reacción postempirista. Para profundizar en ello se puede consultar: Bachelard, G., 1934, 1961, Quine, W.V.O., 1953, Hanson, N.R., 1958, 1965, 1977, Polanyi, M., 1958, Kuhn, Th., 1962, Putnam, H., 1962, (Feyerabend, Paul K., 1975/1981), (Feyerabend, Paul K., 1995), Rorty, R., 1979, Hesse, M., 1980, Toffler, A., 1980, Jacob, P., 1980, Hacking, I., 1981, 1983, 1990, 1992, 1994, 1995, Knorr-Cetina, K., 1981, 1983, 1992, Latour, B., 1983, 1987, 1993, Cartwright, N., 1983, 1991, Pickering, A., 1984, 1991, 1992, 1994, 1995, Ackermann, R.J., 1985, Pinch, T., 1985, Law, J., et. al., 1986, Callon, M., 1986, 2001, Brown, H.I., 1987, 1993, 1994a, b, Franklin, A., 1986, 1988, 1989, 1990, 1993, 1994, 1997, Galison, P., 1987, 1988, 1996, Batens, D. & J.P. Van Bendegem, 1988, Gooding, D., T. Pinch y S. Schaffer, 1989, 1992, Echevarría, J., 1989, 1995, Von Foerster, H., 1990, 1991, 1994, 1998, Roy, R., 1990, Bueno, G., 1992, 1993, López Cerezo, J.A., et. al., 1994a, 1996, 1999a, 1999b, 1999d, 2001, Kosso, P. y C. Kosso, 1995, Culp, S., 1995: Doménech, M. y Tirado, F.J., 1995, 1998, Martínez Miguélez, M., 1996, 1998b, 2002, 2006, 2009, Schmid, A.F., 1998, López Cerezo, J.A., 1999a, b y d, Fernández, S.P., 1999, Sánchez-Criado, T., 2005, 2006. Una breve pero profunda reflexión sobre este concepto y su clasificación (causal, metódica, cuantitativa y artificial o experimental) aparece en: (Rodríguez De Rivera, José, 2008)

¹⁴⁶ Es cierto que el "... argumento del carácter teórico de la observación (o, en general, la percepción), de clara inspiración kantiana, es bien conocido por plantear, en su interpretación habitual, determinados problemas de justificación epistemológica para el conocimiento empírico. En el ámbito de la filosofía de la ciencia, donde ha adquirido una especial relevancia desde los años 60, ha estado presente al menos desde William Whewell y Pierre Duhem. Norwood Russell Hanson es el autor a quien se debe la formulación del argumento mejor conocido en nuestros días. Junto a él, Thomas Kuhn y Paul Feyerabend han incluido este argumento en la agenda de la filosofía de la ciencia contemporánea" (López Cerezo, J.A., 1999, p. 1) Sin embargo, se precisa considerar seminales y esenciales antecedentes teóricos, expuesto con diferentes referentes y términos, pero, en verdad, muy provechosos, ya expuestos aquí desde el primer capítulo, que vienen desde *Protágoras, Aristóteles, Montaigne, Vico, Hume, Hegel y Marx*, entre otros.

¹⁴⁷ Varios autores han enfatizado esta idea: Bachelard, G., 1934, 1961; Quine, W.V.O., 1953, Hanson, N.R., 1965, 1977, Callon, M., 2001.

¹⁴⁸ Es muy significativo que esta idea también esté presente por esa época fundacional en pensadores, que usualmente no se consideran iniciadores de los Estudios CTS: "Notables antecedentes de este punto de vista son G. Bachelard y M. Polanyi. Este último autor, por ejemplo, ya argumentaba en (1958), sobre la base de la sospecha de "lo dado", que nuestra experiencia necesita ser interpretada mediante una guía teórica que, llevándonos más allá de las apariencias engañosas, proporcione objetividad" (López Cerezo, J.A., 1999a, pág. 2), (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. cap. 3)

¹⁴⁹ Este es el proceso que Nancy Cartwright (1983) llama de elaboración de modelos teóricos.

¹⁵⁰ Con diferentes matices los **antecedentes** también están en las obras de: Bachelard, G., 1934/1981; Ellul, J., 1954; Dray, W., 1957; Anscombe, E., 1957/1991; Gadamer, H.G., 1958/1977; Hanson, N.R., 1958; (Snow, Charles Percy, 1959/1977), Kuhn, Th., 1962/2000

¹⁵¹ Según López Cerezo "... la dimensión práctica de la ciencia produce una **sobredeterminación** de los resultados científicos, y, así, una disolución del clásico problema empirista de la infradeterminación. Las prácticas y sus componentes (datos, instrumentos, teorías) son enfatizadas como **factores sobredeterminantes** del desarrollo de la ciencia, i.e. factores que desequilibran la equivalencia empírica o epistémica de hipótesis alternativas y dificultan (en los largos períodos de ciencia normal) la aparición de controversias" (López Cerezo, J.A., 1999d, p. 8)

¹⁵² **Estos presupuestos** de manera general están fuertemente condicionados por las "guerras en la ciencia" y por las tensiones actuales que se expresan en las denominadas **Baja y Alta Iglesias** en la **Comunidad CTS** internacional, referidas a las diferencias entre dos maneras de comprender el fenómeno CTS con arreglo al contexto donde se produce concretamente (Ibarra, Antoni y López Cerezo, J.A., 2001. p. 13-23)

¹⁵³ Entre los **Principios del Enfoque CTS** están:

1. Naturaleza social del conocimiento científico (la ciencia es una multifacética forma de actividad social transformadora).
2. Crítica a la *Concepción heredada del conocimiento tecno-científico*.
3. Interdisciplinariedad.
4. Dialéctica de lo objetivo y lo subjetivo en la verdad científica (el conocimiento científico es una construcción social).
5. Análisis histórico-concreto del contexto de la actividad tecno-científica.
6. Enfoque sistémico.
7. Humanismo.
8. Simetría.
9. Reflexividad.
10. Pertinencia y valor social de la ciencia y la tecnología.

11. Responsabilidad social del científico.

12. Participación popular y democrática en la planificación, gestión y evaluación de la actividad y de los resultados tecnológicos.

En esta relación de principios, matizadas por el consabido carácter polémico de toda sistematización teórica, pudieran cuestionarse algunos e incluirse otros, pero lo más significativo es el hecho de que han sido formulados no solo desde la perspectiva teórica, sino también desde las experiencias docentes de pre y postgrado. De manera que esta modesta contribución solo ha intentado satisfacer la demanda del indispensable arreglo didáctico para la enseñanza de los *Estudios CTS* en el contexto social cubano. Además, estos principios se entrecruzan y enriquecen con los *conceptos y demás elementos del Enfoque CTS*. Una de las contribuciones más loables en la sistematización del **Enfoque CTS**, pero específicamente en el plano axiológico-ético y político-revolucionario, aparecen en: Figaredo Curiel, F., 2002, p. 21-51. En la página 48 de su Tesis de Doctorado Figaredo caracteriza los **Fines de la Educación CTS en Cuba** (Ver nota al respecto), algunos de los cuales se relacionan y coinciden con los **Principios del Enfoque CTS** aquí relacionados, los cuales han sido sistematizados a partir de los siguientes autores: Cutcliffe, S., 1990, González García, M.I., et. al., 1996, Figaredo Curiel, F., 2002, p. 21-51, Martínez Álvarez, F., 2000, p. 83-87, Medina, M., 1992, p. 321-328, Mitcham C., 1990a, p. 11-19, Núñez Jover, J., 1999a, p. 63-70, 94-95, Núñez Jover, J., 1999c, p. 64-66, Roy, R., 1990), p.171-178.

¹⁵⁴ Tanto la **visión social integral de la Ciencia y la Tecnología**, como los **conceptos de ciencia, tecnociencia, técnica, tecnología, descubrimiento, innovación, transferencia de tecnología, etc.**, han sido ampliamente desarrollados en los últimos 30 años de los Estudios CTS y constituyen hoy, por amplio consenso, el cuerpo teórico fundamental de este campo de integración del saber. Además, el aspirante realizó una detallada sistematización al respecto en su Tesis de Maestría. Por lo que no es menester aquí tratarlos (Martínez Álvarez, Fidel, 2000, págs. 57-72) Para profundizar más ver: Bernal, J.D, 1986, p. 15-22, Machado, Bermúdez, R., 1988, p. 64-89, Kröber, G., 1986, p. 137-144, Bueno, G., 1992, p. 21-27, García Capote, E., et. al., 1997, p. 1-2, López Cerezo, J.A., 1998b, p. 1-5, Núñez, Jover, J., 1999a, p. 7-15.

¹⁵⁵ En Iberoamérica han tenido gran impulso las **Simulaciones Educativas CTS**, gracias al Diplomado de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) sobre Educación CTS + I, las cuales tienen como fundamento los avances en la Teoría de la Red de Actores y otras contribuciones CTS más recientes relacionadas con los estudios de riesgo social de las tecnologías, entre otras (Martín Gordillo, Mariano, 2003; Martín Gordillo, Mariano, López Cerezo, José Antonio, 2002), (Martín Gordillo, Mariano, 2003) En Cuba se destacan los avances en la enseñanza de las Simulaciones Educativas en la Universidad Médica “Carlos J. Finlay” de Camagüey (Macías Llanes, María Elena y Rosa Aguirre del Busto, 2005b)

¹⁵⁶ Estas limitaciones y carencias han sido reconocidas por los propios cultores de los *Estudios y la Educación CTS* (Núñez Jover, Jorge, López Cerezo, José Antonio, 1999b), (López Cerezo, José Antonio, 1999c), (López Cerezo, José Antonio, 1999e), (López Cerezo, José Antonio, 2002), (Figaredo Curiel, Francisco, 2002, págs. 29-38); p. 5-8; Rizo Rabelo, N., 2007, p. 5-6, (La Cueva, Aurora, 2002), (Orantes, Alfonso, 2005), (Praxia, Joao, 2005), (Addine Fernández, Raúl, 2006),

¹⁵⁷ Anexo 1.29: **Educación CTS.**

¹⁵⁸ Anexo 1.30: **Desactualización de la Educación.**

¹⁵⁹ Anexo 1.31: **Filosofía de la Educación.**

¹⁶⁰ La **filosofía** es ante todo reflexión sobre el conocimiento ya creado por otros saberes particulares que le nutren, en eso consiste su Holismo y especificidad como saber universal fundado en los demás saberes (Ilienkov, E.V., 1984a), (Ilienkov, E.V., 1984b), (Rodríguez Ugidos, Zaira, 1985), (Lipman, Mathew, 1992), (Bueno, Gustavo, 1995b), (Martínez Llantada, Marta, et. al., 2002), (Miranda Hernández, Olga, 2004), (Martínez Álvarez, Fidel, 2006a)

¹⁶¹ Varios autores han enfatizado esta idea: (Crane, David, 1972); (Price, D.J.S., 1973), (Price, D.J.S., 1980, pág. 164), (Bunge, Mario, 1991); (Núñez Jover, Jorge, 1999c, pág. 10)

¹⁶² Anexo 1.32: **Los peligros de la Ciencia y la Tecnología.**

¹⁶³ Anexo 1.33: **Los nuevos paradigmas en la esfera de la salud.**

¹⁶⁴ No obstante, a que el Comandante en Jefe ha enfatizado la necesidad de renovar la investigación científica y generar nuevas aplicaciones en la esfera del **Deporte**, cuando expresó que “*Debemos ser profundos en los análisis del deporte, aplicar nuevas ideas, conceptos y conocimientos*” (Castro, Fidel, 2001), todavía hoy en esta esfera hay una marcado desconocimiento, fundamentalmente por parte de sus directivos, sobre estas novedades epistemológicas, solo existe en Cuba una incipiente vanguardia de estudiosos de la complejidad en este sector, que todavía no muestran resultados visibles y convincentes en materia de publicaciones y proyectos de investigación, más bien algunos profesores se han limitado a participar en los eventos internacionales organizados en la Habana y Camagüey. Afortunadamente, ya ha comenzado este movimiento en el Centro de Estudios de Fútbol “Juan Antonio Lotina” de la Facultad de Cultura Física “Manuel Fajardo” de Camagüey, recientemente aprobado por el Presidente del INDER, donde el aspirante, con la entusiasta participación del Director del Centro el Dr.C. Carlos Manuel Martínò Sánchez, ha iniciado un proyecto de investigación titulado: *La Educación Transdisciplinaria en la formación de los profesionales del Fútbol*, también un curso de postgrado sobre los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* para los profesores e investigadores de la Facultad, así como está en fase de terminación un libro titulado: *El fútbol como actividad compleja*.

¹⁶⁵ Cada vez se levantan más voces que abogan por una **educación de nuevo tipo**, fundada en **renovados valores epistemológicos y éticos**. Hoy se necesita “... en primer lugar, volver a los educandos más conscientes de la interdependencia entre los acontecimientos y fenómenos locales y los globales, en segundo, identificar los males de la civilización contemporánea y

sus causas, en tercero, romper con el espartillo disciplinar y realizar una educación que promueva el desarrollo global de sus educandos. Para hacer frente a la globalización y a la complejidad del mundo contemporáneo, es necesario desarrollar en los educandos el pensamiento complejo, la creatividad, la afectividad, la ética y el espíritu crítico.” (Viega Fernández, J., 2002, pág. 4)

¹⁶⁶ Estos enfoques tienen ya sistematizados **un arsenal de ideas, principios y conceptos** que se deben convertir en los fundamentos epistemológicos de la **Política y la Educación** en Cuba, especialmente, hoy cuando se realizan profundas transformaciones en la sociedad cubana en los marcos del VI Congreso del Partido Comunista. Sin embargo, en los documentos, estrategias y programas revisados, se revelan significativa carencias, pues solo se mencionan algunos de ellos. Por ejemplo: “La Política Científica que rige el desarrollo de las Ciencias Sociales y Humanísticas se basa en los principios siguientes: a) Fidelidad a los principios partidistas..., b) Compromiso social..., c) Rigor y consecuencia con la objetividad, la verdad y la excelencia científica y el humanismo, d) Identidad de intereses estratégicos que conjuguen eficientemente el estudio de los problemas globales, nacionales, territoriales, ramales y locales y aplicación más rápida y eficiente de sus resultados” (CITMA, 2002, pág. 2) Si estos se comparan con los **principios dialécticos, interdisciplinarios y transdisciplinarios**, sistematizados aquí (Dialéctica, CTS y Complejidad), es evidente y urgente la necesidad de su renovación y actualización.

¹⁶⁷ Entre **los documentos** revisados se destaca los referidos a la historia de los Estudios CTS en Cuba, elaborados por sus fundadores, los doctores Jorge Núñez Jover y Francisco Figaredo Curiel, quienes en más de una década han liderado el desarrollo del Programa Nacional de Estudios CTS. Ellos destacan los avances indiscutibles del Movimiento CTS en Cuba, señalan algunas dificultades en cuanto a las formas de realización en las provincias y en las instituciones académicas concretas, así como valoran las perspectivas de estos estudios en sus dimensiones educativa, investigativa y de gestión e innovación (Núñez Jover, J., 1998b y c, 2008b, Núñez Jover, J. y Figaredo Curiel, F., 2009). Se revisaron también el informe del Dr. Félix Blanco y la ponencia de la MSc. Isarelis Pérez Ones, de la Dirección de Postgrado de la Universidad de la Habana, quienes resumen el desarrollo de los cursos, diplomados y maestrías de las Universidades del país. Se debe reconocer que ha sido muy destacada la labor de los colegas de la Dirección de Postgrado y de la Cátedra CTS + I de la Universidad de la Habana, quienes han desplegado una sistemática impartición de cursos de CTS cada año para la preparación de profesores, investigadores y directivos con vistas a los cambios de categoría docente y grado científico, también han impartido diplomados, así como cinco (5) versiones de la Maestría de CTS en la Habana (en la UH y en la UCI) y Cienfuegos (Blanco Godínez, Félix, 2009) (Pérez Ones, Isarelis, 2009) A su vez, en el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, en el Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”, así como en otras instituciones académicas de la Habana se ha realizado innumerables cursos y diplomados de CTS, además, de algunos esfuerzos editoriales. Otros documentos revisados fueron los enviados por las doctoras Marianela Morales Calatayud y Noemí Rizo Rabelo sobre la *Educación CTS* de pre y postgrado (cursos, diplomados (22 ediciones) y maestría (2 ediciones) desarrollada por la Universidad de Cienfuegos. Además, se han consultado documentos que testimonian la sostenida labor desplegada en esta área en la Universidad de las Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” de Camagüey, donde la MSc. María Elena Macías y un entusiasta colectivo del CENDECSA han desarrollado una intensa y fructífera labor de formación y educación de postgrado de Estudios CTS aplicados a las particularidades del sector de la salud. En una década se han realizado decenas de cursos, varias versiones del Diplomado de CTS y como fruto de la presencia de CTS en la Maestría de Humanidades Médicas se han obtenido importantes resultados de investigación y editorial. De manera que el impacto del Enfoque CTS en el territorio y en sector de la salud ha sido muy significativo y creciente. En otras provincias existen esfuerzo en esta dirección pero no con la magnitud y alcance de los mencionados.

¹⁶⁸ Solo han existido **algunos tímidos acercamientos** entre los cultores de los Estudios CTS y de la Complejidad, entre ellos se destacan: 1. En el 2000 en la Tesis de Maestría del aspirante, titulada *La visión social de la Tecnociencia en Cuba*. Universidad de la Habana, se reconoce la necesidad de renovar los fundamentos epistemológicos de los Estudios CTS reinterpretando los avances científicos de la *Nueva Revolución del Saber* (Martínez Álvarez, Fidel, 2000, págs. 40-43, Anexos 5-8); 2. Entre 2000-2005 tanto Pedro Luis Sotolongo como Carlos Delgado han enfatizado, en sus trabajos de esos años, la necesidad de reconocer el interdisciplinario Campo CTS como una de las direcciones fundamentales de la Revolución Contemporánea del Saber. En el 2005 en el CD-ROOM titulado: *Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología del CENDECSA*, Universidad Médica “Carlos J. Finlay” de Camagüey, coordinado por María Elena Macías y Jorge Núñez, se incorporan por primera vez en textos de CTS, artículos de varios autores sobre los Estudios de la Complejidad, como muestra del reconocimiento de la necesidad de un acercamiento entre CTS y Complejidad. Un poco antes aparecen algunos artículos en la Revista Humanidades Médicas; 3. En noviembre de 2008 en el Seminario Iberoamericano para el Intercambio y la actualización en Gerencia del Conocimiento y la Tecnología para el desarrollo sustentable, (IBERGEYCYT ‘ 2008), Pedro Luis Sotolongo dictó una Conferencia magistral sobre los Estudios de la Complejidad, También en ese evento el aspirante presentó una ponencia titulada: *El enfoque de la Complejidad y su impacto en la Nueva Revolución del Saber*. En ambas presentaciones se enfatiza la necesidad de potenciar el acercamiento entre ambos campos de integración del saber (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2008d) Además, en septiembre de 2009 se realiza otro intento, ya más expreso, con el artículo del Dr.C. Francisco Figaredo Curiel, titulado: *La emergencia Ciencia-Tecnología-Sociedad* (Figaredo Curiel, Francisco, 2009)

¹⁶⁹ Sobre las **Simulaciones educativas** se destacan los trabajos de: (Martín Gordillo, Mariano, López Cerezo, José Antonio, 2002), (Martín Gordillo, Mariano, 2003), (Macías Llanes, María Elena y Rosa Aguirre del Busto, 2005b)

¹⁷⁰ Otra evidencia de las limitaciones en la actualización de ese Programa de Doctorado del IPLAC está en la imperdonable **ausencia de una bibliografía reciente** de los últimos cinco años. Es decir, no es que esté pobre, sino que está ausente, por lo que no se utiliza ninguna bibliografía referida a las novedades teóricas y metodológicas de los *paradigmas emergentes*.

¹⁷¹ Se revisaron varios **Documentos y Programas** de postgrado de cursos, diplomados, maestrías y doctorados de varios centros del país, en la mayoría de los cuales, salvo excepciones, se pudo constatar desactualización, tanto en los contenidos como en la bibliografía. (IPLAC, 2007a), (IPLAC, 2007b), (CEIDE, 2003), (MES, 2008), (Serpa Ramos, Gerardo (Coord.), 2007), (Núñez Jover, Jorge, 1998b), (Figaredo Curiel, Francisco, 2000), (Macías Llanes, María Elena y Rosa Aguirre del Busto, 2006), En honor a la verdad, en los centros universitarios cubanos existe ya una incipiente vanguardia académica, pero poco apoyada institucionalmente, que se esfuerza por acelerar la actualización epistemológica. Aunque mayormente participan en eventos y actividades académicas relacionadas con los *Estudios CTS* y la *Bioética*, todavía tienen una tímida relación con otros *paradigmas emergentes*, tales como los *Estudios de la Complejidad*, *Hermenéutica*, *Epistemología constructivista* y *Holismo ambiental*. La mayoría de los novedosos contenidos de esos *paradigmas emergentes* todavía solo están dentro de las curiosidades de los postgrados que imparte esta vanguardia, pues existe una persistente resistencia oficial de su inclusión en los programas académicos curriculares. En varias instituciones existen promotores de estos avances, algunos en solitario y otros agrupados en cátedras y centros de estudios, pero mayormente abrumados por otras labores académicas y asistenciales que no le impiden dedicarse a su desarrollo y aplicación. Entre los autores que han desarrollado cursos dedicados a la divulgación de los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad están: (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2005), (Chacón Reyes, Marcelo, 2005), (Ortiz Hernández, Eloy, Martínez Álvarez, Fidel, González Mora, Ania, 2006), (Ortiz Hernández, Eloy, Martínez Álvarez, Fidel, González Mora, Ania, 2008), (Delgado Díaz, Carlos, 2009), etc.

¹⁷² Debido a que la divulgación sobre estos temas aún es pobre, es natural que todavía exista cierta confusión en las denominaciones de **Estudios de la Complejidad y Teoría del Caos**, con frecuencia se usan indistintamente, más la segunda es solo la teoría fundacional de los primeros. De manera que cuando se hace referencia a los **Estudios transdisciplinarios de la Complejidad** "... se está agrupando bajo esta denominación un conjunto de hallazgos realizados principalmente dentro de la física, la química, la biología, la matemática, la geometría, la meteorología y la cibernética, que revelan un conjunto de rasgos de la existencia no contemplados en las teorías anteriores (Ver; Delgado 2002; Hacking 1995; Ibáñez 1990; Morín 1996a). Entre los hallazgos que tributan a la teoría de la complejidad se encuentran las investigaciones sobre no-linealidad, de Lorenz, y la cibernética, con la idea de retroacción y, con ellas la de una causalidad no lineal, donde los efectos no son proporcionales a las causas y se intercambian; los objetos fractales, de Mandelbrot; los atractores extraños, de Ruelle; la nueva termodinámica, de Shaw; la autopoiesis de Maturana y Varela; las teorías de la información, que describen universos donde se simultanean orden y desorden, de lo que se extrae algo nuevo, la información; la teoría de los sistemas, donde el todo es más que la suma de las partes y donde la organización del todo produce cualidades emergentes, no preexistentes en las partes; la noción de auto-organización, aportada por la teoría de los autómatas autoorganizados, de Von Neumann; las máquinas vivientes, a diferencia de las artificiales, tienen la capacidad de reproducirse y autorregenerarse; el principio de generación de orden a partir de ruido, de Von Foerster; la teoría de Atlan del azar organizador; la teoría de Prigogine de las estructuras disipativas" (Espina Prieto, Mayra, 2003, pág. 10)

¹⁷³ Los primeros textos del autor relacionados con esta temática aparecen en (Martínez Álvarez, Fidel, 2008c), (Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2009a), (Martínez Álvarez, Fidel, 2009b)

¹⁷⁴ Anexo 1.34: **Relación Filosofía – Ciencia – Complejidad y la Tradición dialéctica.**

¹⁷⁵ Ya en los dos primeros capítulos se ha tratado de mostrar esos hitos epistemológicos en la historia, por eso se puede afirmar que la **Nueva Revolución del Saber** en general y los **Estudios de la Complejidad** en particular tienen antecedentes y fuentes teóricas en los más diversos ámbitos y áreas del conocimiento: Culturas orientales, Filosofía antigua, Filosofía, Teoría sociales y Humanidades de la Modernidad, Ciencia y la Técnica modernas, Física, Matemáticas, Química, Biología, Teorías económicas y de Dirección empresarial, Literatura y el Arte, Estrategia militar, así como en las diversas formas históricas de integración del Saber.

¹⁷⁶ En muchas publicaciones populares difundidas en **Internet** todavía no se tiene una comprensión clara de la **Teoría del Caos** y sus desarrollos posteriores. De aquí la urgencia de estudios de sistematización de esta naturaleza. Por ejemplo, en la mundialmente famosa *Enciclopedia Encarta* no aparece ni siquiera el reconocimiento a **Edward Lorenz** como su creador.

¹⁷⁷ **Los fenómenos complejos son muy comunes en la realidad** y se expresan de disímiles formas: los incendios forestales, explosiones volcánicas, avalanchas, terremotos, crisis bursátiles, el ascenso y colapso de poblaciones animales, guerras, revoluciones y hasta la aparición de nuevas escuelas de arte, y cambios de modo – todos están regidos por las mismas leyes ("power law" – ley de potencia) y que esto se puede expresar matemáticamente" (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 18), (Waldrop, M., 1992)

¹⁷⁸ Anexo 1.35: **Atractor.**

¹⁷⁹ Anexo 1.36: **Caos.**

¹⁸⁰ Anexo 1.37: **Principio del Orden en el Caos.**

¹⁸¹ Anexo 138: **Teorías de Sistemas.**

¹⁸² **Alexander Bogdanov** (Manilovski, A.A. 1873-1928) fue un destacado científico, médico, filósofo, político y economista ruso. Hoy ya se está reconociendo que fue un verdadero precursor de las ideas sistémicas. Se le conoce como uno de los más connotados neo-positivistas, pues en sus generalizaciones filosóficas sobre los nuevos descubrimientos científicos, del cambio de siglo del XIX al XX, propuso una concepción subjetivista denominada "empiriomonismo", caracterizada y criticada por V.I. Lenin en su obra

“Materialismo y empiriocriticismo” (Lenin, V.I., 1983, págs. 12-14, 53-56, 89-91, 95-99, 114, 125-132, 201-204, 245-253, 468) Sin embargo, en trabajos posteriores a 1910 Bogdanov realiza aportes significativos al conocimiento científico, especialmente con su avanzado enfoque sistémico, resumido en su obra titulada *“La ciencia de la organización universal (Tektología)”* (1913-1922). Otras obras destacadas fueron: *Filosofía de la experiencia viva* (1913) y *La ciencia sobre la conciencia social* (1914) Como se conoce en la extinta Unión Soviética la obra de muchos pensadores, científicos y literatos, que no respondiera a los intereses ideológicos de la burocracia socialista, fue censurada. “*Lenin atacó despiadadamente a Bogdanov como filósofo y en consecuencia sus obras estuvieron prohibidas durante casi medio siglo en la Unión Soviética. Recientemente, no obstante, y como resultado la perestroika de Gorbachov, los escritos de Bogdanov han recibido gran atención por parte de los científicos y filósofos rusos. Cabe esperar, por tanto, que el trabajo pionero de Bogdanov sea reconocido más ampliamente también fuera de Rusia*” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 37) A su vez, usualmente “... se adjudica a Ludwig von Bertalanffy la primera formulación de un marco teórico comprensible para describir los principios de organización de los sistemas. Sin embargo, veinte o treinta años antes, Alexander Bogdanov, desarrolló una teoría de sistemas de igual sofisticación y alcance... Bogdanov llamó a su teoría «tektología», del griego tektón («constructor»), lo que podría ser traducido como «la ciencia de las estructuras»... Anticipó... varias ideas importantes en distinto lenguaje, como principios claves de la cibernética (retroalimentación) de Norbert Wiener y Ross Ashby... Adelantándose al trabajo de Ilya Prigogine, Bogdanov demuestra cómo la crisis organizadora se manifiesta como un colapso del equilibrio sistémico existente, Al definir las categorías de crisis, Bogdanov llega incluso a anticipar el concepto de catástrofe desarrollado por el matemático francés René Thom... Tektología, el libro pionero de Bogdanov, fue publicado en Rusia en tres volúmenes entre 1912 y 1917. Una edición alemana fue publicada y ampliamente revisada en 1928. No obstante, se conoce muy poco en Occidente” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 25), (Gorelik, George, 1975) Según algunos autores es extraño que Ludwig Von Bertalanffy no hubiera leído la obra de Bogdanov, al menos no lo menciona en sus textos (Mattessich, R. 1983-1984, p. 29-40, (Capra, Fritjof, 1996, pág. 37) Además, algo que opacó las ideas sistémicas de Bogdanov, fue el hecho de que, “... los filósofos marxistas de la época de Bogdanov eran hostiles a sus ideas ya que concebían la tektología como un nuevo sistema filosófico diseñado para reemplazar al de Marx, a pesar de las repetidas protestas de Bogdanov por la confusión de su ciencia universal de la organización con una corriente filosófica” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 37) No obstante a las contribuciones de Bogdanov, la obra de Bertalanffy tiene un carácter fundacional, por su alcance epistemológico, pues logró sistematizar conceptos claves del enfoque sistémico, lo que contribuyó de manera decisiva al desarrollo posterior de un movimiento internacional de estudios especiales para la aplicación concreta de este revolucionario enfoque en todas las esferas de la realidad.

¹⁸³ Anexo 1.39: **Sistema.**

¹⁸⁴ En verdad, “... la ciencia occidental no tuvo en cuenta ni - menos aún - desarrolló el contenido profundo que esta frase encierra, así, los problemas que ella contiene, en lugar de ser resueltos, se negaron o se soslayaron” (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 24)

¹⁸⁵ Anexo 1.40: **Enfoque sistémico.**

¹⁸⁶ Desde la postguerra hasta hoy se ha estado enfatizando esta importante idea, en especial, en el plano de la dirección organizacional (Pareto, Vilfredo, 1945), (Gardner, John, 1963), (Bennis, Warren G., 1966), (Toffler, Alvin, 1973/1998), (Fried Schnitman, Dora (ed.), 1994), (Dooley, Kevin, Johnson, Timothy, Bush, David, 1995), (Prusak, L., 1997), (Navarro Cid, José, 2001), (Panyella Roses, Magi, 2002), (Diegoli, Samantha, 2003), (Diegoli, Samantha, 2004), (Vildosola Reyes, Luis, 2003), (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004), (González Casanova, Pablo, 2004), (Filgueiras Sainz de Rozas, Miriam, 2010)

¹⁸⁷ Anexo 1.41: **Tipos de Sistemas.**

¹⁸⁸ Anexo 1.42: **Enfoque holístico-gnoseológico.**

¹⁸⁹ Este proyecto ha estado liderado por el ex-Rector de dicho centro el Dr. Pablo González Casanova y sus esfuerzos de integración del saber se pueden constatar en la Revista *Metapolítica*, así como en otras innumerables publicaciones (Mier, Raimundo, 1998), (Ruiz, Alfredo, 1998), (Gutiérrez Gómez, Alfredo, 1998), (Torres Nafarrete, Javier, 1998), (Bacarlett Pérez, María Luisa, 1998), (Cocho, G., 1999), (González Casanova, Pablo, 2004)

¹⁹⁰ *Ilya Prigogine* ruso nacionalizado belga, desarrolló sus ideas con la ayuda de varios colaboradores, entre los que se destacan **Grégoire Nicolis** e **Isabelle Stengers**, quienes jugaron un papel decisivo en la sistematización y divulgación de sus ideas fundamentales.

¹⁹¹ *Ilya Prigogine* e **Isabelle Stengers**, partiendo de la concepción del carácter irreversible del tiempo, proponen un acercamiento fructífero entre las ciencias naturales y las humanidades, concretamente en: (Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle, 1979/1983), (Prigogine Ilya., 1997)

¹⁹² Anexo 1.43: **Auto-organización.**

¹⁹³ Anexo 1.44: **Auto-poiesis.**

¹⁹⁴ Otro ejemplo que confirma esta tesis de que la **auto-organización** es una propiedad del universo y no solo de la vida está en el descubrimiento de **Hermann Haken** en el estudio del láser, que reveló, experimentalmente, que en la emisión coordinada del **haz del láser** se “... origina la aparición espontánea de coherencia y orden, es un proceso de autoorganización y que es necesaria una teoría no-lineal para describirlo adecuadamente. «En aquellos días mantuve muchas discusiones con varios teóricos norteamericanos», recuerda Haken, “... que estaban también trabajando en láseres pero con una teoría lineal y no se daban cuenta

de que algo cualitativamente nuevo estaba ocurriendo" (Palack, 1991, p.111, citado por (Capra, Fritjof, 1996, pág. 64), (Haken, Hermann, 1983)

¹⁹⁵ Anexo 1.45: **Autómatas celulares.**

¹⁹⁶ Desde mediados del siglo pasado otros científicos han demostrado **el valor práctico de las aplicaciones matemáticas** en general y de la **Topología** y la **Geometría** en particular, se destacan entre ellos: *Christopher Longuet-Higgins, Robert May, John Tyler Bonner, Christopher Zeeman y Benoit Mandelbrot.*

¹⁹⁷ Anexo 1.46: **Aplicaciones de las matemáticas no-lineales.**

¹⁹⁸ Los estudios y aplicaciones de los fenómenos no lineales en la esfera de la salud han crecido exponencialmente. Ver **Anexo 1.33: Los nuevos paradigmas en la esfera de la salud.**

¹⁹⁹ Anexo 1.47: **Estudios de la Complejidad en las Ciencias Sociales y las Humanidades.**

²⁰⁰ **Stephen Smale** recibió en 1966 la **Medalla Fields** en Matemáticas, equivalente al Nobel de Física, por sus aportes a la Topología no-lineal.

²⁰¹ De hecho, con sus trabajos **Smale** se convirtió en un precursor de la *Teoría de las Catástrofes*, la cual tuvo otros *antecedentes* en la obra de pensadores de la talla de *Carl Friedrich Gauss* (1777-1855), *Nicolái Ivanovich Lobachevski* (1793-1856), *János Bolyai* (1801-1860), *Bernhard Riemann* (1826-1866), *Henri Poincaré* (1852-1912), *Salomon Lefschetz* (1884-1972), *Gastón Darboux*, *Marston Morse*, así como los rusos *Aleksandr Aleksandrovich Andronov* (1901-1952) y *Lev Semyonovich Pontryagin* (1908-1988) entre otros.

²⁰² **René Thom** publicó la Teoría de las Catástrofes entre 1968-1970 y obtuvo varias distinciones, entre ellas: la *Medalla Fields*, recibida por su *Teoría del Co-bordismo* en topología, la *Medalla Brower* y el gran *Premio Científico de París*.

²⁰³ Lamentablemente no se han divulgado debidamente las **catástrofes modelos** sistematizadas por **René Thom**, las cuales tienen un gran valor metodológico para el estudio topológicos cualitativos de los procesos radicales que suceden en momentos críticos en la naturaleza y la sociedad (Woodcock, Alexander. y Davis, Monte, 1994, p. 32-55)

²⁰⁴ **Benoit Mandelbrot** (1924-) es un científico judío de origen polaco, lituano y nacionalizado francés, que luego de doctorarse en Matemáticas en la Universidad de París, emigró a los Estados Unidos. Allí sostuvo una intensa labor interdisciplinaria con colegas de las ciencias naturales y sociales, de manera que ha desarrollado la lingüística matemática, la teoría de juegos y diversos aspectos de la economía. Su primer trabajo pionero de su futura Geometría fractal fue (Mandelbrot, Benoit, 1967)

²⁰⁵ Esta situación no era nueva, pues a finales del siglo XIX algunos matemáticos se estuvieron preocupando por el correlato entre las abstracciones matemáticas y los objetos reales. En la historia se conoce de varias creaciones matemáticas que fueron denominadas "*monstruos matemáticos*", precisamente uno de ellos fue creado por *George Cantor* (1845-1918), quien, "... investigando el infinito inventó un conjunto que lleva su nombre. Este implica una línea dividida en un número infinito de puntos (el "polvo" de Cantor) cuya longitud total es 0. Esta contradicción manifiesta inquietó a muchos matemáticos del siglo XX, y sin embargo sirvió de punto de partida para la nueva teoría de Mandelbrot de las matemáticas fractales, que jugaron un papel decisivo en la teoría del caos" (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, págs. 18-19), (Maldonado, Carlos, Eduardo, 2008)

²⁰⁶ **Fractal** es un término que fue introducido en la década del 60 por Benoit Mandelbrot, se relaciona con el vocablo latino *fractus* que significa: "fraccionado", "romper" y "dividir", por lo que se refiere a fragmentos irregulares de la naturaleza o creados artificialmente. Matemáticamente hablando un fractal es "... un modelo geométrico de funciones iteradas que contiene puntos de estabilidad, mezclados con inestabilidad (cambios cualitativos abruptos) y regiones de límites mutables" (Valle Espinosa, Consuelo, 2004, pág. 77)

²⁰⁷ El grado de **llenado del espacio** que se ocupa no tiene que ser necesariamente el mismo para dos objetos similares, pongamos de ejemplo el embalaje de un cubo sólido y de otro hueco del mismo tamaño, se invertirá la misma cantidad de material y se ocupará el mismo volumen, pero no se llenará de igual manera.

²⁰⁸ La propiedad de **auto-semejanza** consiste en que "... en un **fractal** siempre se puede encontrar una parte de la figura que guarda una relación de semejanza con la figura completa" (Valle Espinosa, Consuelo, 2004, pág. 78)

²⁰⁹ Son muy diversas las propiedades de los fractales, las que permiten comprender la estructura y dinámica caótica de la realidad, pero un especial significado tiene la denominada propiedad de la **percolación**, la cual "... puede ser utilizada para analizar cómo se difunde una información por *mass media*, como se extiende el aire por el pulmón y poros y aún para verificar el funcionamiento de la dinámica neuro-cerebral. Además, los fenómenos fractales pueden explicar cómo se expanden las comunicaciones informales dentro de las empresas, como funciona el proceso creativo, etc." (Diegoli, Samantha, 2003, pág. 35) Si se toma cada una de las propiedades de los fractales se podrán revelar sus enormes potencialidades de aplicación en todas las esferas de la actividad humana.

²¹⁰ Ver **Anexo 1.42: Enfoque holístico-gnoseológico** sobre la **Clasificación de las totalidades** y se ilustran con ejemplos de los recientes avances científicos en Matemáticas (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 126-205)

²¹¹ Para un estudio más detallado del origen y desarrollo de la **Geometría fractal**, sus propiedades y aplicaciones en las diferentes esferas de la realidad se debe consultar: (Mandelbrot, Benoit, 1987), (Mandelbrot, Benoit, 1997), (Peitgen Heinz-Otto, et. al., 1986), (Peitgen Heinz-Otto, 1990), (Barnsley, M.F., et. al., 1988), (Goldberger, A.L., et. al., 1990), (Takayasu, H., 1990), (Moon, Francis, 1990), (Zimmerman, Brenda; Hurst, David, 1993), (Warneke, H. J., 1993), (De Guzmán Ozamiz, Miguel, et. al., 1993), (Alonso, A.; De la Fuente, J.R.; et. al., 1996), (Panyella Roses, Magi, 2002), (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005), (López, F. y Brambilla, F., 2007)

²¹² Una breve síntesis sobre la **Lógica** como área peculiar de la filosofía y como conjunto de disciplinas científicas en constante evolución se puede encontrar en el artículo, en proceso de publicación del autor, titulado: *"La significación histórico-social de la Lógica"*. Para recibir visiones más sistematizadoras de su historia se puede consultar: Stíázkin, N., 1967, Makovelski, A., 1967, Kondakov, N.I., 1975, Kopnin, P.V., 1980, Ilienkov, E.V., 1984, (Guetmánova, A., 1986), Kosko, B., 1995.

²¹³ Sobre los peligros del pensamiento dicotómico en las **Ciencias Sociales** es muy ilustrativa "... la sentencia formulada por el físico e intelectual Carles P. Snow que dice: "(...) el dos es un número muy peligroso", refiriéndose a los asuntos de la lógica binaria y del pensamiento dicotómico tan arraigado en algunas corrientes del pensamiento social, sigue teniendo aún vigencia, a pesar de que hay propuestas como las de Jerome Bruner que difieren sustancialmente, con su división singular de modos de pensamiento: narrativo y paradigmático. (Snow, CP., 1977, citado por Cisneros, C., 2001, p.3.)" (Andrade, R., et. al., 2002, p. 11). Han existido disyunciones o separaciones arbitrarias como el Mito de las Dos Culturas, es decir, entre Ciencias Naturales (nomotéticas) – Ciencias Sociales y Humanidades (ideográficas), entre los estudios del mundo moderno occidental civilizado – los estudios de las culturas tradicionales y orientales, entre el pasado (Historia) – el presente (Sociología, Economía, etc.), entre otras separaciones (Espina Prieto, Mayra, 2003, pág. 13), (Wallerstein, Immanuel (Comp.), 1995) En verdad, la crítica al pensamiento dicotómico, como rasgo esencial predominante en la historia de la Concepción heredada (positivista) de la ciencia, ha sido realizada desde los más diversos referentes epistemológicos, y, esa dicotomía, se expresa en la contraposición de los conceptos clásicos de: estructura-función, objeto-sujeto, sociedad-individuo, macro-micro, existencia-conciencia, cambio-estabilidad, cuerpo-mente, sociedad-naturaleza, normal-patológico, cuantitativo-cualitativo, inducción-deducción, todo-parte, análisis-síntesis, etc. (Espina Prieto, Mayra, 2003, pág. 14)

²¹⁴ Anexo 1.48: **Sistemas complejos adaptativos.**

²¹⁵ Anexo 1.49: **Aplicaciones de la Lógica borrosa.**

²¹⁶ Para conocer sobre los precursores de la **investigación no-lineal** en la URSS consultar los siguientes autores: (Gorelik, George, 1975), (Aleksandrov, A.D., Kolmogorov, A. N., Laurentiev, M. A., 1981), (Mattessich, Richard, 1983-1984), (Kulakov, A., Rumiantsev, A., 1988), (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a), (Capra, Fritjof, 1996), (Salazar Domínguez, Carlos, 1997), (Bissel, Chris, 2001)

²¹⁷ Anexo 1.51: **Complejidad.**

²¹⁸ Para solo recordar al lector dos ejemplos de esas **ideas seminales** aquí ya tratadas, muy valiosas para reflexionar sobre la **Complejidad**, se puede tomar la noción de Platón sobre el término, poco conocido, de **Symploké**, el cual se refiere al *entramado o ensamble* constituido por el entrelazamiento dinámico de hilos, mimbres, letras y cualquier cantidad de elementos, es decir, como *conexión y desconexión* a la vez de varias cosas (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 194-195). El segundo ejemplo es la *nociones de Sinolon y Sistema* contenidas en la concepción holística de Aristóteles, en la que enfatizaba que *el todo es más que la suma de las partes*, intuyendo con ello las actuales nociones de *mediación y emergencia* (Bueno, Gustavo, 1993, págs. 127-274), (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, págs. 71-79)

²¹⁹ Varios autores señalan esa dificultad (Horgan, John, 1995), (Horgan, John, 1996), (Bar-Yam, Yaneer, 1997), (Bar-Yam, Yaneer, 2000), (Binder, Philippe, 1999), (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Rodríguez De Rivera, José, 2009)

²²⁰ Además, es bueno tener en cuenta que la **Complejidad**: 1) *abarca o encierra muchos elementos o partes*; 2) *que es observable bajo diferentes aspectos*; 3) *que son fenómenos muy intrincados* (difícil de percibir); así como que 4) *tienen infinitos nexos entre sí*. (Buarque de Holanda Ferreira, Aurelio, 1999), (Diegoli, Samantha, 2003, págs. 14-15), (Rodríguez De Rivera, José, 2008)

²²¹ Así también, la **Complejidad** se comprende como un estado, o más bien un proceso: "... entre el orden y el caos, concebidos éstos como situaciones extremas. Henri Atlan usa para esto la metáfora «entre el cristal y el humo», así como otros científicos (matemáticos, en particular) se refieren al «límite del caos», una noción creada por Stephen Wolfram. Muchos sistemas dinámicos presentan tres clases de comportamiento: fijo, periódico y caótico (atractor de punto fijo, atractor de ciclo límite y atractor extraño). Pero Wolfram dio con un cuarto tipo, intermedio entre el comportamiento caótico y el fijo o periódico. Al abandonar el territorio ordenado y entrar en la región del caos, se atraviesa una región muy estrecha, a la que Wolfram ha llamado «límite del caos»" (Rodríguez De Rivera, José, 2009, págs. 9-10)

²²² Esta compilación ha sido fruto de la gestión solidaria de publicación del profesor mexicano José Félix García, así como del trabajo de sistematización y aplicaciones realizado por decenas de investigadores y colaboradores del extinto Centro de Medicina y Complejidad de Camagüey, dirigido por el Profesor Auxiliar Eloy Ortiz Hernández. Este extinto Centro en su corta, pero fructífera existencia (cuatro años), logró resultados científicos impresionantes, resumidos en más de veinte artículos publicados, decenas de ponencias sobre epistemología y aplicaciones de la complejidad a la medicina y la salud, presentadas en eventos internacionales, la creación y mantenimiento de una Página Web y una prometedora biblioteca virtual sobre los temas de complejidad y salud, la elaboración de un software para el análisis no lineal de la epidemia del dengue, así como la capacitación de más de un centenar de investigadores, médicos, estomatólogos, enfermeros, tecnólogos y profesores del sector de la salud, mediante tres cursos de postgrado sobre los Estudios de la Complejidad en Salud. También el Centro participó activamente en la organización de los Eventos Internacionales realizados en la provincia y en la Habana, y sus relaciones de intercambio académico eran crecientes con decenas de instituciones científicas del país. No obstante, al esfuerzo realizado y los indiscutibles resultados científicos del Centro las autoridades de la Universidad de las Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay" de Camagüey decidieron cerrarlo en enero de 2011. Ya habrá en el momento oportuno para ello un estudio detallado de las razones que motivaron tan absurda y precipitada decisión.

²²³ El estudio constructivo de las razones que han conducido a esta lamentable situación en Cuba, es decir, falta de apoyo institucional y político al desarrollo de los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*, debe en algún momento realizarse, pues se necesita buscar las vías y estrategias para superar esta etapa de resistencia al cambio, pero, lamentablemente, esta temática escapa de los objetivos de este trabajo.

²²⁴ **Varios países de la región** participan en *El Centro Internacional de investigaciones y Estudios Transdisciplinarios* (CIRET) Esta iniciativa provee un espacio de trabajo en la internet que incluye un boletín, publicaciones de miembros de CIRET, informes sobre proyectos de la institución, y resultados del Primer Congreso Mundial de Transdisciplinariedad en Portugal (1994) y el Congreso de Locarno en Suiza (1997), entre otros eventos. Muchos autores latinoamericanos se destacan en la sistematización, divulgación e introducción de los nuevos paradigmas en la educación. Entre ellos están: (Jiménez, Carolina, 1997), (Arnold Cathalifaud, Marcelo; Osorio, Francisco, 1998), (Arnold Cathalifaud, Marcelo, 1999), Santibáñez, D., 1997, Santibáñez, C., 1999, Santander Gana, M.T., 1998, (Arroyave, Dora Inés, 1998), (Arroyave, Dora Inés, 1999b), Scribano, I., 2000a, b, 2001, Castro Sáez, B., 2001, Soto, M.H., 2001, (Villaroel, P., Firmani, C., 2002), Salazar, J., 2003, Cáceres, C., O. Cristi, 2003, 2007, Giraldo, G., 2005, Oliva Figueroa, I., 2006, 2007, 2008, CAPES, 2008.

²²⁵ Otras definiciones y valoraciones en Cuba que asumen **enfoques más integrales de la Educación** se pueden consultar en: (ISPEJV, 1995), (CIFPOE, 1998), (Addine Fernández, Raúl, 2006), entre otros.

²²⁶ Desde hace más de medio siglo varios pensadores han expuesto, de una u otra forma, la idea de que *la racionalidad científica moderna*, aunque ha proporcionado incuestionables avances, también nos ha legado innumerables prejuicios en el orden organizacional (individual, colectivo y social) En verdad, ya se han sistematizado, tanto la esencia de sus causas, como sus impactos en la educación: (Dewey, John, 1966), (Pareto, Vilfredo, 1945), (Gardner, John, 1963), (Bennis, Warren G., 1966), (Toffler, Alvin, 1973/1998)

²²⁷ Significativas contribuciones a **la crítica al enfoque disciplinar en la ciencia y la educación**, que sirven de base para **el estudio de la integración del saber**, se realizaron desde los estudios organizacionales del trabajo y de la dirección empresarial. De manera que indiscutibles precursores fueron **John Gardner** y **Warren Bennis**, quienes realizaron un minucioso análisis histórico de la evolución de la **Burocracia** en el ámbito empresarial, partiendo de la fundamentación económica de ese fenómeno y sometieron a crítica sus vicios e impactos negativos en las sociedades modernas. Además, **Bennis** consideró que la **Burocracia** ha tenido tres características esenciales: 1) la exageración o abuso de la *permanencia*, 2) de la *jerarquía* y 3) de la *división del trabajo*, todo lo cual perpetuaba el *enfoque disciplinar*, típico de la racionalidad moderna. Fue **Alvin Toffler**, uno de los que reivindicó la figura de **Bennis** en la historia de la sociología y la psicología social, cuando sentenció que: “Si fue **Max Weber** quien primero definió la burocracia y pronosticó su triunfo, **Warren Bennis** (8) debe figurar en los libros de texto sociológicos como el primero que predijo de manera convincente su decadencia y esbozó la silueta de las organizaciones que están brotando para sustituirla” (Toffler, Alvin, 1973/1998, pág. 104) Precisamente, los fundamentos económicos, sociológicos y psicológicos de la necesidad del *cambio de ritmo*, del *paso a la transitoriedad* (como nueva temporalidad) y al *trabajo multi e interdisciplinario* en la sociedad postindustrial, como premisas para el *cambio organizacional*, fueron muy bien desarrollados en la obra de **Toffler**. Por ello, explica el nacimiento y necesario desarrollo de la denominada **Ad-hocracia** como alternativa a la **Burocracia** en la vida empresarial (Toffler, Alvin, 1973/1998, págs. 92-107) Para conocer los antecedentes de estas ideas consultar (Pareto, Vilfredo, 1945), (Gardner, John, 1963), (Bennis, Warren G., 1966)

²²⁸ En la literatura ya aparecen denominaciones compuestas: “Esta vinculación complejidad y transdisciplinariedad en la Educación, ya tiene nombre y ha empezado a recorrer el mundo bajo el denominativo de “**transcomplejidad**”, es decir buscar lo que está entre, a través y más allá de las disciplinas mismas, visto en términos educativos una nueva forma de vivir y convivir en la humanidad” (González Velasco, Juan Miguel, 2010)

²²⁹ Para Edgar Morín **la nueva espiritualidad humana**, fundada en la transdisciplinariedad del enfoque holístico de la complejidad, tiene un especial y prometedor espacio de realización en el Sur, pues “El pensamiento del sur está llamado a volver a cuestionar la sabiduría. Sabemos que una de las grandes herencias de la Antigüedad, griega y romana, es la búsqueda de la sabiduría. Ahora bien, la idea de una sabiduría identificada con la vida razonable, razonada, opuesta a una vida de pasión, no es satisfactoria en la medida en que hemos comprendido - en particular, desde los trabajos de Damasio y Jean-Didier Vincent - que la razón pura no existe. Incluso el matemático dedicado al cálculo más racional, tiene la pasión por las matemáticas. No hay razón sin pasión. Por el contrario, la pasión sin este candil que es la razón se pervierte en delirio. Entonces la nueva sabiduría debe buscar la “dialógica” - diálogo permanente, complementariedad en el antagonismo - **entre la razón y la pasión**. No hay pasión sin razón, no hay razón sin pasión. No es una sabiduría que pueda programarse, es una especie de memorándum que debe regenerarse, sin cesar, para guiarnos en la vida. Desde entonces, la nueva sabiduría reconoce las virtudes de la poesía, es decir, la del amor y de la comunidad” (Morín, Edgar, 2010, pág. 9)

²³⁰ Vista desde su dimensión pedagógica esta nueva manera de concebir la educación parte de la idea de que “... para transdisciplinar, en el proceso enseñanza – aprendizaje, es necesario un esquema cognitivo flexible que advenga del propio espacio comunicativo creado, en tanto proceso para la comprensión de sí mismo, de sus circunstancias ecológicas y del mundo en que está inserto” (Pupo Pupo, Rigoberto, 2007), tomado de (Herrera Torres, Isaías, 2008, págs. 129-130)

²³¹ **La Educación del futuro** debe partir al menos de **siete premisas** sobre la formación de una nueva cultura científica en la joven generación que reconozca: 1) La posibilidad del error y la ilusión, 2) Los principios del conocimiento pertinente, e) La condición

humana, 4) *La identidad planetaria*, 5) *Enfrentar las incertidumbres*, 6) *La comprensión*, 7) *La ética del ser humano*. (Morín, Edgar, 1999)

²³² Uno de los programas más completos y actualizados es el que propone el Dr. Carlos Delgado Díaz, titulado: *La Revolución contemporánea del Saber: Holismo ambiental, Bioética global, Epistemología constructivista de segundo orden y Estudios de la Complejidad*. del cual se nutre la propuesta temática del Anexo 14 (Delgado Díaz, Carlos, 2009)

²³³ De manera que **la labor del maestro** debe desplazarse **de la instrucción a la educación**, que lo conviertan en facilitador del fértil proceso de solo proveer coordenadas heurísticas claves para que **el estudiante**, como **verdadero protagonista**, construya su propio conocimiento y se apropie de los nuevos valores que le están insinuando la Base Orientadora de la Acción (BOA) que el maestro le sugiere identificar (Galperin, P.Ya., 1979)

²³⁴ Varios autores enfatizan esta idea, es decir: “La autoorganización es una noción clave en la comprensión de los fenómenos complejos, porque da cuenta del automovimiento de los procesos desde el interior de los propios sistemas -abiertos y alejados del equilibrio- en sus relaciones con los entornos en que se desenvuelven. Al decir de algunos autores (Najmánovich, Maturana y otros), los procesos internos constructivos del sistema –en condiciones de relación con entornos cambiantes- generan sus propios límites y espirales de nuevos desarrollos. Para Luhmann ello es posible porque los sistemas cuentan con determinados mecanismos operacionales de diferenciación (clausura) formando bucles de retroalimentación abiertos hacia nuevas expresiones; esto ocurre en redes vinculares que forman nuevas cartografías (de nuevo Denise Najmánovich) y re-contextualizaciones espacio-temporales diversas” (D’Angelo Hernández, Ovidio, 2009, pág. 1) Además, la **auto-organización** a su vez constituye un proceso complejo, que solo puede ser explicado adecuadamente a través de un arsenal de herramientas epistemológicas como son los principios, conceptos y propiedades ya descritos aquí. Ejemplos de consecuente uso de los conceptos y propiedades, relacionados directamente con la **auto-organización** de la sociedad como sistema dinámico complejo aparece en: (Sotolongo, Pedro Luis, 2007a) (Dieterich, Heinz, 2005, págs. 28-29) Ver también: (Martínez Álvarez, Fidel, 2010a)

²³⁵ Entre los autores cubanos que han desarrollado este tipo de educación destacan: Beatriz y Doris Castellanos, Miguel Llivina, Gloria Fariñas. Josefina López Hurtado, Guillermo Áreas Beatón, entre otros.

²³⁶ En todas las esferas de la vida social se debe tener en cuenta las **potencialidades creativas** de la participación activa y protagónica de los pacientes, subordinados o estudiante, por ejemplo, se precisa considerar que “... en medicina, en psicología o con los estudiantes de educación todos ellos son personas y no son objetos. Son personas que sienten y que son capaces de tener lo que llamaré “**negatricidad**”, que quiere decir tener la capacidad de responder por sus propias contraestrategias a las estrategias que perciben se pretenden sobre ellos. Un profesor tiene necesariamente una estrategia con respecto a sus alumnos; él pretende objetivos y se busca los medios para alcanzarlos; pero el profesor no está solo para decidir. Los alumnos también tienen estrategias y pueden oponer sus estrategias a las del profesor”. (Ardoino, Jacques, 1997, pág. 3)

²³⁷ En verdad, “... las **analogías, metáforas y préstamos teóricos** que reciben hoy en día las ciencias sociales y las ciencias de la educación de las ciencias naturales no constituyen, sin embargo, una excepción si contemplamos la historia evolutiva de estas ciencias, ni tampoco responde a una cuestión de «modas» intelectuales” (Romero Pérez, Clara, 2008, pág. 5)

²³⁸ Ya se ha iniciado el debate sobre el **diseño curricular** desde la Perspectiva de la Complejidad y desde otros paradigmas emergentes. “Un tema importante, dentro del investigar el propio accionar educativo, en el contexto de la complejidad, es la visión de currículo que deseamos. En este sentido, ya tiempo atrás se habla y se aplica un currículo basado en propósitos, otro en objetivos, el basado en competencias y uno muy de moda en capacidades. Los dos primeros persiguen el cumplimiento de metas en cuya principal esencia primaria lo cognitivo; y los dos modelos finales enfoca las habilidades y destrezas de los que aprenden; pero todavía así, quedaría absolutista y reduccionista pese a los intentos por generar un currículo integrador socio crítico y liberador. Es posible hablar y profundizar en “complejidades” entendidas estas como el currículo por complejidades como el destinado a las estrategias complejas generadas según las necesidades educativas, de tal manera que un problema educativo deberá tener una solución compleja basada en la investigación” (González Velasco, Juan Miguel, 2010, pág. 8) Otros autores que sugieren cambios radicales en el **diseño curricular** son: (Marcpherson, E.D., 1998), (Arroyave, Dora Inés, 1998), (Arroyave, Dora Inés, 1999a), (Arroyave, Dora Inés, 1999b), (Torres Santomé, Jurjo, 1994), (Torres Santomé, Jurjo, 1998), (Motta, Raúl, 2000a), (Correa, Cecilia, 2000), (Romero Pérez, Clara, 2001), (Romero Pérez, Clara, 2008), (Jeffrey, P., 2003), (García J. Eduardo, 2004), (Alfonso García, María Rosa et., al., 2006), (Delgado Díaz, Carlos, 2006), (Oliva Figueroa, Iván, 2006), (Oliva Figueroa, Iván, 2007), (Oliva Figueroa, Iván, 2008), (Herrera Torres, Isaías, 2008)

²³⁹ Recuérdese que la **Teoría de la Red de Actores** enfatiza el valor y protagonismo que deben asumir los actores de la base de la pirámide social y subraya el valor del desarrollo de **redes-rizomas distribuidas** de actores trabajando en equipo que potencian la actividad creadora y auto-organizativa en la base. Ver **Anexo 4: Propuesta metodológica de la Teoría de la Red de Actores**.

²⁴⁰ Entre las **propiedades más sistematizadas** de las **organizaciones sociales**, desde la perspectiva de la complejidad, aunque hay otras menos estudiadas, están: **1)** sistemas **abiertos, adaptativos**, **2)** sistemas **evolutivos** y **transformadores** del entorno, pues ejercen diversos tipos de impactos **3)** sistemas que cumplen determinadas funciones y pretenden obtener objetivos específicos identitarios, **4)** sistemas que están alejados del equilibrio, pues constituyen estructuras dinámicas disipativas que intercambian sustancia, energía, información y sentido con el entorno, tales flujos garantizan la sostenibilidad del sistema en su entorno, lo cual les permite cumplir las funciones y lograr sus objetivos para la autonomía y permanencia de su identidad, mejorando su robustez adaptativa, **5)** sistemas que tienen mecanismos de **retroalimentación** (feedback) que informan al centro de control de las

organizaciones sociales (gobiernos, direcciones, gerencias, etc.) sobre los cambios del propio sistema (debilidades y fortalezas) y del entorno (amenazas y oportunidades), **6)** sistemas en *redes-rizomas, anidados, escalados, fractales, auto-similares, etc.*, pues son sistemas de sistemas y con subsistemas y conexiones a diferentes escalas y gradaciones, **7)** sistemas constituidos por seres humanos (personalidad o individuo) portador de una complejísima espiritualidad (subjetividad, valores, conciencia, autonomía, auto-terminación, racionalidad, pasiones, etc.), que lo hacen altamente impredecible, pues sus motivaciones, intereses, objetivos y metas pueden o no coincidir con los colectivos y sociales, **8)** sistemas de *dinámica o comportamiento dicotómico*, pues en su relación con el entorno tienen cierta *armonía y estabilidad*, por lo que su *comportamiento es previsible*, mientras que a la vez tienen alta sensibilidad a los cambios en las condiciones iniciales, por lo que suelen ser también *imprevisibles*, de manera que su *equilibrio dinámico* supone no solo *estabilidad*, sino también *alejamiento del equilibrio (al borde del caos)*. Así pues, en su relación con el entorno *todo sistema complejo tiene dos zonas de comportamiento: previsible e imprevisible*, es decir, que se pueden o no anticipar y planificar su dinámica en dependencia de las cualidades del entorno, **9)** En consecuencia, estos sistemas crean *dos estructuras internas: Zona de Dirección* (previsión, planificación, organización y control) y *Zona de Creatividad* (libertad de acción, descubrimiento, innovación, experimentación, pilotaje, simulación en escenarios virtuales, etc.), que definen sus relaciones con el entorno de *dos maneras: a) de sobrevivencia* (coexistencia), b) de *desarrollo* (evolución y transformación), en dependencia de la efectividad de las relaciones entre *las dos Zonas* y de los impactos favorables o negativos de los *tipos de entornos: antagónicos, hostiles, de co-existencia y favorables*. En fin, estas ideas sobre las *Zonas de Dirección y Creatividad* tiene un extraordinario valor epistemológico para la construcción de una propuesta metodológica que permita elevar la eficiencia de los cambios revolucionarios que hoy se realizan en Cuba en el orden de la actualización del modelo económico y de la reorganización de la vida social en el país a tono con esos cambios. En verdad, las ideas que encierran estos términos introducidos por Raimundo Franco y Heinz Dieterich en el estudio de los sistemas sociales, desde la perspectiva de la complejidad, son claves para comprender la *dinámica auto-poiética de los sistemas sociales*, pues en la medida que estas zonas se articulen eficientemente se podrá *adaptar, evolucionar y transformar* mejor el sistema social en concreto con arreglo a los cambios del entorno y lograr sus objetivos identitarios, su autonomía y sustentabilidad (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, págs. 95-103), (Dieterich, Heinz, 2005, págs. 28-29) Lamentablemente, estas ideas no han tenido la debida aceptación entre la vanguardia revolucionaria del país, pues desde los finales de la década de los años noventa algunos investigadores cubanos ya había advertido de estas novedades y sus potencialidades para el desarrollo de la construcción socialista en Cuba, entre ellos, el Dr.C. Raimundo Franco, ex Director del Instituto de Cibernética, Matemática aplicada y Física del CITMA, le dirigió una visionaria carta a la entonces Ministra del CITMA, la Dra. Rosa Elena Simeón, donde fundamenta la necesidad de introducir en Cuba las investigaciones sobre los *paradigmas emergentes* en general y los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* en particular.

²⁴¹ Entre los programas más conocidos están: el *Diplomado sobre Complejidad* del Instituto de Filosofía de la Habana, 2006, coordinado por Pedro Luis Sotolongo Codina (Presidente Honorífico de la Cátedra Cubana de Complejidad), los Curso de postgrado *Teoría del Caos y Sistemas complejos. Aplicaciones en Salud* (Ortiz Hernández, Eloy, Martínez Álvarez, Fidel, González Mora, Ania, 2006) e *Introducción al Pensamiento Complejo en Salud* (Ortiz Hernández, Eloy, Martínez Álvarez, Fidel, González Mora, Ania, 2008), del Centro de Medicina y Complejidad de la Universidad de las Ciencias Médicas “Carlos J. Finlay” de Camagüey, el Diplomado “*El Enfoque transdisciplinario de la Complejidad*” de la Universidad de Camagüey coordinado por Marcelo Chacón Reyes, 2005, así como el Curso de postgrado “*La Revolución Contemporánea del Saber...*” (Delgado Díaz, Carlos, 2009)

²⁴² Esta es una fructífera, entusiasta y creciente red de divulgación electrónica de Eventos, actividades y documentos sobre los *Estudios de la Complejidad, paradigmas emergentes afines* y sus aplicaciones, especialmente, en las temáticas de la Cultura y del Lenguaje, que está siendo coordinado por Raquel García Riverón y otros colegas de instituciones académicas de la Habana y otras provincias del país.

²⁴³ En estas Cátedras se destaca el trabajo de elaboración de artículos y ponencias, de tutorías de tesis y de organización de Eventos sobre la Complejidad de los profesores Dr.C. Roberto Portuondo Padrón, Dra.C. Imai Delgado Guerrero y de Marcelo Chacón Reyes, entre otros, en las cuales desde hace una década se han realizado trabajos de aplicaciones de estos estudios a diferentes áreas de conocimientos, en especial, a la dirección organizacional y la pedagogía de la Educación Superior (Delgado Guerrero, Imai, 1997), (Portuondo Padrón, Roberto, 2006), (Crespo Zafra, Lourdes, 2005), (Romero, Jesús, 2008), (Dámera, Martínez, Arnaldo; Portuondo Padrón, Roberto, 2010), (Chacón Reyes, Marcelo, 2010), (Portuondo Padrón, Roberto; Dámera, Martínez, Arnaldo, 2010a), (Portuondo Padrón, Roberto; Dámera Martínez, Arnaldo, 2010b)

²⁴⁴ **Obstáculos para la socialización de los Estudios y la Educación Transdisciplinaria:**

1. La Concepción heredada del conocimiento que todavía está enraizada en la educación cubana.
2. Las complejidades propias en el orden teórico, pues la mayoría de los profesionales de la educación desconoce estas novedades o mantiene una resistencia al cambio ante la incertidumbre de los *paradigmas emergentes* que no tienen todavía la suficiente maduración epistemológica y metodológica.
3. La falta de nuevos métodos convincentes que muestren su efectividad para dar solución a los problemas complejos como alternativas a los métodos tradicionales ineficaces.
4. El limitado acceso a Internet y a la literatura actualizada de la mayoría de los profesores e investigadores del país, de manera que puedan conocer y difundir rápidamente los *paradigmas emergentes*.
5. Los prejuicios políticos de muchos dirigentes que ven fantasmas ideológicos antes las novedades científicas que llegan al país.

6. Las barreras burocráticas e institucionales que todavía están estructuralmente obsoletas y no permiten que se apliquen y fluyan las ideas innovadoras. Las viejas estructuras disciplinares y departamentales no permiten el desarrollo de las nuevas funciones transformadoras de tipo inter y transdisciplinario.
7. La mayoría de los centros de estudios, profesionales y directivos de la educación se ocupan más de problemas burocráticos (reuniones, informes, tribunales, etc.) y no disponen de tiempo para la actualización sistemática propia y mucho menos para la capacitación de los profesores, maestros e investigadores que están en la base de la pirámide educacional y científica del país.
8. Las Comisiones de Carreras tienen un exagerado carácter disciplinar y gremial que no propicia la actualización sistemática y regularmente obstaculiza las transformaciones propuestas por los resultados científicos de carácter inter y transdisciplinario.
9. El aislamiento no confeso, por diversas razones, entre ministerios, instituciones y provincias que limitan el intercambio sistemático (eventos, encuentros y talleres científico-metodológicos) entre los profesionales de la educación.
10. El carácter cada vez más selectivo y costoso de los Talleres y Eventos científicos nacionales e internacionales, a los cuales no pueden asistir la mayoría de los maestros y profesores de la base.
11. La controvertida política editorial del país que privilegia desmedidamente determinadas áreas de conocimientos y subvalora otras. Por ejemplo, no se publica prácticamente nada de las teorías y enfoques de los *paradigmas emergentes* aquí sistematizados.
12. La inmensa mayoría de la producción científica expresada en artículos, informes de investigación, tesis de diploma, maestría y doctorado tienen un retardo exagerado en su introducción y generalización en el país, pues duermen por años engavetados en las instituciones académicas y bibliotecas.

Todos estos obstáculos y limitaciones, así como otros no relacionados aquí, sitúan a la difusión de los *paradigmas emergentes* y de la *Educación Transdisciplinaria* en una situación significativamente complicada. Ante todo, es indispensable hacer que las autoridades políticas y académicas del país reconozcan estos obstáculos y limitaciones, así como que tomen conciencia de la necesidad de difundir, por todas las vías posibles, los avances científicos y los fundamentos de este tipo de educación.

²⁴⁵ Entre las **dimensiones de la educación** se reconocen:

- La educación de la personalidad como proceso complejo de apropiación de valores por el sujeto.
- Los procesos de aprendizaje.
- Las peculiaridades de los métodos de enseñanza.
- Las relaciones profesor-estudiante, las tecnologías educativas de punta y los modos de comunicación eficaces.
- La Dirección organizacional de la educación (planificación, gestión, control, evaluación, etc.).
- Los niveles y tipos de enseñanza.
- La organización del currículo.
- El postgrado.
- La investigación.
- Los medios de comunicación y socialización del conocimiento, etc.
- La extensión universitaria, comunidad y sabiduría popular.
- Los fines emancipatorios y desarrolladores de la educación.

²⁴⁶ **Programa Nacional de CTS** y sus **diez subprogramas**: 1) *Diplomado en Educación para la Innovación*, incluía profesores invitados de Barcelona, 2) *Programa de la Enseñanza universitaria de Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología*, que incluía además un Taller Nacional para profesores de PSCT y el Diplomado de CTS del ISJAE, 3) *Programa de Cursos y Exámenes de ascenso de grados científicos y categorías docentes*, que desarrollaba una capacitación sistemática de los miembros de los Tribunales y la creación de la bibliografía para ello, 4) *Programa de formación doctoral*, que incluyó asesores y tutores españoles y estancias cortas de capacitación en España, 5) *Programa de Maestría*, ya tiene varias ediciones y réplicas en la Universidad de Cienfuegos, 6) *Programa de Enseñanza de las Ciencias* en la Educación Media, 7) *Programa del 1er. Taller Internacional de CTS* en la Universidad de Camagüey (1999), 8) *Programa de Promoción de Publicaciones*, propuestas de textos de CTS colectivos y con otras instituciones, 9) Programa de Investigaciones sobre ciencia y tecnología en la Revolución Cubana, 10) *Programa de creación de las Cátedras CTS + I*. (Núñez Jover, Jorge, 1998b), (Núñez Jover, Jorge, 1998c)

²⁴⁷ **Las estrategias** son modelos y acciones propias de la llamada **zona de dirección** en la que el sistema complejo planifica y orienta las futuras relaciones con el entorno para su evolución y transformación a partir de la intencionada modificación de su entorno como garante de su robustez adaptativa. Pero el sistema complejo transformador como lo es la sociedad humana tiene otra **zona de creatividad**, donde la imaginación, la experimentación, la simulación y la innovación juegan un papel clave para retroalimentar la **zona de dirección**. De manera que en la **zona de creatividad**, como lo es un centro de estudios, “... deben estarse probando (creando), de forma permanente, las posibles soluciones virtuales a los cambios aleatorios y caóticos del entorno. La zona de creatividad debe ser concebida de tal manera que las pruebas o experimentos de estrategias virtuales se realicen de forma no planificada ni organizada por la zona de dirección. Esta debe proporcionar sólo los insumos y la infraestructura básica de la zona de creatividad. En la zona de creatividad, la libertad para la reflexión tiene que ser lo más amplia posible” (Dieterich, Heinz, 2005, pág. 29)

²⁴⁸ **Potencialidades para la auto-organización de la Educación Cubana:**

1. Las oportunidades únicas que brinda el Sistema Cubano de Educación que propician la integración del saber, no obstante a las limitaciones socio-económicas y de intercambio con el mundo, impuestas por el bloqueo yanqui.
 2. La Tradición dialéctica del Marxismo Leninismo y su adecuación endógena y enriquecimiento mediante el pensamiento cubano.
 3. Las novedades teóricas y las experiencias alcanzadas por la pedagogía cubana que han sido aplicadas y difundidas por decenas de país del mundo y en especial, en América Latina.
 4. Las contribuciones de Justo Chávez, Josefina López Hurtado y otros destacados pedagogos cubanos para fundamentar el carácter científico de la Educación cubana.
 5. El calificado capital humano que posee nuestro país, que lamentablemente está subutilizado.
 6. La red de universidades con decenas de Centros de estudios y de investigación, comisiones y asesores vinculados a la educación.
- .

BIBLIOGRAFÍA

- Abel, David, L. (2009). The Capabilities of Chaos and Complexity. *International Journal of Molecular Sciences*. (10), 247-291.
- Addine Fernández, Raúl. (2006). *Estrategia didáctica para potenciar la cultura científica desde la enseñanza de la química en el preuniversitario cubano*. Instituto Superior Pedagógico "Rafael María de Mendive". Pinar del Río: Edutesis, Biblioteca digital de tesis de doctorados y maestrías en Ciencias de la Educación.
- Aguado Terrón, Juan Miguel. (2001). *Fundamentos epistemológicos del Paradigma de la Complejidad. Información, Comunicación y Auto-organización*. Sevilla: Comunicación Social, Ediciones y Publicaciones.
- Aleksandrov, A.D., Kolmogorov, A. N., Laurentiev, M. A. (1981). *La Matemática: su contenido, métodos y significado*. (Vol. 3). Madrid: Editorial Alianza Universidad.
- Alexander, J. (1989). *Las teorías sociológicas desde la segunda guerra mundial. Análisis multidimensional*. Barcelona: Gedisa.
- Alfonso García, María Rosa et., al. (2006). *Retos de una experiencia en acción sobre la Reforma Curricular en la Facultad de Educación Física de la Universidad Autónoma de Chihuahua*. Chihuahua: Editora universitaria, UACH.
- Alonso, A.; De la Fuente, J.R.; et. al. (1996). *Caos y Fractales*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Altshuler, Ernesto. (2009). La dinámica de las hormigas como paradigma de auto-organización. *Pensando la Complejidad* (VI), 16-20.
- Altshuler, Ernesto, et. al. (2006a). "Measuring activity in ant colonies". *Rev. Sci. Inst* (77), 126-132.
- Altshuler, O. Ramos, C. Martínez, L. E. Flores y C. Noda. (2001). Avalanches in one-dimensional piles with different types of bases. *Physic Review Letter* (86), 54-90.
- Álvarez Pérez, Marta. (1999). Sí a la interdisciplinariedad. *Revista Educación, Segunda Época* (97).
- Álvarez, T.A. (1992). *Acupuntura. Medicina Tradicional Asiática*. La Habana: Editorial Capitán San Luis.
- Alvargonzález, David. (2003). Transdisciplinariedad. Comentarios del artículo de Javier Gimeno Perelló. *El Catoblepas* (10), 8.
- Ander-Egg, Ezequiel. (1994). *Interdisciplinariedad en la educación*. Buenos Aires: Editorial Magisterio del Río de la Plata.
- Andrade, Raiza, et. al. (2002). El paradigma complejo: un cadáver exquisito. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (14).
- Anscombe, Gertrude Elizabeth Margaret. (1957/1991). *Intention*. Barcelona: Ediciones Paidós.
- Apostel, Leo, et. al. (1975). *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades*. México: ANUIES.
- Aracil, Javier. (1983). *Introducción a la dinámica de sistemas*. Madrid: Alianza.
- Ardoino, Jacques. (1997). *La Implicación*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ardoino, Jacques. (1991). El análisis multireferencial. En J. Ardoino, & e. al., *Sciences de l'Education, sciences majeures. actes de journées d'etude tenues a l'occasion des 21 ans des sciences de l'Education*. (págs. 173-181). Paris: Issy-les-Moulineaux, EAP, Colección Recherches et Sciences de l'education. http://www.anui.es/servicios/p_anui.es/publicaciones/revsup/res087/txt1.htm.
- Aristóteles. (2005a). *Metafísica*. Madrid: Proyecto Filosofía en español, Versión digital compilada por Patricio de Azcárate.
- Arnau, J.J. (1981). *Diseños experimentales en Psicología y Educación*. México: Editorial Trillas.
- Arnold Cathalifaud, Marcelo. (1999). Cambios epistemológicos y metodologías cualitativas. *Sociedad Hoy, Revista de Ciencias Sociales*, 2 (2-3), 27-38.
- Arnold Cathalifaud, Marcelo; Osorio, Francisco. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la Teoría General de Sistemas. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (3).
- Arroyave, Dora Inés. (1998). *Hacia una nueva escuela. Una mirada integradora*. Medellín: Publicaciones Funlam.
- Arroyave, Dora Inés. (1999a). *Investigación educativa trascendental. Ponencia presentada en Congreso de Pedagogía*. La Habana: Memorias en CD-ROOM, Palacio de las Convenciones de la Habana.
- Arroyave, Dora Inés. (1999b). La transversalidad curricular, una concepción compleja. *Revista Fundación Universitaria Luis Amigó*, 1 (1), 7-14.
- Austin, W., C. Park, E. Goble. (2008). From Interdisciplinary to Transdisciplinary Research: A Case Study Qualitative Health Research. *Health Research*, 18, 557-564.
- Bacarlett Pérez, María Luisa. (1998). Inestabilidad y equilibrio: los caminos de la complejidad. *Revista Metapolítica*, 2 (8), 155-162.
- Bachelard, Gastón. (1961/1978). *La filosofía del no*. Buenos Aires: Editorial Amorrortu.
- Bachelard, Gastón. (1934/1981). *La formación del espíritu científico*. México: Editorial Siglo XXI.
- Bachelard, Gastón. (1932/1999). *La intuición del instante*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bacon, Francis. (1974). *La Nueva Atlántida*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Bacon, Francis. (2003). *Novum Organum*. Madrid: Edición digital de Librerías de Francisco Iravedra.
- Bak, Per. (1996). *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. Springer-Verlag.
- Balandier, Georges. (1993). *El Desorden, la Teoría del Caos y las Ciencias Sociales. Elogio de la Fecundidad del Movimiento*. Barcelona: Gedisa.
- Bar, Aníbal. (2001). La explicación como producto lógico o como producto de la Praxis. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (11).
- Barbero, M. (2005). Transdisciplinariedad: notas para un mapa de sus encrucijadas cognitivas y sus conflictos culturales. *Debate Cultural*.
- Barnsley, M.F., et. al. (1988). *The Science of Fractal Images*. Springer-Verlag.

- Bar-Yam, Yaneer. (2000). *Concepts in Complex Systems*. Addison-Wesley: Reading, MA.
- Bar-Yam, Yaneer. (1997). *Dynamics of complex Systems*. Addison-Wesley: Reading, MA.
- Batard Martínez, L.; Estrada Hernández, Y. (2006). *Historia de las Matemáticas*. Santa Clara: Universidad "Martha Abreu" de las Villas.
- Bateson, Gregory. (1993). *Espíritu y naturaleza*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Bateson, Gregory. (1972/1993). *Una unidad sagrada. Pasos ulteriores hacia una ecología de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- Bennis, Warren G. (1966). *Changing Organizations*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Bertalanffy, Ludwig Von. (1950). An outline of General Systems Theory. *British Journal of Philosophy of Science*, 1 (2).
- Bertalanffy, Ludwig Von. (1968/1976). *Teoría General de Sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Bertalanffy, Ludwig Von, C.G. Hempel, R.E. Bass y H. Jonas. (1951). *Teoría general de los sistemas: un nuevo enfoque hacia la unidad de la ciencia*.
- Bertalanffy, Ludwig Von; et. al. (1981). *Tendencias en la teoría general de sistemas*. Madrid: Alianza Editorial.
- Betto, Frei. (1998). *La obra del Artista. Una visión holística del mundo*. La Habana: Editorial Caminos.
- Binder, Philippe. (1999). Cuatro versiones de la complejidad. En C. E. Maldonado, *Visiones sobre la complejidad*. (págs. 39-48). Santafé de Bogotá: Ediciones El Bosque.
- Bissel, Chris. (2001). The role of A. A. Andronov in the Development of Russian Control Engineering. *Journal of The Open University Milton Keynes*, 14.
- Blanco Godínez, Félix. (2009). *Historia de los cursos sobre Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología: Visión desde la Cátedra CTS+I de la Universidad de la Habana*. Informe Administrativo, Universidad de la Habana, Dirección de Postgrado, Cátedra CTS + I, La Habana.
- Blanco Pérez, Antonio, et. al. (2003). *Fundamentos filosóficos de la educación. Filosofía de la educación. Selección de lecturas*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Bloor, David. (1991). *Conocimiento e imaginario social*. Barcelona: Gedisa.
- Bosque, Jerry. (2002). *Estrategia de educación científico-tecnológica para el proceso de formación profesional del licenciado en Cultura Física. Tesis de Doctorado*. Ciudad de la Habana: ISCF "Manuel Fajardo".
- Boulding, Kenneth Ewart. (1974). *The World as a Total System*. California: Sage, Beverly Hills, CA.
- Bourdieu, Pierre. (1996). *Cosas dichas*. Barcelona: Gedisa.
- Bourdieu, Pierre. (1984). *Cuestiones de sociología*. Madrid: Editores Istmo.
- Bourdieu, Pierre. (1986). *Distinction*. Harvard University Press.
- Bourdieu, Pierre. (1995). Las finalidades de la sociología reflexiva. En P. y. Bourdieu, *Respuestas. Por una antropología reflexiva*. (págs. 39-157). México : Grijalbo.
- Bourdieu, Pierre, Chamboredon, Jean-Claude, Passeur, Jean-Claude. (1971/1976). *El oficio del sociólogo*. Madrid: Siglo XXI.
- Boya, L.J., Carreras, A. y Escorihuela, J.L. (1990). Azar y caos: Unas premisas. En A. E. Carreras, *Azar, Caos e indeterminismo*. (págs. 13-49). Zaragoza: Prensas Universitarias.
- Braithwaite, R.B. (1953/1965). *La explicación científica*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Brown, Harold. I. (1994). La filosofía empirista lógica de la ciencia. En J. Issa, *Aproximación a la metodología de las ciencias sociales* (págs. 29-92). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Buarque de Holanda Ferreira, Aurelio. (1999). *Novo dicionário Aurelio. Século XXI*. São Paulo: Nova Fronteira.
- Bueno, Gustavo. (1995a). *¿Qué es la ciencia?* Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1995b). *¿Qué es la filosofía?* Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1990). *Materia*. Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1993d). *Teoría del cierre categorial. El sistema de las doctrinas gnoseológicas: adecuacionismo y circularismo*. Vol. 5. Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1993c). *Teoría del cierre categorial. El sistema de las doctrinas gnoseológicas: descripcionismo y teoreticismo*. Vol. 4. Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1993b). *Teoría del cierre categorial. El sistema de las doctrinas gnoseológicas: las cuatro familias básicas*. Vol. 3. Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1992). *Teoría del cierre categorial. Introducción general. Siete enfoques en el estudio de la ciencia*. (Vol. 1). Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1993a). *Teoría del cierre categorial. La gnoseología como filosofía de la ciencia. Historia de la teoría de la ciencia* (Vol. 2). Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bueno, Gustavo. (1993). *Teoría del cierre categorial. La gnoseología como filosofía de la ciencia. Historia de la teoría de la ciencia*. (Vol. 2). Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Bunge, Mario. (2004). *Emergencia y convergencia. Novedad cualitativa y unidad del conocimiento*. Barcelona: Gedisa.
- Bunge, Mario. (1991). *Sociología de la ciencia*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- Burnett, R. (2000). *Disciplines in crisis: Transdisciplinary aproches in the arts, humanities and sciences*. Paris: Unesco.

- Callon, Michel. (2001). Cuatro modelos de dinámica de la ciencia. En A. L. Ibarra, *Desafíos y tensiones actuales en Ciencia, Tecnología y Sociedad* (págs. 27-39). Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.
- Callon, Michel. (1986). Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St. Brieuc Bay. En J. Law, *Power, action and belief a new sociology of Knowledge? Sociological review Monograph* (Vol. 32). London: University of Keele. Routledge and Kegan Paul.
- Cambursano, S. (2006). *Interdisciplina, transdisciplina y multidisciplina. Prácticas en docencia e investigación*. Catamarca, Argentina: Facultad de Humanidades de la Universidad Nacional de Catamarca.
- Cannon, W. (1932/1963). *The Wisdom of the Body*. New York: Norton.
- Capra, Fritjof. (1996). *La trama de la Vida*. Barcelona: Editorial Anagrama, S.A.
- Capra, Fritjof. (1996). *La trama de la Vida*. Barcelona: Editorial Anagrama, S.A.
- Carson, Rachel. (1962/1964). *Primavera silenciosa*. Barcelona: Luis de Caralt Editor.
- Casaubon, J.I. (2001). *Caos*. Editorial E-Books, <http://www.copyright.limited.to>.
- Casti, John. (1994). *Complexification: Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise*. New York: Harper Perennial.
- Castillejo, J.L.; Colom, A.J. (Eds.). (1987). *Pedagogía sistémica*. Barcelona: CEAC.
- Castro Sáez, Bernardo. (2001). La organización educativa: una aproximación desde la complejidad. *Revista Estudios pedagógicos* (27), 97-110.
- Castro, Gregorio. (1998). *Asalto al prural*. Caracas: Fondo Editorial Tropykos.
- CEIDE. (2003). *Programa de Doctorado Colaborativo en Teoría de la Pedagogía*. Camagüey: Universidad Pedagógica "José Martí".
- Cesarman, Eduardo. (1986). *Orden y Caos. El Complejo Orden de la Naturaleza*. México: Ediciones Gernika.
- Chacón Reyes, Marcelo. (2010). *El concepto de autoorganización y su utilidad en la formulación de problemas en la investigación transdisciplinaria*. La Habana: Memorias en CD-ROOM del Palacio de las Convenciones.
- Chacón Reyes, Marcelo. (2005). *Programa del Diplomado El Enfoque transdisciplinario de la Complejidad*. Camagüey: Universidad de Camagüey.
- Chávez Rodríguez, Justo. (2008). *Apuntes para el Examen Estatal de Pedagogía*. Documento en Soporte electrónico, La Habana.
- Checkland, Peter. (1981). *Systems Thinking Systems Practice*. New York: Wiley.
- Chew, Geoffrey. (1968). Bootstrap: A scientific idea? *Science* (161), 762-765.
- Ciapuscio, Héctor. (1994). *El fuego de Prometeo. Tecnología y sociedad*. Buenos Aires: EUDEBA SEM.
- CIFPOE. (1998). *Plataforma teórico-metodológica*. La Habana: Imprenta del ISPEJV.
- CIRET-UNESCO. (1997). *¿Qué universidad para el mañana? Hacia una evolución transdisciplinaria de la universidad*. Locarno: UNESCO.
- CIRET-UNESCO. (1994). *Proceedings of World Congress of Transdisciplinarity*. Centre International de Recherches et Etudes Transdisciplinaires (CIRET). Lisbon: UNESCO. Website (<http://perso.club-internet.fr/nicol/ciret/>).
- Cisneros, César. (2001). Pensamiento borroso y Narrativas cotidianas. *Revista Casa del Tiempo*.
- CITMA. (2002). *Resolución 132/2002 Sobre la Política Científica de las Ciencias Sociales y Humanísticas en Cuba*. Resolución Ministerial, CITMA, La Habana.
- Clavel, Fernanda. (1994). El empirismo lógico. Apunte introductorio. En J. Issa, *Aproximación a la metodología de las ciencias sociales* (págs. 23-28). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Cocho, G. (1999). Sobre la contribución de Prigogine, Haken, Atlan y el Instituto de Santa Fe al estudio de la dinámica de los sistemas complejos. En G. Cocho, *Perspectivas en las teorías de sistemas*. (págs. 45-50). México: UNAM.
- Colin, Denis, Barry, Catherine. (1990). *Todo sobre la Medicina China*. Barcelona: Editorial Océano- Ibis, Colección Mandragora. Medicinas Orientales.
- Colom Cañellas, A.J. (2002). *La deconstrucción del conocimiento pedagógico. Nuevas perspectivas en teoría de la educación*. Barcelona.
- Colom Cañellas, A.J. (1982). *Teoría y metateoría de la educación. Un enfoque a la luz de la Teoría General de Sistemas*. México: Editorial Trillas.
- Colom, Cañellas, A.J. y Núñez, L. (2001). *Teoría de la Educación*. Madrid: Síntesis Educación.
- Cornejo Álvarez, Alfonso. (1993). *Administración de Tecnología y Caos. Organización Celular*. Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Cornejo Álvarez, Alfonso. (2004). *Complejidad y Caos. Guía para la Administración del siglo XXI*. Monterrey: Tecnológico de Monterrey, México.
- Correa Iglesias, Antonio. (2007). Accesos de sentido. *Revista Utopía y Praxis Latinoamericana*, 12 (38), 45-57.
- Correa, Cecilia. (2000). *De la complejidad de las organizaciones en la metateoría curricular*. Obtenido de http://www.icfes.gov.co/pensa/Interior/cer_educa.html
- Cortés Morató, Jordi, Martínez Riu, Antoni. (1999). *Diccionario de filosofía en CD-ROM*. Barcelona: Copyright © Empresa Editorial Herder S.A.
- Crane, David. (1972). *Invisible Colleges*. Chicago: University of Chicago Press.

- Crespo Zafra, Lourdes. (2005). *Metodología de autoevaluación de la dinámica curricular desarrolladora*. Camagüey: Universidad de Camagüey.
- Cuckley, Walter. (1977). *La Sociología y la Teoría moderna de los sistemas*. Buenos Aires: Amorrortu Editores.
- Cutcliffe, Stephen. (1990). Ciencia, Tecnología y Sociedad: Un campo disciplinar. 20-41.
- D'Angelo Hernández, Ovidio. (2008). Contextualidades complejas y subjetividades emancipatorias. *Pensando la Complejidad*, II (V), 6-26.
- D'Angelo Hernández, Ovidio. (2009). Palabras del Editor. Sobre autoorganización. *Pensando la Complejidad*, III (VI), 1.
- Dámera, Martínez, Arnaldo; Portuondo Padrón, Roberto. (2010). *Evaluación transdisciplinar del desempeño como restricción de no equilibrio*. La Habana: Memorias en CD-ROM del Palacio de las Convenciones.
- De Guzmán Ozamiz, Miguel, et. al. (1993). *Estructuras fractales*. Madrid: Editorial Labor.
- De la Peña, José Antonio. (2001). Complejidad de la complejidad. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (10).
- De la Rúa Batista, Manuel. (2000). *La Interdisciplinariedad: Una necesidad en el perfeccionamiento de la enseñanza de las ciencias sociales. Tesis doctoral*. La Habana: Universitaria.
- De Rosnay, J. (1996). *El hombre simbiótico. Miradas sobre el tercer milenio*. Madrid: Cátedra.
- Defila, Rico y Antonietta Di Giulio. (1999). Evaluating Transdisciplinary Research. *PANORAMA Newsletter of the Swiss Priority Program Environment*. En: <http://ikaoewwww.unibe.ch/forschung> (1).
- Deleuze, Guilles. y Guattari, Félix. (1976). *Rizoma*. Valencia: Pre-textos.
- Delgado Díaz, Carlos. (2002). *La filosofía del marxismo ante la revolución del saber contemporáneo*. Ponencia presentada en la Cátedra de Complejidad del Instituto de Filosofía de Cuba, La Habana.
- Delgado Díaz, Carlos. (2004). *La importancia política de las cosas pequeñas*. La Habana: Memorias en CD-ROOM del Palacio de las Convenciones de la Habana.
- Delgado Díaz, Carlos. (2006). *Modelo Educativo: Multiversidad, Mundo Real "Edgar Morín"*. Ponencia presentada en el IV Seminario Internacional Complejidad 2006. Palacio de las Convenciones., La Habana.
- Delgado Díaz, Carlos. (2009). *Programa del curso de Postgrado: La Revolución contemporánea del Saber: Bioética, Complejidad, Epistemología de segundo orden y Holismo ambiental*. La Habana: Universidad de la Habana.
- Delgado Díaz, Carlos y Sotolongo Codina, Pedro Luis. (2004). *La revolución contemporánea del saber y la complejidad social. Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo*. Buenos Aires: CLACSO.
- Delgado Guerrero, Imai. (1997). *La educación artística como parte de la educación estética: instrumento práctico espiritual en el descubrimiento y apropiación del valor*. La Habana: Universidad de La Habana.
- Detrain, and J.L. Deneubourg. (2006). 'Self-organized structures in a Superorganism: do ants "behave" like molecules?'. *Physics of Life Reviews* (3), 162.
- Dewey, John. (1966). *Democracy and Education*. Nueva York: The Free Press.
- Díaz Mastellari, Marcos. (2005). *En defensa de la medicina y de su método científico*. Bogotá: Fotolito e Impresiones Hel Ltda.
- Díaz Mastellari, Marcos. (2006). La medicina china tradicional y el futuro de la medicina. *Revista Temas* (47), 26-34.
- Díaz Mastellari, Marcos. (2003). *Pensar en chino*. Bogotá: Fotolito e Impresiones Hel Ltda. 2da. Edición.
- Díaz, Ariel. (1989). La Historia y la Ciencia: Un conflicto de interpretación. *Humanidades*, 18 (1), 27-32.
- Diegoli, Samantha. (2003). *El comportamiento de los grupos pequeños de trabajo bajo perspectiva de la complejidad: Modelos descriptivos y estudio de casos*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Diegoli, Samantha. (2004). *Una metodología para aprehender los aspectos caóticos y borrosos de la dinámica no-lineal de los grupos*. Artículo en soporte digital.
- Dieterich, Heinz. (2005). *El Socialismo del Siglo XIX*. México: Fnndo de Cultura Económica.
- Dilthey, Wilhelm. (1900/1976). The rise of hermeneutics. En P. (. Connerton, *Critical sociology*. New York: Penguin.
- Dobrov, V.I. (1974). *Problemas actuales de la Ciencia sobre la Ciencia*. La Habana: Editorial Academia de Ciencias de Cuba.
- Dogan, Mattei. (1999). *¿Interdisciplinas?* *Revista al tema del hombre*. <http://www.uyweb.com.uy/relaciones/9706/interdisciplinas>.
- Dold, A. and Eckmann, B. (eds.). (1976). *Structural Stability, the Theory of Catastrophes and Applications in the Sciences*. Springer-Verlag.
- Domínguez Gómez, Eduardo. (2002). Pensamiento complejo para una educación interdisciplinaria. En M. A. Velilla, *Manual de iniciación pedagógica al Pensamiento Complejo*. (págs. 205-216). Bogotá: ICFES-UNESCO.
- Dooley, Kevin, Johnson, Timothy, Bush, David. (1995). Theory Quality Management, Chaos, and Complexity. *Human Systems Management*, 14 (4), 1-16.
- Dubois, D., Prade, H. (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. Academic Press Inc.
- Dupuy, J.P. (1993). Orden, desorden y autoorganización. *Revista Archipiélago* (13), 56-64.
- Eco, Umberto. (1989). *El nombre de la rosa*. La Habana: Editorial Arte y Literatura.
- Eco, Umberto. (1998). *La Democracia y los libros. Conferencia dictada el 30 de octubre*. Buenos Aires: Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Buenos Aires.
- Eigen, Manfred. (1971). Molecular self-organization and the early stages of evolution. *Experientia* (27), 149-212.
- Eigen, Manfred; Schuster P. (1979). *The Hypercycle*. Berlin: Springer.

- Eigen, Manfred; Winkler R. (1975). *Laws of the Game*. New York: Knopf.
- Ellul, Jacques. (1954/1996). *El Siglo XX y la técnica*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Engels, Federico. (1975). *Anti-Dühring*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Engels, Federico. (1979). *Dialéctica de la Naturaleza*. La Habana: Editora Política.
- Epstein, Joshua; Axtell, R. (1996). *Growing artificial societies: Social science from the bottom up*. Cambridge, USA: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Espejo, Raúl. (1994). What is systemic thinking? *System Dynamics Review*, 10 (2-3), 199-212.
- Espina Prieto, Mayra. (2003). Complejidad y pensamiento social. En L. Carrizo, M. Espina Prieto, & J. T. Klein, *Transdisciplinariedad y Complejidad en el Análisis Social*. (págs. 9-29). París: Programa MOST, UNESCO.
- Espina Prieto, Mayra. (2007). Complejidad, transdisciplina y metodología de la investigación social. *Revista Utopía y Praxis Latinoamericana*, 12 (38), 29-44.
- Fermoso Estébanez, Paciano. (1988). *Teoría de la Educación*. México: Editorial Trillas.
- Fernández de Alaiza, Berta. (2001). *La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas y su aplicación en la ingeniería en automática en la República de Cuba*. Tesis doctoral. Pinar del Río: Edutesis.
- Feyerabend, Paul K. (1995). *Adiós a la razón*. Barcelona: Altaya.
- Feyerabend, Paul K. (1975/1981). *Tratado contra el método*. Madrid: Tecnos.
- Figaredo Curiel, Francisco. (2002). *Fines de la Educación CTS en Cuba*. Tesis de Doctorado, Universidad de la Habana, La Habana.
- Figaredo Curiel, Francisco. (2009). La emergencia Ciencia, Tecnología, Sociedad. *Revista Pensando la Complejidad*, III (VII), 45-63.
- Figaredo Curiel, Francisco. (1999). *La tradición científicológica en el estudio integral de la ciencia*. Camagüey: Universidad de Camagüey.
- Figaredo Curiel, Francisco. (2000). *Programa de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología para Ciencias Técnicas*. Camagüey: Universidad de Camagüey, Facultad de Ciencias Sociales.
- Filgueiras Sainz de Rozas, Miriam. (2010). *Modelos de dinámicas no lineales para la dirección organizacional en las empresas cubanas*. Habana: Memorias CD, Congreso Complejidad'2010, Palacio de las Convenciones.
- Fleck, Ludwik. (1934/1986). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico. Introducción a la teoría del estilo de pensamiento y del colectivo de pensamiento*. Madrid: Alianza Editorial.
- Flores-Malagón, A. et al. (2002). Desafíos de la Transdisciplinariedad. *Revista Pensar*.
- Follari, Roberto. (1993). *La Filosofía y la Educación: nuevas modalidades de una vieja relación*. Buenos Aires.
- Fontenla, J.L. (2008). *La Evolución en la era de la complejidad. Charles Darwin siglo y medio después*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.
- Forrester, J.W. (1968). *Principles of Systems*. Wright-Allen Press.
- Fox Keller, Evelyn. (1994). La paradoja de la subjetividad científica. En D. (. Fried Schnitman, *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz. (1998). Aportes de las ciencias naturales a la posibilidad de la democracia. En H. Dieterich, R. Franco, & A. Peters, *Fin del Capitalismo Global. El nuevo Proyecto histórico*. (págs. 81-104). México: Editorial Nuestro Tiempo.
- Francois, Charles. (2009). Transdisciplinariedad, cibernética y sistémica para comprender la realidad. Una nueva metodología para la gestión de las situaciones multifacéticas de la realidad. *Pensando la Complejidad* (VII), 3-7.
- Francois, Charles, ed. (2004). *International Encyclopedia of Systems and Cybernetics*. Saur.
- Freire, Paulo. (1994). *Pedagogía de la esperanza*. Sao Paulo: Editorial Paz y Tierra.
- Fried Schnitman, Dora (ed.). (1994). *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Fuller, Steve. (2001). ¿Se han extraviado los estudios de la ciencia en la trama kuhniana?: sobre el regreso de los paradigmas a los movimientos. En A. y. Ibarra, *Desafíos y tensiones actuales en Ciencia, Tecnología y Sociedad* (págs. 71-98). Madrid: Organización de Estados Iberoamericano (OEI).
- Gadamer, Hans Georg. (1995). *El inicio de la filosofía occidental*. Barcelona: Paidós.
- Gadamer, Hans Georg. (1981). *La razón en la época de la ciencia*. Barcelona: Alfa.
- Gadamer, Hans Georg. (1958/1977). *Verdad y método: fundamentos de una hermenéutica filosófica*. Salamanca: Sígueme.
- Galperin, P.Ya. (1979). Tipos de orientación y de formación de las acciones y de los conceptos. En C. d. Autores, *Temas de Psicología*. Ciudad de la Habana: Editorial Orbe.
- García Cuadrado, Amparo. (1995). Notas sobre la teoría general de sistemas. *Revista General de Información y Documentación*, 5 (1), 197-213.
- García J. Eduardo. (2004). *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. España: Díada Editora.
- García Rodríguez, José Félix y Betancourt, José. (2010). *Enfoque de los sistemas complejos en Salud*. Tabasco: Editorial de la Dirección de Calidad y Enseñanza en Salud del Estado de Tabasco.
- Gardner, John. (1963). *Self-Renewal*. Evanston, Ill: Harper.
- Gell-Mann, Murray. (1998). *El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y lo complejo*. Barcelona: Tusquets Editores, S.A.
- Gibert Galassi, Jorge. (1999). Lógica y Epistemología de la Ciencia Social. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (6), 13.

- Gibert Galassi, Jorge, Correa, Beatriz. (2001). La teoría de la Autopoiesis y su aplicación en las ciencias sociales. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (12).
- Giner, Salvador. (1990). *Historia del pensamiento social*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Gleick, James. (1988). *Caos, la creación de una ciencia* (Segunda ed.). Barcelona, España: Seix Barral.
- Gleick, James. (1988). *Caos, la creación de una ciencia*. (Segunda ed.). Barcelona, España: Seix Barral.
- Goldberger, A.L., et. al. (1990). Caos y fractales en la Fisiología humana. *Investigación y Ciencia*, 163.
- González Casanova, Pablo. (2004). *Las nuevas ciencias y las humanidades. De la academia a la Política*. México: Anthropos Editorial.
- González García, Matha Inés. (1992). La tesis de la infradeterminación en el contexto de los estudios sociales de la ciencia. En C. (. Martín Vide, *Actas del VIII Congreso de Lenguajes Naturales y Lenguajes Formales*. Barcelona: PPU de Barcelona.
- González García, Matha Inés, et. al. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos.
- González García, Matha Inés, et. al. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Editorial Tecnos.
- González Moena, Sergio (Comp.). (1997). *Pensamiento complejo. En torno a Edgar Morín, América Latina y los Procesos Educativos*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- González Moena, Sergio. (1999). Notas para una epistemología de la complejidad. En C. E. Maldonado, *Visiones sobre la complejidad*. (págs. 55-74). Bogotá: Ediciones El Bosque.
- González Velasco, Juan Miguel. (2010). *Teoría educativa 'Transcompleja'*. Ponencia presentada en el 5to. Seminario Internacional Complejidad 2010. Palacio de las Convenciones., La Habana.
- Gorelik, George. (1975). Principal Ideas of Bogdanov's "Tektology": The Universal Science of Organization. *General Systems*, XX, 3-13.
- Guetmánova, A. (1986). *Lógica*. Moscú: Editorial Progreso.
- Guevara Ernesto, Ché. (1965/1997). Carta a Armando Hart Dávalos del 4 de diciembre de 1965. *Revista Contracorriente* (9), 142-147.
- Guilli, Mario. (2001). ¿Qué es la complejidad? *Foro digital*.
- Gutiérrez Gómez, Alfredo. (1998). Edgar Morín y las posibilidades del pensamiento complejo,. *Revista Metapolítica*, 2 (8), 36-50.
- Gutiérrez Ríos, Julio. (2005). Biografía de Lofti Asker Zadeh. En ocasión de la entrega del Honoris Causa de la Universidad Politécnica de Madrid. *Anuario de la Universidad Politécnica de Madrid*.
- Haken, Hermann. (1981). *Chaos and Order in Nature*. New York: Springer.
- Haken, Hermann. (1983). *Laser Theory*. Berlin: Springer.
- Haken, Hermann. (1987). Synergetics: An Approach to Self-Organization. En E. Yates, *Self-Organizing Systems*. Nueva York: Plenum.
- Hegel, G.W.F. (1974a). *Ciencia de la Lógica. Tomo I*. Buenos Aires: Ediciones Solar.
- Hegel, G.W.F. (1974b). *Ciencia de la Lógica. Tomo II*. Buenos Aires: Ediciones Solar.
- Heidegger, Martin. (1971). *Conferencias y artículos*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Heidegger, Martin. (1974). *El ser y el tiempo*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Henagulph, S. (2000). *Three pillars of transdisciplinarity*. Montréal : <http://www.goodshare.org/pillars.htm>.
- Hernández Rabell, Lourdes. (2003). *La Transdisciplinariedad: una acción prioritaria de la Educación Superior a comienzos del Tercer Milenio*. La Habana: ISJAE.
- Herrera Clavero, Francisco. (2009). *Fundamentos epistemológicos de la Psicología de la instrucción*. Granada: Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Granada.
- Herrera Torres, Isaías. (2008). *Reflexión filosófica en torno a la educación y su mediación cultural: una perspectiva desde el pensamiento complejo. Tesis de Doctorado*. La Habana: Editorial Universitaria, MES.
- Herrscher, Enrique. (2007). *El Círculo virtuoso. Cambiar-Planificar-Aprender-Cambiar*. Buenos Aires: Editorial Granica.
- Herrscher, Enrique G. (2003). *Pensamiento sistémico*. Buenos Aires: Editorial Granica.
- Herrscher, Enrique. (2005a). *Planeamiento Sistémico: un enfoque estratégico para conducir en la oscuridad*. Buenos Aires: Editorial Macchi.
- Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al. (1998). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. Oviedo: Proyecto Symploké.
- Horgan, John. (1995). De la complejidad a la perplejidad. *Revista Investigación y Ciencia*, 71-77.
- Horgan, John. (1996). *The End of Science: Facing the limits Knowledge in the twilight of the Scientific Age*., New York: Broadway Books.
- Huerga Melcon, Pablo. (1999). *La ciencia en la encrucijada*. Oviedo: Pentalfa Ediciones.
- Hurley, Marlene. (1999). *Interdisciplinary Mathematics and Science: Characteristics, forms, and related effect sizes for student achievement and affective outcomes*. New York: University of Albany.
- Ibáñez, Jesús. (coord.). (1990). *Nuevos avances en la investigación social, la investigación de segundo orden*. Barcelona: Anthropos.

- Ilienkov, E.V. (1979a). El problema de lo ideal. 1ra. Parte. *Revista Voprosi Filosofii* (6), 128-140.
- Ilienkov, E.V. (1984b). *Hegel y el objeto de estudio de la Lógica*. fotocopia, traducción del ruso de Eduardo de los Santos Albert, La Habana.
- Ilienkov, E.V. (1979b). Lenin y la concepción hegeliana del pensamiento. *Serie Problemas del mundo contemporáneo* (32), 162-178.
- Ilienkov, E.V. (1984a). *Lógica Dialéctica*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Iovchuk, M.T., et. al. (1979). *Historia de la Filosofía*. Moscú: Editorial Progreso.
- IPLAC. (2007a). *Programa de Doctorado Curricular Colaborativo de Ciencias Pedagógicas*. Informe administrativo, Anexo I, Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, MINED, La Habana.
- IPLAC. (2007b). *Programa de Problemas sociales de la Ciencia y las Tecnologías. Curso 4 del Doctorado Curricular Colaborativo de Ciencias Pedagógicas*. Informe administrativo, Anexo II, Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, MINED, La Habana.
- ISPEJV. (1995). *Programa de la disciplina Formación pedagógica general*. ISPEJV, Facultad de Ciencias de la Educación. La Habana: Imprenta del ISPEJV.
- Jantsch, Erich. (1975). Hacia la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en la enseñanza y la innovación. En L. Apostel, & e. al., *Interdisciplinariedad. Problemas de la enseñanza y de la investigación en las universidades*. (págs. 110-141). México,: ANUIES.
- Jardines, Alexis. (2004). *El cuerpo y lo otro. Introducción a una teoría general de la cultura*. La Habana: Editorial de las Ciencias Sociales.
- Jeffrey, P. (2003). Smoothing the Waters: Observations on the Process of Cross-Disciplinary Research Collaboration. *Social Studies of Science*. , 33, 539-562.
- Jiménez, Carolina. (1997). Entre los umbrales de la realidad. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (2), 8.
- Juarrero, Alicia. (2002). Complex Dynamical Systems and the Problem of Identity. *Emergence* (4), 94-104.
- Juarrero, Alicia. (2006). *Un viaje desde el mundo clásico al de la complejidad*. La Habana: Memorias en CD-ROOM del Palacio de las Convenciones.
- Juarrero, Alicia, Rubino Carl A., et. al. (2008). *Emergence, Complexity and Self-Organization: Precursors and Prototypes*. USA: ISCE Publishing.
- Kant, Immanuel. (1781/1928). *Crítica de la Razón pura*. Madrid: Edición digital de Librería General de Victoriano Suárez.
- Kant, Immanuel. (1790/1876). *Crítica del Juicio*. Madrid: Edición digital de Librerías de Francisco Irujo, <http://www.cervantesvirtual.com>.
- Kant, Immanuel. (1770/2003). *De la forma y de los principios del mundo sensible y del mundo inteligible. Disertación Inaugural en la Universidad de Königsberg*. Madrid: Edición digital de Librerías de Francisco Irujo. <http://www.cervantesvirtual.com>.
- Katz, Daniel y Khan, Robert. (1966). *La psicología social de las organizaciones*. México: Trillas.
- Kauffman, Stuart A. (2003). *Investigaciones*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Kauffman, Stuart. (1993). *The Origins of Order, Self-Organization and Selection in Evolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Kedrov, B.M. (1972). La dialéctica "alma" del Marxismo. *Revista Ciencias Sociales* , 3, 114-126.
- Klein, Julie. (1990). *Interdisciplinarity. History, Theory & Practice*. Detroit: Wayne State University Press .
- Klein, Julie; et. al. (2001). *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology and Society*. Basel: Birkhäuser.
- Klein, Julie. (2003). Transdisciplinariedad: Discurso, Integración y Evaluación. En L. Carrizo, M. Espina Prieto, & J. T. Klein, *Transdisciplinariedad y Complejidad en el Análisis social*. París: Programa MOST, UNESCO.
- Kon, I. (1979). *Historia de la sociología del siglo XIX- comienzos del XX*. Moscú: Editorial Progreso.
- Kopnin, P.V. (1980). *Lógica dialéctica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Kopnin, P.V. (1983). *Sobre la naturaleza y particularidades del conocimiento filosófico*. Material mimeografiado en ruso.
- Kosarieva, I.M. (1985). *Génesis del cuadro científico del mundo. Premisas socio-culturales*. Moscú: Editorial Academia de Ciencias de la URSS.
- Kosko, Bart. (1995). *Pensamiento borroso. La nueva ciencia de la lógica borrosa*. Barcelona: Editorial Crítica, Grijalbo Mondadori, S.A.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1962/2000). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kulakov, A., Rumiantsev, A. (1988). *Introducción a la física de los procesos no lineales*. Moscú: Editorial Mir.
- Kursanov, G. (1979). *Problemas fundamentales del materialismo dialéctico*. La Habana: Editorial Ciencias Sociales.
- La Cueva, Aurora. (2002). *Ciencia real para todos*. Caracas: Editora LATINUNESCO.
- Lamo de Espinoza E. y et al. (1994, pag.232-233). *La sociología del conocimiento y las ciencias*. . Madrid,: Editorial Alianza.
- Lander, Edgardo. (2000). Ciencias Sociales: saberes coloniales y eurocéntricos. En E. (. Lander, *La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales*. (págs. 65-86). Buenos Aires: CLACSO.
- Lanuez Bayolo, Miguel; Martínez Llantada, Martha; Pérez Fernández, Vicenta. (2005). *El Maestro y la investigación educativa en el siglo XXI*. La Habana: Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona" de la Habana.
- Laszlo, Erwin. (1988). *Evolución: la gran síntesis*. Madrid: Espasa Calpe.
- Laszlo, Erwin. (1995). *The Interconnected Universe: Conceptual Foundations of Transdisciplinary Unified Theory*. Singapore: World Scientific.

- Latour, Bruno. (1987). *La Ciencia en acción*. Barcelona: Labor.
- Latour, Bruno. (1999). *Nunca hemos sido modernos*. Madrid: Debate.
- Lenin, V.I. (1985). *Cuadernos Filosóficos. Obras Completas, 5ta. Edición*. (Vol. 29). Moscú: Editorial Progreso.
- Lenin, V.I. (1983). *Materialismo y Empiriocriticismo. Obras Completas, 5ta. Edición*. (Vol. 18). Moscú: Editorial Progreso.
- Leopold, Aldo. (1949). *A Sand Country Almanac, with other essays on conservation from Round River y Land Ethics*.
- Lerbet, G. (1995). *Les nouvelles Sciences de l'Éducation*. Paris: Nathan.
- Lewin, Roger. (1992). *Complejidad. El caos como generador del orden*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Lipman, Mathew. (1992). *La filosofía en el aula*. Madrid: Ediciones La Torre.
- Lipman, Mathew. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- Lombana Rodríguez, Raúl. (2005). *La superación profesional con enfoque interdisciplinario en el docente de humanidades de la escuela de instructores de arte. Tesis doctoral*. La Habana: Editorial Universitaria del MES.
- López Cerezo, J.A. (1999a). Carácter teórico de la observación. En e. a. Velarde, *Compendio de epistemología*. Madrid: Editorial Trotta.
- López Cerezo, J.A. (1998b). Kuhn en contexto social. En C. (. Solís, *Alta tensión: historia, filosofía y sociología de la ciencia. Ensayos en honor de Thomas Kuhn*. Barcelona: Paidós.
- López Cerezo, J.A. (1999b). La infradeterminación de las Teorías. En e. a. Velarde, *Compendio de epistemología*. Madrid: Editorial Trotta.
- López Cerezo, J.A. y J.M. Sánchez Ron. (2001a). *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.
- López Cerezo, J.A.; López Luján, J.L. (2001d). Hacia un nuevo contrato social para la ciencia: evaluación del riesgo en contexto social. En J. (. López Cerezo, & J. S. López Cerezo (Ed.), *Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cultura en el cambio de siglo*. (págs. 135-153). España: Biblioteca Nueva. OEI.
- López Cerezo, José Antonio. (2002). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Boletín CTS + I de la OEI*.
- López Cerezo, José Antonio. (1999e). Crónica del Congreso anual de la Society for Social Studies of Science de San Diego, California. *Boletín CTS + I de la OEI*.
- López Cerezo, José Antonio. (1999d). Empirismo, sobredeterminación y la dimensión práctica de la ciencia. *Revista Teorema*.
- López Cerezo, José Antonio. (1999c). Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación* (Número 20), 217.
- López, F. y Brambilla, F. (2007). *Antropología fractal*. México: Sociedad Matemática Mexicana-CIMAT.
- Lorenz, Edward. (1963). Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20, 130-141.
- Lotman, Y.M. (1999). *Cultura y explosión: lo previsible y lo imprevisible en los procesos de cambio social*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Lovelock, James. (1979). *Gaia: A New Look at Life on Earth*.
- Lowy, Michael. (1991). *¿Qué es la Sociología del conocimiento?* México: Editorial Fontamara.
- Lynch, Mike. (1992). Extending Wittgenstein: The Pivotal Move from Epistemology to Sociology of Science. En A. (. Pickering, *Science as Practice and Culture* (págs. 215-265). Chicago: University of Chicago Press.
- Machado Ramírez, Evelio. (1999). *Ciencia conCiencia. Diseño para un acercamiento investigación-acción en la investigación pedagógica cubana*. Camagüey: Universidad de Camagüey, en soporte digital.
- Macías Llanes, María Elena. (2006a). *Los Estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología en el campo de la Salud: una experiencia en la Educación de Postgrado. Tesis de Maestría*. Ciudad de la Habana: Dirección de Postgrado de la Universidad de la Habana.
- Macías Llanes, María Elena y Rosa Aguirre del Busto. (2006). *Programa de Estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología. Área de conocimientos de la Maestría en Humanidades Médicas*. Camagüey: CENDECSA. Universidad de Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay" de Camagüey.
- Macías Llanes, María Elena y Rosa Aguirre del Busto. (2005b). *Simulación Educativa de un caso CTS sobre salud. Bioprospección ¿Una esperanza? Proyecto de Simulaciones educativas en Salud*. Instituto Superior de Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay" de Camagüey., CENDECSA, Camagüey.
- Makovelski, A. (1967). *Historia de la Lógica*. Moscú: Editorial Progreso.
- Maldonado, Carlos, Eduardo. (2008). Complejidad y Ciencias Sociales desde el aporte de las matemáticas cualitativas. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (33).
- Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al. (1999). *Visiones sobre la complejidad*. Santafé de Bogotá: Ediciones El Bosque.
- Mandelbrot, Benoit. (1967). How Long Is the Coast of Britain? Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension. *Science, New Series*, Vol. 156 (3775), 636-638.
- Mandelbrot, Benoit. (1997). *La geometría fractal de la naturaleza*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Mandelbrot, Benoit. (1987). *Los objetos fractales: forma, azar y dimensión*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Mañalich, R. (1998). Interdisciplinairidad y Didáctica. *Revista Educación* (94).
- Marcpherson, E.D. (1998). Caos en el currículum. *Revista de Estudios del Currículum (REC)*, 147-168.

- Margot, Jean Paul. (1999). *Modernidad, crisis de la modernidad y postmodernidad*. Santafé de Bogotá: Ediciones Uninorte.
- Margulis, Lynn, Lovelock, James; et. Al. (1989). *Gaia. Implicaciones de la nueva biología*. Barcelona: Kairós.
- Márquez Lizaro, Rolando. (2005). *El enfoque CTS del experimento docente para las Ciencias Naturales en la formación de profesores generales integrales de Secundaria Básica, Tesis de Maestría*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Martí, José. (1992). *Edison* (Obras escogidas en 3 tomos ed., Vol. 2). (C. d. Martianos, Ed.) La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Martí, José. (1973). *Emerson* (Vol. 13). Editorial Nacional de Cuba. Instituto Cubano del Libro.
- Martí, José. (1891/1975a). Nuestra América - I. 2da. Edición en 27 volúmenes. En *Obras Completas*. Vol. 6. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Martín Gordillo, Mariano. (2003). Metáforas y simulaciones: alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3).
- Martín Gordillo, Mariano, López Cerezo, José Antonio. (2002). Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa. (O. d. (OEI), Ed.) *Sala de Lecturas CTS+I*.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2010a). *Antecedentes y fundamentos epistemológicos de la Auto-organización*. Ponencia presentada en 5to. Taller Internacional Complejidad'2010 del 4-8 de enero, La Habana.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2008c). *El Enfoque de la Complejidad y su impacto en la nueva Revolución del Saber*. La Habana: CITMA, Memorias en CD-ROOM.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2009b). *El Enfoque transdisciplinario de la Complejidad y su importancia para la renovación epistemológica de la educación científica*. Universidad de Camagüey. Camagüey: MES, Memorias de Universidad 2010.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2004b). El Movimiento CTS: sus orígenes y tradiciones fundamentales. *Revista Humanidades Médicas*, 4 (10), 18.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2007a). Fundamentos histórico-filosóficos de la complejidad en la Antigüedad. *Revista Humanidades Médicas*, 7 (20), 17.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2006a). La Ideología en el debate filosófico de lo moderno y lo postmoderno. *Revista Humanidades Médicas*, 6 (16), 20.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2000). *La visión social de la Tecnociencia en Cuba*. Tesis de Maestría, Universidad de la Habana, Dirección de Postgrado, La Habana.
- Martínez Álvarez, Fidel. (2010e). Los Estudios de la Autoorganización y su importancia para la integración del Saber. En J. F. García Rodríguez, & J. Betancourt, *Enfoque de los sistemas complejos en Salud*. (págs. 190-214). Tabasco, México: Editorial de la Dirección de Calidad y Enseñanza en Salud del Estado de Tabasco.
- Martínez Álvarez, Fidel, Barranco Pedraza, Leonor, Molina Fuentes, Indira. (2007c). *La Medicina Natural y Tradicional: su significación en las Ciencias Médicas en la actualidad*. Ponencia. Camagüey: Momorias en CD-ROOM. Cátedra de Medicina Natural y Tradicional de la Univerisdad de Ciencias Médicas.
- Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania. (2007). Hacia una epistemología de la Transdisciplinariedad. *Revista Humanidades Médicas*, 7 (20).
- Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania. (2008a). *Multi, inter y Transdisciplina*. Ponencia presentada en el IV Taller Internacional Complejidad-2008, efectuado del 17-20 de Enero en el Capitolio, La Habana.
- Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania. (2008d). *Multi, inter y transdisciplinariedad en la historia del conocimiento*. Ponencia presentada en el Seminario Iberoamericano IBERGECYT, efectuado del 5-7 de Noviembre en el Hotel Habana Libre., La Habana.
- Martínez Álvarez, Fidel, Proenza Rodríguez, Reinaldo. (2010c). La Teoría de la Red de Actores desde una perspectiva latinoamericana. *Revista Cubana de Ciencias Sociales del Instituto de Filosofía* (42), 21.
- Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania. (2009a). Algunos antecedentes, iniciadores y fundamentos de los Estudios de la Complejidad. *Revista Quórum Académico*, 6 (1), 79-120.
- Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy; González Mora, Ania. (2010b). Multi, inter y transdisciplinariedad en la historia del conocimiento. En M. C. Lustosa, & P. Yone Stroh, *Veredas Interdisciplinarias*. (págs. 13-34). Maceió: Universidade Federal de Alagoas, EDUFAL.
- Martínez Llantada, Marta, et. al. (2002). *Reflexiones teórico-prácticas desde las Ciencias de la Educación*. Material docente para Postgrado, Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona" de la Habana, La Habana.
- Martínez Miguélez, Miguel. (1996). *Comportamiento Humano: Nuevos métodos de investigación*. México: Editorial Trillas.
- Martínez Miguélez, Miguel. (1996). *Comportamiento Humano: Nuevos métodos de investigación*. México: Editorial Trillas.
- Martínez Miguélez, Miguel. (2009). Transdisciplinariedad: Un enfoque para la complejidad del mundo actual. (La Habana), Año III, p. 13-29. *Revista Pensando la Complejidad*, III (7).
- Martínez Miguélez, Miguel. (2002). *Un nuevo enfoque paradigmático de la Medicina*. Caracas: Universidad Simón Bolívar.
- Martínez Ungo, Idelsis. (2001). *Enfoque social de la ciencia a través del proceso enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en el IPVCE "Federico Engels"*. Tesis de Maestría. Ciudad de la Habana: Dirección de Postgrado de la Universidad de la Habana.
- Maruyama, Magoroh. (1963). The 2nd Cybernetics: Deviation-amplifying mutual causal processes. *American Scientist*, 51 (2).

- Marx, Carlos. (1973). *El Capital*. (Vol. I). La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Marx, Carlos. (1974). *Tesis sobre Feuerbach* (Vol. I). Moscú: Editorial Progreso.
- Matías González, Alberto. (2002). *El desarrollo del enfoque social de la enseñanza de las ciencias en la facultad de Ciencias del ISP de Santi Espíritus. Tesis de Maestría*. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Matos Hernández, Eneida, Fuentes González, Homero, Montoya Rivera, Jorge. (2007). *Lógica de investigación y construcción de texto científico*. Bogotá: Universitaria.
- Mattessich, Richard. (1983-1984). "The Systems Approach: Its Variety of Aspects". *General Systems*, 28, 29-40.
- Maturana, Humberto. (1997a). *El sentido de lo humano*. Santiago de Chile: Dolmen.
- Maturana, Humberto. (1997b). *La objetividad: Un argumento para obligar*. Santiago de Chile: Editorial Dolmen.
- Maturana, Humberto. (1995). *La realidad: ¿Objetiva o construida? I. Fundamentos biológicos de la realidad*. México: Universidad Iberoamericana.
- Maturana, Humberto y Varela, Francisco. (1990). *El Árbol del Conocimiento: las bases biológicas del conocimiento humano*. Madrid: Debate.
- Mayer Frederik. (1967). *Historia del pensamiento pedagógico*. Buenos Aires: Editorial Kapeluz.
- McKenzie, Carole, James Kim. (2005). Aesthetics as an aid to understanding complex systems and decision judgement in operating complex systems. *Komplex*.
- Medina, Manuel. (1997). De la Techne a la Tecnología. *Quaderns de Filosofia de la Ciència I* (4).
- Medina, Manuel. (1995). Tecnología y filosofía: más allá de los prejuicios epistemológicos y humanistas. *Revista Isegoría* (12), 174-189.
- Merleau-Ponty, M. (1975). *Fenomenología de la percepción*. Madrid: Península.
- MES. (1998). *La universidad a las puertas del nuevo siglo: Una visión desde Cuba*. La Habana: MES.
- MES. (2008). *Programa de Problemas sociales de la Ciencia y la Tecnología*. La Habana: Ministerio de Educación Superior. Dirección de Marxismo.
- Mier, Raimundo. (1998). Ilya Prigogine y las fronteras de la certidumbre. *Revista Metapolítica*, 2 (8), 63-78.
- Mikúlinski, S.R. (1985a). *Ciencia, Historia de la ciencia, Cienciología*. La Habana: Editorial Academia.
- Mikúlinski, S.R. (1985b). *Fundamentos de la cienciología*. Moscú: Nauka.
- Miranda Hernández, Olga. (2004). La filosofía de la educación en Cuba: sus orígenes.
- Mitcham Carl. (1995). Tres formas del ser-con la tecnología. En Á. A. Zamora, *El Dédalo y su stirpe (Historia, Tecnología, Filosofía)* (págs. 169-208). San José: Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- Moon, Francis. (1990). *Chaotic and Fractal Dynamics*. New York: Springer- Verlag.
- Morales Calatayud, Marianela. (2001). *Estudios Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) en Cuba. Las imágenes ciencia-tecnología-sociedad en el contexto de educación. Tesis de Doctorado*. Universidad de la Habana. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Moreno, Juan Carlos. (2002b). Fuentes, autores y corrientes que trabajan la Complejidad. En M. A. Velilla, *Manual de iniciación pedagógica al Pensamiento Complejo*. (págs. 11-23). Bogotá: ICFES-UNESCO.
- Moreno, Juan Carlos. (2002a). Tres teorías que dieron origen al pensamiento complejo: sistémica, cibernética e información. En M. A. Velilla, *Manual de iniciación pedagógica al Pensamiento Complejo*. (págs. 24-35). Bogotá: ICFES-UNESCO.
- Morín, Edgar. (1996b). Carta de la transdisciplinariedad. *Sociología y Política* (8), 98-102.
- Morín, Edgar. (1984). *Ciencia con Conciencia*. Barcelona: Anthropos.
- Morín, Edgar. (1951/1994b). *El Hombre y la muerte*. Barcelona: Editorial Kairos.
- Morín, Edgar. (1981). *El Método. Vol. I. La Naturaleza de la Naturaleza*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, Edgar. (1983). *El método. Vol. II. La vida de la vida*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, Edgar. (1986). *El método. Vol. III. El Conocimiento del Conocimiento*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, Edgar. (2003). *El método. Vol. V. La Humanidad de la Humanidad. La identidad humana*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Morín, Edgar. (1994). Epistemología de la complejidad. En D. (. Fried Schnitman, *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad* (págs. 421-442). Barcelona: Editorial Paidós.
- Morín, Edgar. (1994a). Epistemología de la complejidad. En D. (. Fried Schnitman, *Nuevos Paradigmas, Cultura y Subjetividad* (págs. 421-442). Barcelona: Editorial Paidós.
- Morín, Edgar. (1998). *Introducción al Pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Morín, Edgar. (1993). La Reforma del Pensamiento. En E. K. Morín, *Tierra Patria* (págs. 189-203). Barcelona: Editorial Kairós.
- Morín, Edgar. (1999). Los siete saberes necesarios para la educación del futuro.
- Morín, Edgar. (1995a). *Mis demonios. Autobiografía*. Barcelona: Editorial Kairós.
- Morín, Edgar. (2010). Por un pensamiento del Sur. *Instituto Peruano de Pensamiento Complejo Edgar Morin*, 11.
- Morín, Edgar. (1976). Pour une crisologie. *Communications* (15), 147-158.
- Morín, Edgar. (1996a). Sobre la interdisciplinariedad. *Sociología y Política. Nueva Época* (8), 17-27.
- Motta, Raúl. (2000a). Complejidad, educación y transdisciplinariedad. *Signos universitarios*, XX (37), 69-92.
- Munné, Frederic. (1994). Complejidad y caos: Más allá de una ideología del orden y del desorden. En M. (. Montero, *Conocimiento, realidad e ideología*. Caracas: Avespo.

- Munné, Frederic. (2001b). El declive del Postmodernismo y el porvenir de la Psicología. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (10).
- Munné, Frederic. (1993). La teoría del caos y la psicología social. En I. Fernández Jiménez, & M. (. M.F., *Epistemología y procesos psicosociales básicos*. Sevilla: Eudema.
- Munné, Frederic. (1995). Las teorías de la complejidad y sus implicaciones en las ciencias del comportamiento. *Revista Interamericana de Psicología*, 1 (29), 1-12.
- Najmánovich, Denise. (2005a). Estética de lo complejo. *Revista de la Universidad CAECE de Buenos Aires*, 21.
- Najmánovich, Denise. (2002). *La complejidad: De los paradigmas a las figuras del pensar*. Ponencia presentada al Seminario Internacional Complejidad 2002, La Habana.
- Navarro Cid, José. (2001). *Las organizaciones como sistemas abiertos alejados del equilibrio*. Tesis de Doctorado. Barcelona: Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona, <http://www.tdcat.cesca.es>.
- Navarro, Desiderio. (2007). *El Postmoderno, el postmodernismo y su crítica*. La Habana: Centro Teórico Cultural Criterios.
- Navarro, Pablo. (1998). Ciencia y cibernética: Aspectos teóricos. En J. Ibáñez, *Nuevos avances en la investigación social: La investigación social de segundo orden*. (Vol. I, págs. 41-47). Barcelona: Proyecto A, 2da, Edición.
- Navarro, Pablo. (1997). El problema de la complejidad social humana. *Dossier del Curso de Postgrado impartido en la Facultad de Informática de la UPV*, 28.
- Needham, Joseph. (1984). *Ciencia y civilización en China*. (Vol. 26). Madrid: Editorial Akal.
- Nicolescu, Basarab. (1999). La Transdisciplinariedad: una nueva visión del mundo. En B. Nicolescu, & a. et., *La Transdisciplinariedad*. México: International Center for Transdisciplinary Research de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Núñez Jover, Jorge. (1998c). *¿Qué es el Programa Nacional de Estudios CTS?*. La Habana: Dirección de Postgrado de la Universidad de la Habana.
- Núñez Jover, Jorge. (1999d). *De regreso a las dos culturas*. Artículo inédito, Universidad de la Habana, Dirección de Postgrado, La Habana.
- Núñez Jover, Jorge. (1999a). *Epistemología y Educación. Lo que la educación científica no debe olvidar*. Material docente para Curso de Postgrado, Universidad de la Habana, Dirección de Postgrado, La Habana.
- Núñez Jover, Jorge. (2008b). *Filosofía y Estudios sociales de la Ciencia*. La Habana: Cátedra de CTS + I de la Universidad de la Habana. En: <http://www.vriep.uh.cu/ctsuh/>.
- Núñez Jover, Jorge. (1991). *Filosofía, ciencia y desarrollo social en América Latina*. Tesis de doctorado. La Habana: Universidad de la Habana.
- Núñez Jover, Jorge. (1989a). *Interpretación teórica de la ciencia*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Núñez Jover, Jorge. (1999c). *La ciencia y la tecnología como proceso sociales*. La Habana: Editorial "Félix Varela".
- Núñez Jover, Jorge. (1998b). *Programa Nacional en Estudios Ciencia, Tecnología, Sociedad (RED CTS)*. Informe administrativo, Universidad de la Habana, Dirección de Postgrado.
- Núñez Jover, Jorge, López Cerezo, José Antonio. (1999b). Innovación tecnológica, innovación social y estudios CTS en Cuba. *Sala de Lecturas de la OEI*, 14.
- Núñez Jover, Jorge; Macías Llanes, María Elena, (comp.). (2008a). *Reflexiones sobre Ciencia- Tecnología y Sociedad. Lecturas Escogidas*. La Habana: Editorial Ciencias Médicas (ECIMED).
- Nuño Solinís, Roberto. (2005). Atención sanitaria basada en el conocimiento. *Revista de Administración Sanitaria*, 3 (2), 361-371.
- Oliva Figueroa, Iván. (2007). Conocimiento y Complejidad: Aportes a una paradigmatología de lo educativo. *Revista Estudios Pedagógicos, Versión On-line*, 3 (3).
- Oliva Figueroa, Iván. (2008). Conocimiento, Universidad y Complejidad: bosquejos epistémicos y metodológicos para una vinculación transdisciplinaria. *Revista Estudios Pedagógicos, Versión On-line*, 34 (2), 227-243.
- Oliva Figueroa, Iván. (2006). *Hacia un enfoque complejo del proceso de reforma educativa en Chile: Aproximaciones al conocimiento pedagógico generado en contextos de formación inicial docente*. Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Educación.
- Orantes, Alfonso. (2005). Reflexiones sobre las causas que provocan la desmotivación hacia el estudio de ciencias. *Sala Chat de reaccium.ve*.
- Ortega Suárez, Jorge. (2002). *Crítica a la interpretación mística del paradigma emergente en la ciencia*. Tesis de Doctorado. Santa Clara: Universidad de Las Villas.
- Ortiz Hernández, Eloy, Martínez Álvarez, Fidel, González Mora, Ania. (2008). *Introducción al Pensamiento complejo en Salud*. Programa de Postgrado, Universidad de las Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay", Centro de Medicina y Complejidad, Camagüey.
- Ortiz Hernández, Eloy, Martínez Álvarez, Fidel, González Mora, Ania. (2006). *Teoría del Caos y Sistemas complejos. Aplicaciones en Salud*. Programa de Curso de Postgrado, Universidad de las Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay", Centro de Medicina y Complejidad, Camagüey.
- Panyella Roses, Magi. (2002). *Aspectos caóticos y fractales en el comportamiento organizacional: Caos, organización y gerencia*. Barcelona: Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona.
- Pareto, Vilfredo. (1945). *Manual de Economía política*. Buenos Aires: Editorial Atalaya.

- Peitgen Heinz-Otto. (1990). El lenguaje de los fractales. *Investigación y Ciencia*, 169.
- Peitgen Heinz-Otto, et. al. (1986). *The beauty of fractals*. Berlin: Springer-Verlag.
- Pérez Ones, Isarelis. (2009). Los públicos docentes de los Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología en Cuba: los profesores de la Especialidad en Docencia Universitaria de la UH. VII Taller Provincial "Universidad, Ciencia y Tecnología" previo a Universidad 2010 (págs. 42-50). La Habana: Editorial Universitaria.
- Pérez Ransanz, A.R., Olivé, L. (comp.). (1989). *Filosofía de la ciencia: teoría y observación. Modelos de cambio científico*. México: Siglo XXI Editores.
- Piaget, Jean. (1978). *Psicología y Epistemología*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Piaget, Jean. (1978). *Psicología y Epistemología*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Portuondo Padrón, Roberto. (2006). *Pedagogía y Complejidad*. Camagüey: Memorias en CD-ROOM de la Universidad de Camagüey.
- Portuondo Padrón, Roberto; Cámara Martínez, Arnaldo. (2010b). *Modelo de parches borrosos en el análisis multivariado en variables cualitativas con incertidumbre en su medición*. Habana: Memorias en CD, Congreso Complejidad 2010. Palacio de las Convenciones.
- Portuondo Padrón, Roberto; Cámara, Martínez, Arnaldo. (2010a). *De los parches borrosos al análisis multivariado difuso en variables cualitativas con incertidumbre en su medición*. La Habana: Memorias en CD-ROM del Palacio de las Convenciones de la Habana.
- Potter, Van Rensselaert. (1971/1998). Bioética puente, Bioética global y Bioética profunda. *Cuadernos del Programa Regional de Bioética* (7), 20-35.
- Pradenas, Alfredo. (1998). ¿Por qué No al Mundo 4? *Revista electrónica Cinta de Moebio* (3).
- Praxia, Joao. (2005). La atención a la situación del mundo en la educación científica.
- Price, D.J.S. (1980). Ciencia y tecnología: Distinciones e interrelaciones. En B. (. Barnes, *Estudios sobre sociología de la ciencia*. Madrid: Editorial Alianza Universidad.
- Price, D.J.S. (1973). *Hacia una ciencia de la ciencia*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Prieto, Doris. (2003). La Medicina desde la perspectiva del Pensamiento de la Complejidad. *Revista Humanidades Médicas*, 3 (7).
- Prigogine Ilya. (1997). *El Fin de las certidumbres*. Santiago de Chile: Editorial Andrés Bello.
- Prigogine, Ilya. (1989). The Philosophy of instability. *Futures*, 396-400.
- Prigogine, Ilya y Stengers, Isabelle. (1979/1983). *La nueva alianza: metamorfosis de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire. (1994a). *La estructura de lo complejo*. Barcelona: Editorial Alianza Universidad.
- Prusak, L. (1997). *Knowledge in organizations*. United States: Butterworth-Heinemann.
- Pupo Pupo, Rigoberto. (2007). *Didáctica y evaluación en los procesos educativos complejos*. Multiversidad Mundo Real Edgar Morín, Sonora.
- Ramírez Valdés, Grisel. (2000). *El paradigma positivista como programa de investigación científica*. Tesis de Doctorado, Universidad de La Habana, Facultad de Filosofía e Historia, La Habana.
- Ricoeur, P. (1988). *Hermenéutica y acción*. Buenos Aires: Docencia.
- Ricoeur, P. (1975). *Hermenéutica y estructuralismo*. Buenos Aires: Megápolis.
- Rius Lozano, M., et al. (2002). Teoría del Caos y Educación para la Salud. En L. Ferrer, & A. (. Caselles, *Ciudad, Sociedad, Educación, Control, Caos y Autoorganización*. Valencia: Sociedad Española de Sistemas Generales. Universidad de Valencia.
- Rivas Hurtado, Pilar. (1997). Kuhn: El Gran Revolucionario. Las revoluciones científicas de Kuhn y la teoría moderna de la evolución. Una analogía más allá de la casualidad. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (2).
- Rizo Rabelo, Noemí. (2007). *Estrategia didáctica de educación en ciencia, tecnología y sociedad en la carrera de Ingeniería Informática. Tesis de Doctorado. Universidad de Cienfuegos. Tesis de Doctorado*. La Habana.: Editorial Universitaria, MES, ISBN 978-959-16-0735-5.
- Rodríguez De Rivera, José. (2009). *Complejidad*. Madrid: CEPAD/IDOE. Universidad Politécnica y Universidad de Alcalá de Henares.
- Rodríguez De Rivera, José. (2008). *Observador y Observación – El nuevo enfoque en la Epistemología de la Complejidad*. Madrid: CEPAD/IDOE, Universidad de Alcalá de Henares.
- Rodríguez Ugidos, Zaira. (1985). *Filosofía, Ciencia y Valor*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Rodríguez Ugidos, Zaira. (1986). *Problemas de la lógica dialéctica*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Romero Pérez, Clara. (2001). El constructivismo cibernético como metateoría educativa: aportaciones al estudio y regulación de los procesos de enseñanza y aprendizaje. *Revista electrónica Teoría de la Educación. Sociedad y Cultura en la Sociedad de la Información* (3).
- Romero Pérez, Clara. (2008). Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo. *Revista electrónica Teoría de la Educación. Sociedad y Cultura en la Sociedad de la Información*, 18.
- Romero, Jesús. (2008). *Estrategia para la autogestión de la autenticidad de los grupos estudiantiles universitarios*. Camagüey: CECEDUC, Universidad de Camagüey.
- Rorty, Richard. (1979/1995). *La filosofía y el espejo de la Naturaleza*. Madrid: Cátedra.

- Rorty, Richard. (1991/1996). *Objetividad, realismo y verdad*. Barcelona: Editorial Paidós.
- Rousseau, Jean Jacob. (1762/2000). *Emilio o la Educación*. Buenos Aires: Editorial elaleph.com, <http://www.educ.ar>.
- Ruelle, David. (1991). *Azar y caos*. Madrid: Alianza Universidad.
- Ruiz Iglesias, Magalys. (1997). *Modelo de superación postgraduada para profesores de literatura. Tesis doctoral*. Santa Clara: Universidad Pedagógica "Félix Varela".
- Ruiz, Alfredo. (1998). Humberto Maturana y su contribución a las ciencias de la complejidad. *Revista Metapolítica*, 2 (8), 79-93.
- Salazar Domínguez, Carlos. (1997). *Efecto de Perturbaciones Periódicas en sistemas químicos auto-organizados. Tesis de Diploma*. La Habana: Universidad de la Habana.
- Salazar, Diana. (2004). La interdisciplinariedad, resultado del desarrollo histórico de la ciencia. En A. M. González, & e. a. Reinoso Capiró, *Nociones de sociología, psicología y pedagogía*. (pág. 257). Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Salazar, Diego Rodrigo. (1997). Distinciones y Comunicaciones. Hacia una teoría social hermenéutica y constructivista en arqueología. *Revista electrónica Cinta de Moebio* (2).
- Salina Gamero, Teresa. (2001). *Propuesta metodológica para evaluar la formación profesional de ingenieros: El caso de la carrera de Ingeniería Electrónica de la Universidad Ricardo Palma*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Sánchez-Criado, Tomás. (2006). La Teoría del Actor-Red. *Revista Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid*.
- Sanmartín, J., Luján López, J.L. et. al. (1992). *Estudios sobre sociedad y tecnología*. Barcelona: Anthropos.
- Sanz, Bernardino Esteban. (2002). Procesos de Autoorganización en Sistemas Sociales: La Estructuración Social del Cuerpo Humano. *Revista Mad* (6).
- Schlanger, J. (1983). *L'invention intellectuelle*. París: Essais.
- Schwab, J.J. (1973). Problemas, Tópicos y Puntos de Discusión. En S. Elam, *La Educación y la Estructura del Conocimiento*. Buenos Aires: El Ateneo de Buenos Aires.
- Serpa Ramos, Gerardo (Coord.). (2007). *Programa Académico de Amplio Acceso de Educación Superior*. Matanzas: Universidad "Camilo Cienfuegos".
- Smale, Stephen. (1967). Differentiable dynamical systems. *Bulletin of the American Mathematical Society* (73), 747- 817.
- Smale, Stephen. (1961). Generalized Poincaré's conjecture in dimensions greater than four. *Annals of Mathematics*, 74, 2nd Serie (2), 391-406.
- Smith, P. (2001). *El caos. Una explicación a la teoría*. Madrid: Cambridge University Press.
- Snow, Charles Percy. (1959/1977). *Las dos culturas y un segundo enfoque*. Madrid: Alianza Editorial.
- Solé, Ricard; et. al. (mayo de 1996). Complejidad en la frontera del caos. *Investigación y Ciencia*, 14-21.
- Sontag, H. (1994). Las vicisitudes del desarrollo. *Revista Internacional de Ciencias Sociales*. (140).
- Sontag, H.; et. al. (2000). Modernidad, modernización y desarrollo. *Pensamiento propio* (11).
- Sotolongo Codina, Pedro Luís. (2004). Algunas cuestiones a tener en cuenta por la Historia y la Filosofía de la Ciencia en el contexto de la Revolución en el Saber contemporáneo. *Complexus. Revista de Complejidad, Ciencia y Estética*, 8.
- Sotolongo Codina, Pedro Luís. (2007c). La articulación del pensamiento social contemporáneo con las Ciencias de la Complejidad y las nuevas Tecno-Ciencias: Entre Scila y Caribdis. *Revista Utopía y Praxis Latinoamericana*, 12 (38), 11-28.
- Sotolongo Codina, Pedro Luís. (2005). *Programa del Diplomado de Complejidad*. La Habana: Instituto de Filosofía de Cuba. En soporte digital, inédito.
- Sotolongo, Pedro Luís. (2007a). *Teoría Social y Vida Cotidiana. La Sociedad como sistema dinámico complejo*. La Habana: Editorial Acuario.
- Spaapen, J.B.; Wamelink, F.J.M. (2001). The Evaluation of Transdisciplinary Research. En J. Klein, & e. al., *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology and Society*. (págs. 111-114). Basel: Birkhäuser.
- Stiázhkin, N. (1967). *Formación de la lógica matemática*. Moscú: Editorial Nauka (en ruso).
- Suárez Martín, Luís. (2003). *El método de Marx en las redes de la racionalidad moderna*. La Habana: Artículo en soporte digital.
- Suárez Martín, Luís. (2004). *El método de Marx y el imperativo teórico de la izquierda revolucionaria*. La Habana: Artículo en soporte digital.
- Sumpter, Phil. (2006). "The principles of collective animal behavior". *Trans. Royal Society*, 8, 361.
- Takayasu, H. (1990). *Fractals in the physical sciences*. Manchester: Manchester University Press.
- Temple, Robert. (Octubre de 1988). El genio científico de China. Resumen de la obra del científico inglés Joseph Needham. *Revista Correo de la UNESCO*.
- Thom, René. (1997). *Estabilidad estructural y morfogénesis. Ensayo de una teoría general de los modelos*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Thuillier, Pierre. (1977). Cómo se construyen las teorías científicas. *Revista Humanidades*, 8 (8).
- Thuillier, Pierre. (1992). *Las pasiones del conocimiento: sobre las dimensiones culturales de la ciencia*. Barcelona: Alianza Editorial.
- Toffler, Alvin. (1973/1998). *El Shock del futuro*. Barcelona: Plaza & Janes, S.A. Editores.
- Toffler, Alvin. (1980). *La tercera ola*. Barcelona: Plaza & Janes, S.A. Editores.
- Torres Nafarrete, Javier. (1998). Sistema y complejidad. La arquitectura de la teoría de Niklas Luhmann. *Revista Metapolítica*, 2 (8), 51-62.

- Torres Santomé, Jurjo. (1998). *El currículo oculto*. (<http://www.larevolucionmaslarga.blogspot.com/el-curriculum-oculto-jurjo-torres.html>, Ed.) La Coruña: Universidad de la Coruña, Facultad de Ciencias de la Educación Campus de Elviña.
- Torres Santomé, Jurjo. (1994). *Globalización e interdisciplinariedad*. (E. h. instituto/doc/Interdisciplinariedad.pdf, Ed.) Madrid: Ediciones Morata.
- Tristá Pérez, Boris. (2010). *Ciencias de la Educación: Teoría y Práctica*. Habana: CEPES, Universidad de la Habana.
- UNESCO. (2002). La educación científica ¿siglo XXI o XIX? *Boletín Contacto*, XXXVII.
- Valera Alonso, Orlando. (1995). *Estudio crítico de las principales corrientes de la Psicología contemporánea*. Nayarit, México: Zuamer Editores.
- Valera Alonso, Orlando. (1999). *Problemas actuales de la Pedagogía y la Psicología pedagógica*. La Habana: Editorial Búsqueda.
- Valle Espinosa, Consuelo. (2004). *Conferencias sobre la Teoría del Caos*. California: Universidad Autónoma de Baja California.
- Vallejo, Gómez, Nelson. (2002). Morin, pensador de la complejidad. En M. A. Velilla, *Manual de iniciación pedagógica al Pensamiento Complejo*. (págs. 78-88). Bogotá: ICFES-UNESCO.
- Van Dijk, Teun. (1992). *La ciencia del texto. Un enfoque interdisciplinario*. Barcelona: Paidós.
- Van Gigch, J.P. (1987). *Decision Making about Decision Making: Metamodels and Metasystems*. Ed. Abacus.
- Varona Domínguez, Freddy. (2008a). Alcance filosófico del empleo del enfoque complejo en el estudio de la relación cultura - educación superior. *Pensando la Complejidad* (IV).
- Vega Mancera, F. (2003). ¿Posibilidad de una pedagogía caótica? En *Addenda XXII Seminario Interuniversitario de Teoría de la Educación (SITE)*. Barcelona: Sitges. <http://www.wub.es/div5/site/documents.htm>.
- Velilla, Marco Antonio (Comp.). (2002). *Manual de iniciación pedagógica al Pensamiento Complejo*. Bogotá: ICFES-UNESCO.
- Viega Fernández, J. (2002). La educación que necesitamos. *Revista Temas* (31), 4-17.
- Vildosola Reyes, Luis. (2003). *Modelo para evaluar la atribución de Sustentabilidad a los procesos con perspectivas de organización monetaria*. Universidad Autónoma de Baja California. Tesis de Maestría. México: Instituto de Ingeniería, MEXICALI, B.C.
- Villaroel, P., Firmani, C. (2002). *Necesidad del enfoque transdisciplinario en la investigación ambiental académica*. Antofagasta: Memorias del IV Encuentro Científico del Medio Ambiente. CIPMA.
- Von Foerster, Heinz. (1998). Por una nueva epistemología. *Revista Metapolítica*, 2, 23-34.
- Von Wright, Georg Henrik. (1994). Dos tradiciones. En J. Issa, *Aproximación a la metodología de las ciencias sociales* (págs. 305-342). México: Universidad Autónoma Metropolitana.
- Waldrop, M. (1992). *Complexity. The emerging science at the edge of order and chaos*. New York: Touchstone.
- Wallerstein, Immanuel (Comp.). (1995). *Abrir las Ciencias Sociales. Informe de la Comisión Gubelkian*. México: Siglo XXI.
- Warneke, H. J. (1993). *The fractal company: A revolution in corporate culture*. Berlín: Springer-Verlag.
- Wheatley, Margaret. (1992). *Leadership and the New Science: Learning About Organization from an Orderly Universe*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Wolfram, Stephen. (2002). *A New Kind of Science*. Publisher Wolfram Meida Inc. Web: www.wolfram-media.com.
- Woodcock, A.; Davis, M. (1994). *Teoría de las Catástrofes*. Madrid: Ediciones Cátedra.
- Woods, Alan, Ted, Grant. (2005). *Razón y Revolución*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Woods, Alan, Ted, Grant. (2005). *Razón y Revolución*. La Habana: Editorial de Ciencias Sociales.
- Woolgar, Steve. (1991). *La ciencia: abriendo la caja negra*. Barcelona: Editorial Anthropos.
- Zadeh, Lofti. (1965/1992). *Fuzzy set*. University of California Berkeley.
- Zadeh, Lofti. (1973a). Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes,. *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, SMC-3 (1).
- Zadeh, Lofti. (1973b). Probability measures and fuzzy events. *Journal Math* (23), 421-427.
- Zadeh, Lofti. (2005). Toward a Generalized Theory of Uncertainty (GTU). *Information Science*, 20.
- Zadeh, Lofti; Fu, K. S., Tanaka, K., Shimura, M. (1975). *Fuzzy Sets and their Applications to Cognitive and Decision Processes*. Academic Press.
- Zimmerman, Brenda; Hurst, David. (1993). Breaking the boundaries: The Fractal organization. *Journal of Management Inquiry* (2), 334-355.

ANEXO 1: “Glosario bibliográfico de conceptos y temáticas en la Nueva Revolución del Saber”.

Todo esfuerzo de sistematización teórica es perfectible, por lo que solo se pretende aquí contribuir al estudio más consecuente de los emergentes paradigmas que están pautando hoy la integración del saber. De manera que es indispensable referir las fuentes bibliográficas de los antecedentes y fundamentos epistemológicos de esas teorías y enfoques (conceptos y temáticas, que no hayan sido tratados detenidamente en el texto de la tesis), que están relacionados directa o indirectamente con la denominada:

- 1 **Nueva Revolución del Saber:** también ha tenido otras denominaciones: *Revolución Contemporánea del Saber*, *Nueva Revolución Epistemológica*, *Tercera Ola*, *Nuevo Modelo Cultural*, etc. En esencia, constituye un radical cambio en el conocimiento que está conduciendo al impostergable *Diálogo de Saberes*, como enfatiza Edgar Morín, el cual debe producirse entre todos los **paradigmas emergentes:** *Estudios CTS*, *Holismo ambiental*, *Bioética Global*, *Epistemologías hermenéutica y constructivista*, *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*, etc. Para conocer sus fundamentos es necesario estudiar la obra de: (Leopold, Aldo, 1949), (Ellul, Jacques, 1954/1996), (Snow, Charles Percy, 1959/1977), (Kuhn, Thomas Samuel, 1962/2000), (Carson, Rachel, 1962/1964), (Potter, Van Rensselaert, 1971/1998), Margulis, L., 1970, 1982, (& D. Sagan) 1986, 1987, (Margulis, Lynn, Lovelock, James; et. Al., 1989), (& D. Sagan) 1996a, (& Olendzenski, L.) 1996b, (& D. Sagan) 1997a, (& K.V., Schwartz) 1997b, 2002a, b, c, 2003a, (& D. Sagan) 2003b, 2003c, (Lovelock, James, 1979), 1983, 1984, 1988, 1991, 2000, 2001, 2005, 2006, (Rorty, Richard, 1979/1995), (Rorty, Richard, 1991/1996), Prigogine, I., 1979/1983 (& Stengers, I.), 1980, 1984 (& Stengers, I.), 1989, 1992, 1994a, b (& Nicolis, G.), 1995, 1997a, b, c, Toffler, A., 1980, Morín, E., 1984, 1994, 1996a,b,c, 1997, 1999a, b, Ibáñez, J., 1985, 1988, 1990, Pinch, T., 1985, (Cesarman, Eduardo, 1986), Brown, H.I., 1987, Gleick, J., 1988, Baig, A., Agustench, M., 1990, Carreras, A., Escorihuela, J. L. y Requejo, A., 1990, Munné, F., 1993, 1994, 1995, 2001a, (Bueno, Gustavo, 1992), (Bueno, Gustavo, 1993a), (Bueno, Gustavo, 1993b), (Bueno, Gustavo, 1993c), (Bueno, Gustavo, 1993d), Hacking, I., 1995, López Cerezo, J.A., Sanmartín J., González García, M.I., 1994, González García, M., et. al., 1996, 1997, López Cerezo, J.A., 1999, Capra, F., 1975, 1982, 1996, 2002, Martínez Miguélez, M., 1996, 1998b, 2001c,d, 2002, 2006, 2009, Callon, M., 2001, (Castro, Gregorio, 1998), Maldonado, C.E., 1999, 2005b, 2007a y b, 2008, Najmánovich, D., 2002, 2007, Delgado Díaz, C., 2002a,b,c, 2004a,b,c, 2006, 2007, 2009a, 2009b, Diegoli, S., 2003, 2004, Espina Prieto, M., 2005, 2007, González Casanova, P., 2004, Woods, A., T. Grant, 2005, (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2003), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2004), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007a), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007b) y (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007c), Correa Iglesias, A., 2007, Martínez Álvarez, F., et. al., 2008b, 2009a, Pérez Martínez, A., 2009, entre otros.
- 2 **Estudios interdisciplinarios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS):** constituyen esfuerzos teóricos y prácticos de integración del saber, que se realizan desde la década del sesenta, con **enfoque interdisciplinario** en las áreas de **investigación, política pública y educación** sobre la actividad científico-tecnológica en su dimensión social. Se concretan en una diversidad de programas de **creciente institucionalización y espíritu crítico** sobre la relación Ciencia–Tecnología–Sociedad. Estos programas tratan de **establecer una nueva imagen social de la actividad tecno-científica**, no obstante, a la diversidad de posiciones ideológicas y contextos histórico-culturales en que se desarrollan. Estos *Estudios* han constituido una revolucionaria reacción ante la *Concepción heredada o tradicional del conocimiento*. Entre las **disciplinas y áreas constitutivas de los Estudios CTS** se reconocen: *Historia de la Ciencia y de la Tecnología*, *Filosofía de la Ciencia y la Tecnología*, *Sociología del Conocimiento y de la Ciencia*, *Axiología y Ética de la Ciencia y de la Tecnología*, *Política en Ciencia y Tecnología*, *Economía del cambio tecnológico*, etc., todas las cuales tributan a la interdisciplinaria y amplia área de la **Educación CTS**. Para profundizar en sus antecedentes, origen y fundamentos se sugiere consultar: Bauer, H.H., 1990, Medina, M., Martín, J.M., Mitcham, C., et. al. 1990, Roy, R., 1990, Woolgar, S., 1991, González García, M.I., et. al., 1996, López Cerezo, J.A., 1999c; Núñez Jover, J., 1999c, Díaz Caballero, J.R., et. al., 1999, Martínez Álvarez, F., 1999, 44 p., 2000, p. 23-53, 2004, 18 p., Figaredo, Curiel, F., 2002, p. 8-22, entre otros autores.
- 3 **Estudios transdisciplinarios de la Complejidad:** se les denomina también *Enfoque, Paradigma, Ciencia o Pensamiento de la Complejidad*, constituyen esfuerzos científicos de integración del saber con un **enfoque transdisciplinario**, iniciados con la **Teoría del Caos**, otras teorías y enfoques desde la década del sesenta del pasado siglo, desarrollados gracias al vínculo creciente entre *física, química, biología y matemáticas*, así como a la incorporación posterior de *saberes sociales y humanísticos*. Son, además, *efectivos logros teóricos y prácticos*, producto de la creación de *nuevos métodos y tecnologías de punta* que permiten dar solución a problemas concretos en diversas esferas de la actividad humana. Estos estudios alcanzan hoy un mayor reconocimiento social y creciente institucionalización en el mundo y en Cuba. A esta vasta área de integración transdisciplinaria de conocimientos tributan *decenas de teorías y enfoques*, entre los cuales están: *Teoría del Caos*, *Teoría General de Sistemas* (y los avances del *Enfoque sistémico* posterior), *Estudios de las estructuras disipativas*, *Topología cualitativa*, *Teoría de las Catástrofes*, *Geometría fractal*, *Lógica Borrosa*, *Autómatas celulares*, *Inteligencia artificial* y otras contribuciones de los demás paradigmas emergentes, referidos en este inventario. Sus antecedentes teóricos están en los estudios científicos sobre los fenómenos no lineales (*Ciencia no lineal*), *Teoría de la Información*, *Cibernética*, *Teoría de los Juegos*, *Teorías de las Decisiones*, *Dirección Organizacional*, *Constructivismo*, *Hermenéutica*, etc. Von Neumann, J. & Morgenstern, O., 1944, 1956, 1966, Wiener, N., 1948, 1950, 1958, 1964, Shannon, C. & Weaver, W., 1948, Weaver, W., 1948, (Bertalanffy, Ludwig Von, 1950), (Bertalanffy, Ludwig Von, C.G. Hempel, R.E. Bass y H. Jonas, 1951), (Bertalanffy, Ludwig Von, 1968/1976), (Bertalanffy, Ludwig Von; et. al., 1981), Ashby, W.R., 1956, 1960, Lorenz, Edward, 1963, (Zadeh, Lofti, 1965/1992),

- 1973a,b, 1988, (Forrester, J.W., 1968), Prigogine, I., 1971, 1979/1983 (&Stengers, I.), 1980, 1984 (&Stengers, I.), 1989, 1992, 1994a, b (& Nicolis, G.), 1995, 1997a, b, Thom, René, 1972, 1977, 1985, 1997, Dunn, J.C., 1974, Maturana, H., Varela, F., 1975, 1980, 1984, 1990, 1994, 1995, 1996, 1997a,b,c, Dold, A., Eckmann, B., 1976, Morin, E., 1974, 1976, 1981, 1983, 1984, 1990, 1994, 1995, 1996a,b,c, 1998, 1999a,b, 2008, Eigen, M., 1971, Eigen, M. & Winkler, R., 1975, Eigen, M. & Schuster, P., 1979, Capra, F., 1975, 1982, 1985, 1986, 1988, 1991, 1993, 1994, 1995, 1996, 2002, Hofstadter, D., 1979, (Toffler, Alvin, 1980), Dubois, D., Prade, H. et. al., 1980, 1987, Haken, H., 1981, 1983, 1987, 2006, Luhmann, N., 1982, 1991, 1992, 1993, 1995a, b, 1996a, b, 1998a, b, 1999a, b, c, d, e, f, g, Bergè, P., et. al, 1984, Ibáñez, J., 1985, 1988, 1990, 1994, (Cesarman, Eduardo, 1986), Mandelbrot, B., 1987, 1992, 1997, Peitgen H.O., et. al., 1986, 1990, Barnsley, M.F., et. al., 1988, Gleick, J., 1988, Bohm, D., 1988, 1992, Smirnov, V., M.K. Mamardash, 1989, Devaney, R.L., 1989, Briggs, J. y Peat, F.D., 1990, Atlan, H., 1990, (Moon, Francis, 1990), Takayasu, H., 1990, Carreras, A., Escorihuela, J. L. y Requejo, A., 1990, Rasband, J., 1990, Goldberger A.L., et. al., 1990, Kauffman, S.A., 1990, 1991, 1993, 2003, Burian, R. M., Richardson R. C., 1990, May, R.M., 1991, Ruelle, D., 1991, (Sametband, Moisés José, 1991), (García Velarde, M., Chacón García, R. y Cuadros Blázquez, F., 1991), (Lewin, Roger, 1992), (Lewin, Roger, 1995), (Waldrop, M., 1992), (Tsonis, Anastasios A., 1992), Cambel, A.B., 1993, Dupuy, J.P., 1993, Lizcano, E., 1993, De Guzmán Ozamiz, M., et. al., 1993, Escotado, A., 1993, 2000, Munné, F., 1993, 1994, 1995, 2000, 2001a, Cornejo Álvarez, A., 1993, 2004, Casti, J.L., 1994, García, R., 1994, Hacking, I., 1994, 1995, Schnitman, D.F., 1994, Kosko, B., 1995, *Holland, John*, 1995, Brown, C., 1995, Martín, M.A., et. al., 1995, Pakman, M., 1996, Epstein, Joshua; Axtell, R., 1996, Alonso, A., De la Fuente, J.R., et. al., 1996, Martínez Miguélez, M., 1996, 1998b, 2002, Leakey, R., (Leopold, Aldo, 1949), Kaku, M., 1997, Navarro, P., 1997, Clayton, K., 1997, Bar-Yam, Y., 1997, 2000, Gell-Mann, M., 1998, Goodwin, B., 1998, Bossomaier, T., Green, D., 1998, Esnal, M., 1998, Rosenau, J., 1998, Ciurana, E.R., 1998, 2003, Mier, R., 1998, Andreu, C., De Echave, J., Buela-Casal, G., 1998, Gutiérrez, Gómez, A., 1998, Ruiz, A.B, 1998, Bacarlett Pérez, M.L., 1998, Scott, A.C., 1999, Mathews, M., White, M., Long, R., 1999, Maldonado, C.E., 1999, 2005b, 2007a y b, 2008, Motta, R., 2000, Chatin, G., 2001, 2002, (Navarro Cid, José, 2001), (De la Peña, José Antonio, 1998), (De la Peña, José Antonio, 2001), Castro Sáez, B., 2001, Aguado Terrón, J.M., 2001, 2002, 2005, 2006, 2008, Aguilar Sot, J.F., 2001, (Romero Pérez, Clara, 2001), (Romero Pérez, Clara, 2008), (Wolfram, Stephen, 2002), (Najmánovich, Denise, 2002), (Najmánovich, Denise, 2005a), (Najmánovich, Denise, 2007), Andrade, R., et. al., 2002, Brown, L., Eisendhart K.M., 2002, Campos, D., Isaza, J.F., 2002, Lavanderos, L., Malpartida, A., 2000a, b, 2002, Sanz, B.E., 2002, (Panyella Roses, Magi, 2002), Delgado Díaz, C., 2000a, 2002, (Delgado Díaz, Carlos y Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2004c), 2006, 2009, (Wagensberg, J., 2003), Vildosola Reyes, L., 2003, Diegoli, S., 2003, 2004, Sotolongo Codina, P.L., 2003, 2004, 2007b y 2007d, Prieto, D., 2003, CNA Corporation, 2004, Valle Espinosa, C., 2004, González Casanova, P., 2004, Ramis Andalia, R., 2004, Reyes Galindo, R., 2004, (Nuño Solinís, Roberto, 2005), Ortiz Hernández, E., 2005, Moriello, S., 2004, 2006, Woods, A., T. Grant, 2005, Espina Prieto, M., 2005, 2007, Macías Llanes, M.E., 2005a, 2006, Martínez Álvarez, F., et. al., 2006b, 2007a y b, 2008b, c, 2009a, b, c, Kandasamy, V., W.B., Smarandache, F., Ilanthenral, K., 2007, Gallopín, G., et. al., 2008, Fontenla, J.L, 2008, Rodríguez De Rivera, J., 2008, 2009, D'Angelo Hernández, O., 2009, Lucas, Ch., 2009, Altshuler, E., 2009, Pérez Martínez, A., 2009, Rodríguez Velasco, C.L., 2009, González Velasco, J.M., 2010, entre otros.
- 4 **Holismo ambiental:** tiene sus antecedentes en el pensamiento holístico oriental, en la tradición pesimista presocrática, así como en Platón y Aristóteles. Además, en la obra de algunos pensadores de contracorriente en la modernidad se revela una visión holística, desde la cual criticaban el reduccionismo del ideal clásico de racionalidad científica. Concretamente, el *Holismo ambiental* nace como un movimiento humanista en la mitad del siglo XX, expresión de la reacción social (activismo ciudadano en la práctica social) ante los impactos nocivos de la actividad depredadora del medio ambiente que generó el hombre con las guerras mundiales primero y el desmedido desarrollo tecnológico y el irresponsable consumismo después. Un verdadero precursor fue el investigador estadounidense **Aldo Leopold**, quien anticipó ideas esenciales para la posterior integración de varias hibridaciones interdisciplinarias como: el *Holismo ambiental*, la *Bioética* y la *Ecología*. Sus avanzadas ideas fueron publicadas en 1949 algunos años después de su muerte y todavía hoy son poco divulgadas. En la obra del sociólogo francés **Jacques Ellul** (1954) aparecen ideas holísticas seminales y se denuncia el impacto negativo sobre el medio ambiente ocasionado por el desarrollo tecnológico desmedido. Otro trabajo pionero del *Holismo ambiental* y de la *Ecología* fue *Primavera silenciosa* (1962) de la bióloga marina estadounidense **Rachel Louise Carson** (1907-1964), quien sometió a crítica la destrucción del medio ambiente y el impacto nocivo en la salud humana del uso irresponsable de las tecnologías agrícolas (pesticidas, fertilizantes, etc.), así como proporcionó ideas avanzadas sobre los fundamentos epistemológicos y éticos de estas amplias áreas de integración del saber. Un impulso decisivo en el desarrollo del *Holismo ambiental* lo dio el biólogo y oncólogo norteamericano de la Universidad de Wisconsin **Van Rensselaert Potter** (1911-2001), quien, apoyándose en el pensamiento de **Aldo Leopold** y fundiéndolo con sus ideas holísticas y bioéticas logró elaborar su teoría ecológica. Otros promotores de la *Ecología* como área interdisciplinaria han sido **Arne Naess** y **James Ephraim Lovelock** (1919-), quien desde su *Teoría Gaia* (1979) ha enriquecido el enfoque holístico para la comprensión de la *Madre Tierra* como un sistema complejo auto-regulado, de manera que sustenta la tesis, promovida también por su divulgadora de la *Teoría Gaia* la bióloga **Lynn Margulis** (1938-), de la *necesidad de la integración* de todas las **Ciencias de la Tierra**. Más adelante se hará referencia a otros enfoques holísticos y se presentarán autores que se han dedicado a desarrollar estos híbridos interdisciplinarios. Los antecedentes y fundamentos epistemológicos del Holismo ambiental, la Ecología profunda y las Ciencias de la Tierra son comunes con los de la Bioética, pues en estas profusas áreas de integración del saber, sus ideas centrales giran en torno a: 1) la relación axiológica conocimiento-valor, 2) la ampliación del

- objeto tradicional de la ciencia para incluir su dimensión valorativa, 3) la demanda de la humildad cognoscitiva de la ciencia, que supone el valor social de otros saberes y formas de la cultura, 4) el lugar de lo humano en el sistema de la naturaleza (ampliación de la moralidad) y no lo humano como lo hegemónico y central, 5) la crítica a la actitud irresponsable del hombre ante la naturaleza debido al mercantilismo y el consumismo que ocasionan el deterioro del medio ambiente y de la salud humana (Delgado Díaz, C., 2006) Entre los textos que han contribuido al desarrollo de la perspectiva del Holismo en general y de su expresión ambiental en particular, se destacan los trabajos de: Leopold, A., 1949, Ellul, J., 1954, Carson, R., 1962, Potter, V.R., 1971/1998, Rorty, R., 1979, **Margulis, L., 1970**, 1982, (& D. Sagan) 1986, 1987, (& el. al.) 1989, (& D. Sagan) 1996a, (& Olendzenski, L.) 1996b, (& D. Sagan) 1997a, (& K.V., Schwartz) 1997b, 2002a, b, c, 2003a, (& D. Sagan) 2003b, 2003c, **Lovelock, J., 1979**, 1983, 1984, 1988, 1991, 2000, 2001, 2005, 2006, Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988, Jiménez Blanco, J., 1993, McLaughlin, A., 1993, 1999, Pepper, D., 1993, Bueno, G., 1993a, p. 126-185, Leff, E., 1994, 2000, Borrero Navia, J. M., 1994, García, R., 1994, 2006, CITMA, 1995, 1997, Brockman, J., 1995, Macauley, D., 1996, Enzensberger, H. M., 1996, Martínez Miguélez, M., 1996, 2001a, Iñiguez, L., 1996, Leakey, R., García, J.M., Fernández, A., 1997, Freeman J. Dyson, 1999, M'Gonigle, M. y Murphy, E., 1999, Fernández-Rubio, A., 1999, Rey, O., 1999, Gale, F., 1999, Hawken, P., 1999, Schumacher, D., 1999, Delgado Díaz, C., 1999b, c y d, 2000a, 2002c y d, 2006, Maldonado, J., 2000, Valdés, X., 2000, Mateo Rodríguez, J.M., Suárez Gómez, C., 2000a, b, OPS. 2000, Ruiz, E., 2002, OMS, 2002, Capra, F., 2002, Sampedro, J., 2002, Sotolongo Codina, P.L., 2003, Punset, E., 2004.
- 5 Bioética global o puente:** fue el término con el que **Van Rensselaert Potter**, en 1971, denominó a un vasto campo de integración interdisciplinaria del saber, el cual está contribuyendo a la realización de una forma más ética de vivir, que garantice el mejoramiento de la salud, el bienestar y la calidad de la vida de los seres humanos, a partir de la solución de los grandes problemas de nuestro tiempo: la alimentación, la salud, la conservación del medio ambiente, las crisis demográficas, entre otros (Potter, Van Rensselaert, 1971/1998) Existe mucha cercanía entre los antecedentes, los precursores y los fundamentos epistemológicos del *Holismo ambiental*, la *Bioética* y la *Ecología*, un ejemplo de ello está en la obra pionera de **Aldo Leopold** (1949), quien constituye un indiscutible precursor de estas tres áreas de integración del saber (Delgado Díaz, Carlos, 2004b, págs. 214-219) En esencia, la **Bioética** es un área de integración del saber que aunque nació en la década del setenta producto de las demandas ciudadanas de la práctica social, es un campo interdisciplinario de reflexión, estudio y debate sobre los problemas de cómo evaluar y, sobre todo, de cómo encausar los actos humanos en correspondencia con los conceptos morales que se aceptan o asumen en un contexto social determinado. Además, se interesa por los actos de intervención en los procesos biológicos, en el cuerpo humano y el medio ambiente, y que impactan para bien o para mal en su salud, bienestar y calidad de vida, así como la realización de los valores humanos. Con el amplio campo de los problemas bioéticos están involucradas no solo la Biología y la Ética, sino otras áreas de conocimientos como: Filosofía, Estética, Derecho, Política, Economía, Dirección, Holismo, Ecología, Biotecnología, etc. Entre los fundamentos filosóficos de la Bioética se destacan seis grandes tendencias: 1) el pragmatismo, 2) el personalismo, 3) el antropologismo naturalista, 4) el liberalismo, 5) el enfoque dialéctico-materialista, Aunque entre los principios y conceptos centrales de la Bioética se reconocen: 1) beneficencia, 2) autonomía y 3) justicia, muchos autores enfatizan la necesidad de considerar otros principios y conceptos éticos, que cobran un significado especial en correspondencia a la problemática bioética en cuestión y según el contexto histórico social concreto en que se produce. Lo importante aquí es relacionar la Bioética con la perspectiva integradora transdisciplinaria de los Estudios de la Complejidad. Por tanto, hoy se enfatiza la necesidad de tratar cada problemática bioética desde una perspectiva integradora que supone el Diálogo de Saberes y el tránsito de la inter a la transdisciplinariedad, como vía más efectiva para la búsqueda de soluciones que se correspondan con las demandas concretas del caso y el consenso de los actores protagonistas y no en base a recetas o normativas universales que regularmente son impuestas a los contextos culturales dados, desde referentes foráneos. Para profundizar en sus fundamentos se sugiere consultar las obras de: Leopold, A., 1949, Potter, V.R., 1971/1998, Encyclopedia of Bioethics, 1978, Gracia, D., 1989, 1991, 1995, 1996, Engelhardt, H.T., 1995, Figueroa, P. y H. Fuenzalida, 1996, McCullough, L., 1996, Acosta Sarriego, J., 1996, 1997, 2002, 2003, 2004, Roland, F., 1997, Freyre Roach, E., 1997, Drane, J., 1998, Ferrer, J., 1998, Gafo, J., 1998, Novoa, M., 1998, Salas, J., 1998, Spinsanti, S., 1998, Dürr, H.P., 1999a,b, Boladeras, M., 1999, Machado, I., 1999, Maldonado, J., 2000, Pérez Cárdenas, M., et. al., 2000, Jakowska, S., 2002, Lower, G., 2002, Santos, L., 2002, Fung, Th., 2002, 2003a, b, Chávez, A., 2003, Delgado Díaz, C., 2003, 2004b, 2006, entre otros.
- 6 Hermenéutica:** es una profusa área de integración del saber que se ha nutrido de diferentes referentes filosóficos y de las ciencias sociales y humanísticas, especialmente, relacionada con la *Lingüística* y la *Semiótica*. La mayoría de sus cultores reconocen que "... este vocablo... proviene del verbo griego *hermeneuein*, que quiere decir "interpretar". Algunos autores relacionan este verbo con el nombre del dios griego *Hermes*, el cual, según la mitología, hacía de mensajero entre los demás dioses y los hombres, y además les explicaba el significado y la intención de los mensajes que llevaba" (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 50) Los antecedentes históricos y teóricos de esta peculiar área de conocimientos vienen desde la Grecia antigua y un indiscutible precursor fue **Mathias Flacius Illyricus** (1520-1575), quien se dedicó a la sistematización de las *Sagradas escrituras*. El padre de su versión moderna fue **Friedrich Schleiermacher** (1768-1834) **Continuadores** de este **enfoque hermenéutico**, que intentaron legitimar la **epistemología de las Ciencias Sociales** fueron: **Wilhelm Dilthey** (1833-1911), **Wilhelm Windelband** (1848-1915), **George Simmel** (1858-1918), **Heinrich Rickert** (1863-1936), los representantes de la *Escuela Neokantiana de Baden* (región alemana de las ciudades de Heidelberg y Friburgo), **Robin Georg Collingwood** (1899-

- 1943), *Benedetto Croce* (1866-1952), *F. De Saussure* y la corriente sociológica del *interaccionismo simbólico* (que fundamenta la necesidad de la *observación participante* del investigador social) de la *Escuela de Chicago*. El *Pensamiento hermenéutico* ha realizado significativas contribuciones a la crítica del ideal clásico de racionalidad científica. En la contemporaneidad la versión dialéctica del **enfoque hermenéutico** se ha desarrollado “... en estudios teológicos, filosóficos, literarios, entre otros, e indiscutiblemente no deja lugar a dudas su carácter interdisciplinarios y transdisciplinario, a partir de los aportes que le ofrecen la Teoría de la información, la Lingüística, la Filosofía del lenguaje, el Análisis Lógico, la Crítica Literaria, solo por citar algunos ejemplos” (Matos Hernández, Eneida, Fuentes González, Homero, Montoya Rivera, Jorge, 2007, págs. 13-14). La evolución del *Pensamiento hermenéutico* ha tenido varias tendencias, etapas, polémicas conceptuales y referentes teóricos, pero sus ideas centrales giran en torno a la *naturaleza social compleja del conocimiento*, la necesidad de la *reconstrucción individual del significado*, así como la consideración del *carácter dinámico e histórico-contextual* de los procesos cognitivos de **expresión, explicación, interpretación, traducción y comprensión** del significado de algo (sentido y significaciones) Por el hecho de ser la *Hermenéutica* un colosal campo de integración de saberes, al igual que el *Constructivismo*, la *Lingüística* y la *Semiótica*, sus fundamentos teóricos se entrecruzan y fertilizan mutuamente, pero mucho más cuando asumen el *enfoque dialéctico*. En verdad, este hecho es toda una bendición, pero a la vez una gran complicación para el trabajo de sistematización de las ideas y conceptos de **sus precursores y continuadores**. Entre sus fuentes más prominentes y sus divulgadores están: Dilthey, W., 1900/1976, Gadamer, H.G., 1958/1977, 1981, 1990, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998, Heidegger, M., 1974, Eco, U., 1974, 1998, Ricoeur, P. 1975, Rorty, R., 1979, Giddens, A., 1982, 1987, 1997, 1998, Hölderlin, F., 1983, Wieland, W., 1988, Van Dijk, T., 1992, Cassin, B., 1994, Von, Wright. G.H., 1994, Díaz Caballero, J.R., 1994, Von, Wright. G.H., 1994, p. 311-342, Martínez Miguélez, M., 1996, p. 50-88, Reale, G., 1996, Salazar, D.R., 1997, (Maturana, Humberto, 1997a), (Maturana, Humberto, 1997b) Salazar, D.R., 1997, (Ardoino, Jacques., 1991), (Ardoino, Jacques, 1997), Lotman, Y.M., 1999, Hadot, P., 1998, Lotman, Y.M., 1999, Soares, L., 2000, Fortes Sánchez, A., 2001, Sanjuán, M.A., 2006, Matos Hernández, E., Fuentes González, H., Montoya Rivera, J., 2007, Aguado Terrón, J.M., 2009.
- 7 **Constructivismo:** es un vasto movimiento científico e intelectual que está presente en casi todas las formas del saber. En esencia, tiene como tesis central: la idea de que *el conocimiento es una construcción social*, pues *la subjetividad y valores culturales anteceden y están presentes en al acto empírico de conocer*. De hecho, el *Constructivismo* tiene sus orígenes en ideas seminales de los filósofos griegos antiguos, renacentistas y modernos. Las ideas sobre el conocimiento humano, de *Protágoras, Aristóteles, Montaigne, Vico, Hume, Kant, Hegel y del Marxismo*, entre otros, constituyen premisas esenciales para la comprensión de *la naturaleza social construida del conocimiento científico*. Las interpretaciones sobre esta idea han sido muy diferentes en filosofía, matemáticas, arte, psicología y pedagogía, las cuales se han movido entre el subjetivismo extremo y la postura dialéctica en el reconocimiento del carácter activo del sujeto en el proceso cognitivo. Entre las obras precursoras y divulgadoras de esta corriente de pensamiento, con diferentes matices, incluso hasta contrapuestos, están: Husserl, E., 1913, Vigotski, L.S., 1931, 1934, 1984, 1995, Bachelard, B., 1934, Dewey, J., 1946, Polanyi, M., 1958, Piaget, J., 1965, 1975, 1981, 1990, 1991, 1995, Merleau-Ponty, M., 1975, 1976, 1979, Watzlawick, P., et. al., 1984a, 1984b, 1994, 1995, Gooding, D., Pinch T., Schaffer, S., 1989a, Bateson, G., 1984, 1992, 1993, Maturana, H. y Varela, F., 1984, 1990, 1992, 1995, 1996a, 1997b, Von Foerster, H., 1990, 1991, 1994, 1998, Luhmann, N., 1991, 1999b, c, Von Glaserfeld, E., 1995a,b, Valera Alonso, O., 1995, Pakman, M., 1996, González Rey, F., 1997, Jiménez, C., 1997, Rivas Hurtado, P., 1997, Santibáñez, D., 1997, Arnold Cathalifaud, M., 1997, 1998a, 2000, Zilberstein Toruncha, J., 1997, 1999, Eco, U., 1998, Torres Nafarrete, J., 1998, Pradenas, A., 1998, Toledo Nickels, U., 1998, Villaroel Muñoz, F., 1998, Roza, J., 1999, (Romero Pérez, Clara, 2001), Sanz, B.E., 2002, Andrade, R., et. al., 2002, Vázquez Alonso, Á., et. al., 2003, León Del Río, Y., 2007, Ortega, D., 2008, Páramo, P., y Otálvaro, G., 2008, Sanhueza Moraga, G., 2009.
- 8 **Mito de las Dos Culturas:** consiste en el proceso de separación (disyunción), oposición arbitraria o burocrática incomunicación que de manera creciente se ha ido produciendo en la modernidad entre las ciencias naturales y técnicas por un lado y las ciencias sociales y las humanidades por el otro. El héroe nacional cubano **José Martí** (1853-1895) fue un genial precursor de la crítica a este mito, abogando por la integración interdisciplinaria del conocimiento, cuando escribió la siguiente crónica sobre **Edison** y otros genios de su época: “A veces, después de almorzar, lee un libro de filósofo o de poeta. Los poetas de la esfinge son los que lee él: Emerson, el adivinador: Whitman, el verdadero, ¿no fue Emerson el que dijo, cuarenta años antes del fonógrafo, que ya vendría “quien organizase los ecos”? ¿No dice Tyndall que la poesía de Emerson le sugirió muchas de sus leyes, y le ayudó a descubrir? ¿Y no está todo Darwin en un verso de Emerson, publicado veinte años antes del Origen de las especies? ¿Y la poetisa Jean Ingelow no pintó, mucho tiempo hace, en un cuento de hadas, el “acústigrafo” que reproducía la música? ¿Y en otro libro de imaginaciones, Helionda, o aventuras en el sol, no dice el personaje Alutedon, en 1855, que ya los autores no tenían que padecer con la escritura, y sujetar el águila del pensamiento a la hormiga de sus manos, “porque las vibraciones del aire, puestas en movimiento por la voz, movían una delicadísima máquina, que iba recogiendo las palabras”? Todos esos precursores tuvo el fonógrafo, y el teniente Maury, que se lamentaba de que Daguerre no hubiese inventado un modo de escribir, sin más que hablar, por un tubo, sobre una hoja de papel, y Tom Hood, en el Anual cómico de 1839, cuando augura que ha de venir quien inventa “un papel de escribir que repita lo que oiga”. Lee poetas ahora Edison, de cuando en cuando, de esos que ven con ojos nuevos, y escriben música extraña y poco oída, - como la que oyó él cuando su primer prueba en el fonógrafo” (Martí, José, 1890 en: Vitier, C., 1997, p. 283). Así también, ya en el siglo XX, el padre de la denominación

contemporánea de este Mito de las Dos Culturas fue el filósofo y educador británico **Charles Percy Snow** (1905-1980), quien en una conferencia en 1959 critica esa limitación en la educación inglesa (Snow, Charles Percy, 1959/1977). Otros autores que han sometido a crítica este mito han sido: Prigogine, I., 1979/1983 (&Stengers, I.), 1980, 1984 (&Stengers, I.), 1989, 1992, 1994a, b (& Nicolis, G.), 1995, 1997a, b, c, Toffler, A., 1980, Martínez Miguélez, M., 1996, González García, M.I., et. al., 1996, p. 18-19, Capra, F., 1996, Morín, E., 1997, 2004, Sánchez Azcona, J., 1998, Núñez Jover, J., 1999c, p. 21-22, 2001, p. 89-108, Martínez Álvarez, F., 2000, p. 75, González Casanova, P., 2004, Woods, A., T. Grant, 2005, entre otros.

- 9 Estudios sobre la Multi, Inter y Transdisciplinariedad:** es un movimiento intelectual más bien espontáneo y poco organizado de investigaciones referidas al proceso de integración del saber que tuvo nacimiento en los años setenta del pasado siglo. Ha tenido un impetuoso resurgimiento en la última década, gracias a los avances logrados por el Diálogo de Saberes entre los paradigmas emergentes de la Nueva Revolución del Saber. En un artículo del autor, junto con sus colegas del Centro de Medicina y Complejidad (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania., 2007b), se realiza un análisis del origen, las tendencias y los conceptos fundamentales del proceso de integración del conocimiento científico, con lo cual se intenta contribuir a la creación de una Epistemología de la Transdisciplinariedad. Particularmente, se hace referencia a las clasificaciones y los prefijos comprometidos con el concepto de disciplina: multi, poli, pluri, inter, meta, trans, etc., lo que permite mostrar las tendencias y el valor social que tiene el actual proceso de integración del saber. **Los prefijos más reconocidos son: Multi, Inter y Transdisciplina:** estas son tres fases o niveles del proceso de integración del saber que se ha dado de manera profusa en la historia del conocimiento, tanto en la formación individual de los científicos, como en la labor integradora de los colectivos y comunidades profesionales. Precisamente, dos de los precursores del estudio de la integración del saber fueron Erich Jantsch y *Jean Piaget*, quienes polemizaron sobre las clasificaciones de la integración del saber en la Conferencia Internacional sobre Transdisciplinariedad de 1970. Sus ideas fueron resumidas más tarde (Jantsch, Erich, 1975) y (Piaget, Jean, 1978). En síntesis, hoy se pueden caracterizar estos niveles así:

Multidisciplina: el nivel primario de coexistencia espontánea de disciplina de diversos tipos que participan en un proceso incipiente de integración del saber y de acciones con pobre cooperación y coordinación:

- Nivel primario de integración de disciplinas (nexos inmediatos, superficiales y transitorios)
- A menudo es una actividad compartimentada, aditiva e impuesta desde “desde arriba”.
- No existe una epistemología ni lenguaje común.
- Muchas limitaciones en la comunicación y en las actividades de cooperación del trabajo en equipo.
- Las acciones tienen pobre o bajo nivel en la solución de problemas complejos.

Interdisciplina: nivel más complejo de integración, en el que se establecen interacciones entre dos ó más disciplinas, donde se definen objetivos comunes sin abandonar sus paradigmas cognitivos propios; allí se produce intercomunicación y enriquecimiento recíprocos y hasta transformaciones de orden metodológico de investigación, pero todavía no se logra construir un lenguaje híbrido, ni una epistemología nueva, de manera que se producen soluciones transitorias y limitadas (no integrales, sistemáticas y duraderas) de los problemas de la realidad:

- Un nivel más complejo de integración de disciplinas (nexos más extendidos, profundos y duraderos)
- Es una actividad más compartida y participativa que propicia la aparición de un líder, aunque todavía sigue siendo impuesta regularmente “desde arriba”.
- Ya aparecen términos comunes y se crean híbridos interdisciplinarios (Biofísica, Bioquímica, Cibernética, etc.)
- Sin abandonar sus paradigmas cognitivos propios se logran mejores métodos, técnicas y procedimientos mixtos.
- Las acciones tienen mayor eficacia pero todavía no alcanzan un impacto holístico y sustentable en la solución de los problemas complejos.

Transdisciplina: el nivel más complejo y eficiente de interacción entre diversas disciplinas con alto grado de cooperación y coordinación en base a objetivos comunes. A este nivel se logra construir un lenguaje híbrido y una epistemología nueva, es decir, se establece una visión estratégica común consolidada, mediante un proyecto de transformación consciente y creativa con metodologías alternativas viables y alto nivel de solución de problemas complejos:

- Es el nivel más elevado y eficiente de interacción de disciplinas (nexos universales, esenciales y permanentes).
- Es una actividad de alto grado de participación consciente y democrática de cada uno de sus miembros, que logra a través de su líder natural, o líderes no impuestos, una eficiente cooperación y coordinación.
- Se utiliza y perfecciona la emergente epistemología de los *Estudios de la Complejidad*, que construye el lenguaje transdisciplinario común necesario para el trabajo en equipo.
- Se crean nuevos paradigmas cognitivos, métodos, técnicas y procedimientos, así como nuevas estructuras organizacionales con arreglo a la naturaleza compleja del objeto.
- Proyecto de transformación consciente con alternativas viables y alto nivel de solución de problemas concretos.
- El alcance de las soluciones generadas por el trabajo transdisciplinario desde los *Estudios de la Complejidad* tienen un impacto holístico y sustentable. (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2007b), (Martínez

Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2008a), (Martínez Álvarez, Fidel, Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2008d), (Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy; González Mora, Ania, 2010b, págs. 13-14) Se puede profundizar en estos estudios en: (Baran, Paul, 1964), Chew, G., 1968, Briggs, A., et. al., 1972, Biosot, M., 1972, Japiassu, H., 1976, Heckhause, H., 1977, Rosnay, J., 1977, Piaget, J., 1978, Miranda Pacheco, M., 1978, Bazhenov, L.B., 1979, Jantsch, E., 1979, Bahm, A., 1980, Winkin, Y., 1981, Checkland, P., 1981, Morín, E., 1981, 1983, 1984, 1990, 1994, 1995, 1996a,b,c, 1998, 1999a,b, 2008, Sinaceur, M.A., 1982, Gusdorf, G., 1983, Epton, S. R., et. al., 1983, Bechtel, W., 1986, Suero, M., 1986, Winkler, K., 1987, Dorn, H., 1987, Laszlo, E., 1988, 1995, Birnbaum, P.H., et. al., 1990, (Klein, Julie, 1990), (Klein, Julie; et. al., 2001), (Klein, Julie, 2003), Torres Santomé, J., 1994, 1998, 2006, 2007, Núñez Jover, J., 1994, 1999, 2001, 2008, CIRET-UNESCO, 1994, 1997, 2000, Alonso Anega, H., 1994, López Cerezo, J.A., et. Al. , 1994, Martínez Miguélez, M., 1996, 1999b, 2001c,d, 2006, 2009, Mañalich, R., 1997, Nicolescu, B., 1996, 1998, 1999, Castillo, J.J., 1997, (Mañalich, R., 1998), Figaredo, Curiel, F., 1998, 2002, (Nicolescu, Basarab, 1999), Burnett, R., 2000, (Fernández de Alaiza, Berta, 2001), Correa, C., 2000, Motta, R., 2000, Aguilar Sot, J.F., 2001, Navarro Cid, J., 2001, Castro Sáez, B., 2001, (Villaroel, P., Firmani, C., 2002), Delgado Díaz, C., 2002a, 2004b, 2006b, 2007, 2009a, b, (Espina Prieto, Mayra, 2003), Alvargonzález, D., 2003, Hernández Rabell, L., 2003, Jeffrey, P., 2003, Salazar, D., 2004, González Casanova, P., 2004, p. 15-92, Martínez Álvarez, F., Ortiz Hernández, E., González Mora, A., 2007b, 2008a, d, Espina Prieto, M., 2007, Austin, W., C. Park, E. Goble, 2008, Greckhamer, T., M. Kro-Ljungberg, S. Cilesiz, S. Hayes, 2008, Oliva Figueroa, I., 2008, Varona Domínguez, F., 2008a, b, Francois, Ch., 2009, Rodríguez Marisy, A., 2009, González Velasco, J.M., 2010.

10. **Los paradigmas emergentes y la Educación Superior:** en esta esfera ya va creciendo el número de profesores e investigadores que se dedican al estudio de los avances epistemológicos y metodológicos de **los paradigmas emergentes** de la *nueva Revolución del Saber*. Entre los autores que investigan los **problemas educativos** desde esas *perspectivas* se destacan: (Colom Cañellas, A.J., 1982), (Colom, Cañellas, A.J. y Núñez, L., 2001), (Colom Cañellas, A.J. , 2002), (Goetz, J.P., M.D. Le Compte, 1988), (Lipman, Mathew, 1992), (Leopold, Aldo, 1949); (Zemelman, H., 1993); (Follari, Roberto, 1993); Elizalde, A., 1993, Osorio, I. y Weinstein, L., 1993, (Schnitman, Dora Fried (ed.), 1994), Torres Santomé, J., 1994, 1998, 2006, 2007, Zubiria de, M., 1994a, b, García Cuadrado, A., 1995, Martínez Miguélez, M., 1996, 1998b, 1999, 2001c,d, 2006, 2009, González Rey, F., 1997, Maturana, H., 1997c, Santana Bonilla, P., 1997, Sotolongo Codina, P.L., 1997, 2002, 2003, 2007a, 2007c, (Forrester, J.W., 1968), Hoyos, G., 1998, Hargreaves, A., 1998, Pérez Gómez, A., 1998; Castellanos Simons, B., 1998a y b, 1999b, 2001, (Arnold Cathalifaud, Marcelo, 1999b), Morín, E., 1999a, b, Santos Rego, M., 2000, Correa, C., 2000, Motta, R., 2000, Aguilar Sot, J.F., 2001, Navarro Cid, J., 2001, Castro Sáez, B., 2001, (Brownlee, J., N. Purdie y G. Boulton-Lewis, 2001), (Romero Pérez, Clara, 2001), (Romero Pérez, Clara, 2008), Campechano, J., 2002; Delgado Díaz, C., 2002a,c y d, 2009a, 2009b, c, d, Soto, M.H., 2001, Viega Fernández, J., 2002, Valdés, P., Valdés, R., 2002, Schraw, G., L. Olafson, 2003, Hernández Rabell, L., 2003, (Diegoli, Samantha, 2003), (Diegoli, Samantha, 2004), Cáceres, C., Cristi, O., 2003, 2007, González Casanova, P., 2004, Salazar, D., 2004, García Batista, G., 2004, Cornejo Álvarez, A., 2004, Giraldo, G., 2005, González Valdés, A., 2006, Varona Domínguez, F., 2008a, b, Espina Prieto, M., 2005, 2007, D'Ángelo Hernández, O., 2005, 2006, 2008, 2009, (Oliva Figueroa, Iván, 2006), (Oliva Figueroa, Iván, 2007), (Oliva Figueroa, Iván, 2008), (Márquez Pérez, Efraín, 2009), (González Velasco, Juan Miguel, 2010)

Las Crisis y las fuentes clásicas del conocimiento: hoy existe un reconocimiento creciente de que **la noción de Crisis** está asociada a un proceso dialéctico de interrelaciones entre las tendencias tanto *destruktivas* como *reconstructivas* en los sistemas complejos, inherentes a su dinámica de *auto-organización*. Por ejemplo, para Edgar Morín, “... *lo propio de una crisis, que implica peligros enormes de regresión y de destrucción, implica también oportunidades de imaginación creadora, de diagnóstico pertinente, de concepción de una vía de salida*” (Morín, Edgar, 2010, pág. 11) A su vez, para Morín la concepción de **crisis**, en la escala social, presupone ir más allá de la idea de *perturbación* y de *ruptura del equilibrio*, “... *es preciso concebir la sociedad como un sistema capaz de sufrir crisis, es decir, proponer tres órdenes de principios, el primero sistémico, el segundo cibernético, el tercero negaentrópico, sin los cuales la teoría de la sociedad es insuficiente y la noción de crisis inconcebible.*” (Morín, Edgar, 1976, pág. 149) Además, enfatizando sobre la oportunidad creadora que proporcionan las condiciones de crisis, Morín sentencia que: “*El principio de que «no hay organización sin anti-organización» muestra que antagonismo y complementariedad son dos polos de una misma realidad compleja. El antagonismo, cuando va más allá de ciertos umbrales y procesos, da lugar a la desorganización, pero, incluso al volverse desorganizacional, puede constituir la condición de reorganizaciones transformadoras*” (Morín, Edgar, 1976, pág. 153) A su vez, la práctica demuestra, con una infinidad de casos, tanto la certeza del concepto de Morín como de la noción china de **crisis**, pues en esa milenaria cultura se ha codificado ese *contradictorio significado del término* en un *ideograma* compuesto por dos palabras situadas una encima de la otra, las cuales revelan dos caras de una misma moneda. Para los chinos **crisis** significa **amenaza y oportunidad**. A su vez, se deben considerar otras ideas, por ejemplo, en la literatura un destacado poeta brasileño Mauricio Gois sintetiza, con elocuencia sin par, la riqueza semántica del término crisis. La idea central del poema gira en torno a la naturaleza contradictoria de la idea de crisis, la cual asume como premisa y raíz de su movimiento hacia la auto-superación, pues para ello destaca que ante todo se debe tomar conciencia de las oportunidades que proporciona la propia crisis en la solución de cualquier conflicto. En la academia internacional se ha estudiado el fenómeno de las crisis desde los más variados referentes filosóficos y epistemológicos. Entre los autores que se han referido a este concepto están: Kuhn, T., 1962, 1994, Morín, E., 1976, 1983, 1984, 1990, 1994, 1996a,b y c, 1999b, Rosnay, J., 1977, Toffler, A., 1980, Berman, M., 1981, Nemeth-Baumgartner, A., 1993,

Capra, F., 1996, 2002, Martínez Miguélez, M., 1996, 2002, 2006, 2009, Martínez Álvarez, F., 2000, p. 44-45, Woods, A., T. Grant, 2005) Concretamente, las **Crisis de paradigmas**, en el sentido que *Thomas Kuhn* les da, se producen como eventos tan legítimos como los momentos de éxitos, pues la historia de la filosofía y de la ciencia no es un proceso solo lineal, sino también no lineal, ya que presupone a la vez progresos y regresos. Por tanto, las **crisis paradigmáticas** son la antesala de la **ciencia extraordinaria o revolucionaria**, pues las **anomalías científicas**, generadas por los nuevos hechos científicos descubiertos, no pueden ser ni explicadas ni resueltas con **el paradigma vigente**. En semejante etapa **aparecen las reinterpretaciones filosóficas y científicas entorno a las raíces y fuentes clásicas del conocimiento**, para, entonces a partir de ellas, reconstruir o crear las teorías necesarias para revolucionar el paradigma decadente y así proponer alternativas viables que puedan ser aceptadas por la comunidad científica (Kuhn, Th., 1994, 2000) Para lograr superar o salir airoso de una **crisis**, se debe reconocer, ante todo, la **propia existencia de la crisis**, es decir, reconocer que es un inevitable proceso histórico contradictorio que presupone, tanto una tendencia hacia la destrucción (**amenaza**) del sistema, como una puerta (**oportunidad**) hacia su progreso o sustitución por otro nuevo y superior. En esencia, se precisa identificar las amenazas de la crisis y, más que nada, sus oportunidades. Reconocer la crisis como un proceso complejo significa revelar toda su historia: **premisas, nacimiento, desarrollo y perspectiva**. Si la crisis es epistemológica, entonces, **se demanda retornar a las fuentes clásicas del conocimiento** para reinterpretarlas a la luz de la nueva situación histórica. A lo largo de la historia este procedimiento metodológico ha jugado un papel decisivo, precisamente, porque “... los virajes y revoluciones en el pensamiento no pueden desechar totalmente las representaciones existentes en el pasado: algo se conserva, algo se queda fuera del campo visual, y algo se reinterpreta, y precisamente la reinterpretación del material trabajado, en el espíritu de las nuevas representaciones teóricas (las que, dicho sea de paso, pueden tener su fuente en las concepciones anteriores desechadas) constituyen la esencia de los avances conceptuales, los que permiten hablar de la transición de un nivel de comprensión a otro” (Kurdumov, S.P., 1999, págs. 3-4) Otros autores enfatizan la necesidad de satisfacer esa demanda, entre ellos están: Zardoya Laureda, R., 1995, p. 64-65, 1996, p. 32-33, Castillo, J.J., 1997, p. 143-156, Hart Dávalos, A., 1997, p. 1, Cansino, C., 1998, p. 7-21, Ramírez Valdés, G., 2000, p. 1-5, Machado Ramírez, E., 1999, p. 6-10, Delgado Díaz, C., 2002, p. 1-3, Suárez Martín, L., 2003, p. 1-2, (Juarrero, Alicia, 2002), (Juarrero, Alicia, 2006), (Juarrero, Alicia, Rubino Carl A., et. al., 2008).

11. **Concepción heredada de la Ciencia:** se refiere a la expresión inglesa “*received view*” o “*standard view*”, denominaciones introducidas por **Hilary Putnam** para referirse a la **visión heredada o tradicional del conocimiento científico** (Putnam, Hilary, 1962/1989) En esencia, es una concepción sobre la racionalidad científica que se ha formado durante toda la modernidad, pasando por el positivismo y el neo-positivismo, caracterizada por el predominio del **enfoque disciplinar, fragmentado, reduccionista y lineal de la realidad** (estos son solo algunos rasgos distintivos). Varios autores, desde diferentes perspectivas epistemológicas, han aportado a la sistematización de las ideas para la crítica a esta concepción: Putnam, H., 1962, 1987, Gallagher, J.J., 1971, Rorty, R., 1979, 1991, Toffler, A., 1980, Prigogine, I., 1979/1983 (&Stengers, I.), 1980, 1984 (& Stengers, I.), 1989, 1992, 1994a, b (& Nicolis, G.), 1995, 1997a, b, Ibáñez, J., 1985, 1988, 1990, Echevarría, J., 1989, 1995, Cutcliffe, S., 1990, Woolgar, S., 1991, Lowy, M., 1991, Bueno, G., 1992, Acevedo, J.A., 1992, 1993, 1996, (Casti, John, 1994), Hacking, I., 1995, Fernández-Rañada, A., 1995, González García, M.I., et. al., 1996, Martínez Miguélez, M., 1996, 2002, 2006, 2009, Morin, E., 1997, 2004, Suárez López-Guaso, L., 1998a, Núñez, Jover, J., 1999a, 2002, Maldonado, C.E., 1999, Fernández, S.P., 1999, Morales Calatayud, M., 2001, Najmánovich, D., 2002, Figaredo Curiel, F., 2002, Delgado Díaz, C., 2002a,b,c, 2004a,b,c, 2006, Aikenhead, G.S., 2003, Vázquez Alonso, A., et. al., 2003, González Casanova, P., 2004, Woods, A., T. Grant, 2005, Sotolongo, P.L., 2003, 2004. El aspirante tiene algunos textos publicados, en los que realiza una pormenorizada crítica a esta concepción y sistematiza más de veinte rasgos generales que le caracterizan (Martínez Álvarez, Fidel, 2000, págs. 18-26), (Martínez Álvarez, Fidel, 2002), (Martínez Álvarez, Fidel, 2004a)
12. **Ideología y Ciencia:** desde diferentes perspectivas epistemológicas varios autores han tratado este controvertido tema: (Weber, Max, 1987), (Mannheim, Karl, 1966), (Schaff, Adams, 1969), (Trias, Eugenio, 1971), (Salomón, Jean, 1974), (Thuillier, Pierre, 1975), (Quintanilla, Miguel Ángel, 1976), (Habermas, Jürgen, 1986), (Castro Ruz, Fidel, 1990), (Lowy, Michael, 1991), (Bunge, Mario, 1991), (Sánchez Ron, José Manuel, 1992), (Núñez, Jover, Jorge, 1992), (García Capote, E., 1992, 1995, 1998a,b, 1999, Zardoya Laureda, R., 1995, 1996, (Rabelo, Paul, 1995), (Rabelo, Paul, 1996), (Rabelo, Paul, 1998a), (Rabelo, Paul, 1998b), (Hormigón, Mariano, 1996a), (Sánchez Azcona, Jorge, 1996), (Codorniú Pujals, Daniel, 1999), (Martínez Álvarez, Fidel, 2000), (Martínez Álvarez, Fidel, 2006a),
13. **Logos:** término o vocablo griego antiguo, que significa, según diversas escuelas, “*idea*”, “*razón*”, “*palabra*”, “*doctrina*”, etc., pero específicamente Heráclito, interpreta este término como: “*ley, regularidad y necesidad universales*”. La **Lógica formal** como ciencia es el conjunto de las reglas a que se supedita el proceso del pensar y las formas del raciocinio. Los estoicos, también se refieren a la “lógica de las cosas” o “lógica de los acontecimientos”, por lo que **Lógica** también se sale del plano formal de su interpretación y se extiende a su significación **dialéctica** como concepción filosófica, al referirse no sólo a su forma, sino también a su propio contenido según el significado en contextos culturales concretos. Así también, en otras esferas del saber, la lógica se expresa de modo particular como: **lógica matemática, proposicional, inductiva, modal, combinatoria, polivalente, simbólica, deóntica** (Stiázhkin, N., 1967, Makovelski, A., 1967, (Guetmánova, A., 1986), 1991) y más recientemente han aparecido otras disciplinas: **lógica de la ciencia, lógica difusa o borrosa (fuzzy), etc.** (Zadeh, L., 1965, 1988, Dubois, D., Prade, H., 1980, Capra, F., 1975, 1996, Haack, S., 1991, Kosko, B., 1995, Munné, F., 1993, 1994, 1995, 2000, 2001a y b, Prieto Maraño, P., San Luís Costas, C., Sánchez, B.A., 1996, Martínez, Miguélez, M., 2001b, 2009,

- Cisneros, C., 2001, p. 2-8, Andrade, R., et. al., 2002, p. 11-12, Silva Álvarez, A., 2003, Rivero Jiménez, J., 2003, Diegoli, S., 2003, 2004, Gutiérrez Ríos, J., 2005, Corzo, Y., 2006, Morillas Raya, A., 2006, Toledo Amador, A., Escobar, M.A., Ortiz Hernández, E., 2007, Betancourt, J.et. al., 2007, Kantrowitz, M., et al., 2008, Wikipedia, 2009)
14. **Explicación y Comprensión:** con el libro *Intention*, publicado en 1957 por la epistemóloga y psicóloga social irlandesa **Gertrude Elizabeth Margaret Anscombe** (1919-2001), se rescata, después de Hegel, la *excepcional idea aristotélica del silogismo práctico*, el cual presupone que **el conocimiento es un proceso social complejo de aprehensión no solo de la objetividad, sino también de la intencionalidad del sujeto**, del significado (semántico) y sentido personal, de las emociones y demás aspectos de la espiritualidad latente en el proceso del conocimiento. **Hegel** fue quizás el primero o uno de los pocos (en la misma época que *Friedrich Schleiermacher*, fundador de la *Hermenéutica* moderna) que rescató esa idea. Con el genio alemán **el silogismo práctico aristotélico** recibe el nombre de **esquema lógico de inferencia práctica**. El alcance epistemológico de estas ideas: *aristotélica, hegeliana, hermenéutica y constructivista* quedó casi en el olvido, solo fue retomada por algunos pensadores de diferentes tendencias filosóficas, que enfatizaron su valor para la determinación de las diferencias cualitativas entre los métodos científicos naturales y sociales, a través de la distinción de los términos: **explicación** y **comprensión**, es decir, *concepto* y *noción*, explicación vs. implicación (Ardoino, Jacques., 1991), considerados estos expresión de la esencia de los métodos propios de cada tipo de ciencia, fundados, preferentemente, los primeros en las **causalidades** y los segundos en las **finalidades**, es decir, en los *sentidos* y las *significaciones* del sujeto (Ardoino, Jacques, 1997, pág. 7) Esta es una polémica que ha permanecido en la sombra, debido a las controversias neopositivistas sobre la esencia, demarcación y métodos de las ciencias, pero ya, afortunadamente, en las últimas dos décadas ha reverdecido, especialmente, entre los cultores del *Constructivismo* y la *Hermenéutica*. De hecho, la interpretación dialéctica de la relación entre estos conceptos es clave para la vindicación de la legitimidad de las ciencias sociales y del proceso de integración del saber, desde la perspectiva de la transdisciplinariedad y de los avances epistemológicos y metodológicos de la *Revolución Contemporánea del Saber*. Al parecer ya hoy se reconoce que esa bizantina polémica debe ser superada, pues: “La comprensión y la explicación se han visto desde la época de W. Dilthey como contrapuestas, considerándose la primera como modo de aprehensión de los objetos de las ciencias sociales y humanísticas, y la segunda como modo de aprehensión de los objetos de las ciencias naturales, en este sentido, la comprensión es un proceso para la determinación de los significados y sentidos, a diferencia de la explicación que se refiere a hechos y relaciones causales, sin embargo es necesario precisar que ambas se dan en unidad dialéctica tanto en las ciencias naturales, sociales y humanísticas” (Matos Hernández, Eneida, Fuentes González, Homero, Montoya Rivera, Jorge, 2007, págs. 16-17) Una visión similar, de espíritu dialéctico, sobre la **noción de comprensión** enfatiza que: “Comprender significa aprehender los aspectos psíquicos humanos en lo que refiere a sus dimensiones espirituales, comprender es una situación empática a través de la cual el sujeto puede llegar a imaginar cómo se vivencian determinadas situaciones o cómo se significan hechos donde el hombre es protagonista” (Bar, Anibal, 2001, pág. 6) En la historia del conocimiento esta idea se han desarrollado desde diversas perspectivas epistemológicas: (Dilthey, Wilhelm, 1900/1976), (Bachelard, Gastón, 1932/1999), (Bachelard, Gastón, 1934/1981), (Bachelard, Gastón, 1961/1978), (Braithwaite, R.B., 1953/1965), (Gadamer, Hans Georg, 1958/1977), (Gadamer, Hans Georg, 1981), (Gadamer, Hans Georg, 1995), (Anscombe, Gertrude Elizabeth Margaret, 1957/1991), (Bourdieu, Pierre, Chamboredon, Jean-Claude, Passeon, Jean-Claude, 1971/1976), (Bourdieu, Pierre, 1984), (Bourdieu, Pierre, 1986), (Bourdieu, Pierre, 1995), (Bourdieu, Pierre, 1996), (Heidegger, Martin, 1971), (Heidegger, Martin, 1974), (Bateson, Gregory, 1972/1993), (Bateson, Gregory, 1993), (Merleau-Ponty, M., 1975), (Ricoeur, P., 1975), (Ricoeur, P., 1988), (Morín, Edgar, 1981), (Morín, Edgar, 1983), (Morín, Edgar, 1984), (Morín, Edgar, 1986), (Morín, Edgar, 1994a), (Morín, Edgar, 1998), (Morín, Edgar, 2003), (Schlanger, J., 1983), (Maturana, Humberto y Varela, Francisco, 1990), (Maturana, Humberto, 1995), (Maturana, Humberto, 1997a), (Maturana, Humberto, 1997b), (Van Dijk, Teun, 1992), (Von Wright, Georg Henrik, 1994, págs. 305-342), (Fox Keller, Evelyn, 1994), (García Cuadrado, Amparo, 1995), (Martínez Miguélez, Miguel, 1996), (Ardoino, Jacques, 1997), (Salazar, Diego Rodrigo, 1997), (Lotman, Y.M., 1999), (Bar, Anibal, 2001)
15. **Emergencia:** Esta noción sobre la aparición de nuevas propiedades tiene un seminal fundamento en la genial sentencia aristotélica de que “... el todo es algo más que la simple suma de las partes”. De hecho, “... la ciencia occidental no tuvo en cuenta ni - menos aún - desarrolló el contenido profundo que esta frase encierra; así, los problemas que ella contiene, en lugar de ser resueltos, se negaron o se soslayaron” (Martínez Miguélez, Miguel, 1996, pág. 24), Hoy esta definición está siendo reinterpretada, pues se asume que de las relaciones de las partes del sistema *emergen cualidades y propiedades nuevas* que lo enriquecen. Es cierto que *Aristóteles* no utilizó esta terminología pero con la suya explicó genialmente este mismo proceso. En los libros cuarto y quinto de su obra *Metafísica* dedica más de un centenar de páginas para hablar sobre la dialéctica del Todo y la Parte. Entre sus avanzadas reflexiones, que enriquecen la tesis central de su Holismo, se destaca la siguiente: “... se llama todo o conjunto, porque es una unidad resultante de muchas partes integrantes, sobre todo cuando éstas partes existen en potencia, y algunas veces también cuando existen en acto” (Aristóteles, 2005a, pág. 127) Una interpretación avanzada del *Holismo aristotélico* y su valor para las teorías generales de sistemas, aparece en: (Bueno, Gustavo, 1993a, págs. 127-274) Aunque existieron todos esos antecedentes los impulsos decisivos en el estudio del fenómeno de la **emergencia de propiedades cualitativamente nuevas** en los *sistemas complejos* se intensificaron en los inicios del siglo XX. Por ello, hay autores que dicen que: “... the idea of

- emergence blossomed in the 1920's with contributions from C. Lloyd Morgan, C. D. Broad, Samuel Alexander, Henri Bergson, Alfred North Whitehead, and Arthur O. Lovejoy*" (Abel, David, L., 2009, pág. 2) Varios autores han profundizado en el concepto de **emergencia** y en su ejemplificación en los sistemas vivos (Lewin, Roger, 1992), (Bak, Per, 1996), (Solé, Ricard; et. al., 1996), (Altshuler, O. Ramos, C. Martínez, L. E. Flores y C. Noda, 2001), (Sumpter, Phil, 2006), (Detrain, and J.L. Deneubourg, 2006), (Altshuler, Ernesto, et. al., 2006a), (Altshuler, Ernesto, 2009), (D'Angelo Hernández, Ovidio, 2009), (Martínez Álvarez, Fidel, 2010a), (Martínez Álvarez, Fidel, 2010e)
16. **Postmodernismo vs. Modernidad:** muchos autores consideran que la *Modernidad* es esa larga época histórica que tiene sus orígenes en el Renacimiento y se extiende todavía hasta hoy. Es la reflexión del hombre sobre "lo terrenal" y "lo humano", desde la génesis del modo capitalista de producción y la correspondiente mirada del hombre hacia sí mismo. Se caracteriza por una racionalidad o espiritualidad occidental fundada en la ciencia y sus mitos y cánones (Martínez Álvarez, Fidel, 2002), (Martínez Álvarez, Fidel, 2006a) *"La realidad, para ese espíritu occidental, es espacio y tiempo a dominar, conquistar, disponer, transformar e intervenir, y los usos de la razón para tal empeño serían la formalización, la sistematización, la experimentación, la contrastación empírica, la crítica especializada. Es este espíritu de vocación racionalista el que va a cualificar a la modernidad europea capitalista y sus procesos de expansión (cultural y social) progresiva sobre sí misma, y más allá también de sus fronteras en su imperialista empresa de dominación del mundo"* (Rabelo, Paul, 1998a, pág. 427) Para el estudio de **los antecedentes históricos y teóricos** de la crítica a **los mitos de la Modernidad** y del **Postmodernismo** como su contracorriente se puede consultar la obra de investigadores de las más disímiles culturas, corrientes de pensamiento y áreas de conocimientos: (Bertalanffy, Ludwig Von, 1950), (Bertalanffy, Ludwig Von, 1968/1976), (Bertalanffy, Ludwig Von, C.G. Hempel, R.E. Bass y H. Jonas, 1951), (Snow, Charles Percy, 1959/1977), (Putnam, Hilary, 1962/1989), (Foucault, Michel, 1970), (Foucault, Michel, 1977), (Foucault, Michel, 1981), (Toffler, Alvin, 1973/1998), (Toffler, Alvin, 1980), (Feyerabend, Paul K., 1975/1981), (Feyerabend, Paul K., 1993), (Feyerabend, Paul K., 1995), (Thuillier, Pierre, 1975), (Thuillier, Pierre, 1977), (Thuillier, Pierre, 1983), (Thuillier, Pierre, 1990), (Thuillier, Pierre, 1992), (Gadamer, Hans Georg, 1981), (Hayles, Katherine, 1993), (Lyotard, J.F., 1994), (Mitcham Carl, 1995), (Luhmann, Niklas, 1995a), (Luhmann, Niklas, 1999f), (Acosta, Matos, Eliades, 1995), (Rabelo, Paul, 1995), (Rabelo, Paul, 1996), (Rabelo, Paul, 1998a), (Rabelo, Paul, 1998b), (Cilliers, P., 1998), (Lash, Scott, 1997), (Báez, Roa, Jorge, 1997), (Buela, Alberto, 1997), (Hargreaves, Andy, 1998), (Margot, Jean Paul, 1999), (Fuentes, Juan Francisco, 2000), (Cano, Lidia, 2000a), (Cano, Lidia, 2000b), (Munné, Frederic, 2001b), (Martínez Álvarez, Fidel, 2006a), (Navarro, Desiderio, 2007)
17. **Principio hologramático y Análisis por unidades:** el estudio de la realidad no solo es válido realizarlo desde la perspectiva disciplinar que la simplifica, partiendo del **análisis detallado de sus elementos constitutivos** (desde sus partes, lo cual es necesario, pero insuficiente), sino que exige también elevarse a la perspectiva integradora del **análisis por unidades**, que se base en el estudio de las interrelaciones de las partes que permite descubrir las **propiedades emergentes** del **todo**, lo cual solo se logra desde la perspectiva del trabajo inter y transdisciplinario, porque se aprehenden los patrones y regularidades que revelan la **dimensión hologramática** de la realidad. Es decir, se debe comprender como **Sínolon**, en el sentido que le asignó Aristóteles, que significa **totalidad atributiva enriquecida por las relaciones de las partes**. A la vez, presupone la relación inversa de cómo las partes contienen en síntesis la información del todo, como *otra de las propiedades de las partes* que se presuponen en lo que hoy se conoce, desde la *perspectiva de la complejidad* y de la *geometría fractal*, como **principio hologramático**. (Morín, Edgar, 1994), (Mandelbrot, Benoit, 1997) Ya hoy se han realizado atinadas críticas al **ideal clásico reduccionista de la ciencia** desde la **perspectiva holística e interdisciplinaria** que proporciona el estudio de la realidad por las unidades, pues permite más la integración del saber que su fragmentación y aislamiento. La confirmación de esta idea está en la historia de la ciencia. Por ejemplo, en los inicios del siglo XIX (1811) en la Química se definió a la *molécula* (el italiano *Amadeo Avogadro*) como la unidad estructural básica de las sustancias químicas, luego a mediados de ese mismo siglo (1858) en la Biología la *célula*, un poco de tiempo después (1867) en la Economía política *Carlos Marx* define a la *mercancía* como la célula de la sociedad capitalista, además, en el paso del siglo XIX al XX el *átomo* se establece como el centro de los estudios en la Física, mientras que en las primeras décadas del pasado siglo *Charles Sanders Peirce* y *F. de Saussure* consideraron, desde dos perspectivas concomitantes: *semiótica* y *lingüística* al *signo* como la unidad de análisis de ambas especialidades. Lo mismo sucedió con la psico-pedagogía a mediados del siglo XX cuando L.S. Vigotski propuso al *significado* como la unidad de la *relación pensamiento – lenguaje*. Hoy tiene gran interés epistemológico el estudio de la evolución de las disciplinas científicas y sus interrelaciones, pues *"... el tránsito del análisis por elementos al análisis por unidades, es un proceso de transformación en la metodología de la ciencia que ha conducido a disminuir las distancias entre las disciplinas, al extremo de in-disciplinarlas. Indisciplinarlas, porque de un lado, ha permitido la profundización del conocimiento en disímiles campos del saber, y por otro lado, ha favorecido la caída de las fronteras disciplinarias, y las distintas unidades de análisis han devenido campos transdisciplinarios"* (Rodríguez Marisy, Abel, 2009) Entre los autores que, directa o indirectamente, han tratado el tema de la evolución de la ciencia están: Popper, K., 1962, 1982, 1985, Kedrov, B.M., 1974, 1976, 1984, Kopnin, P.V., 1980, Morín, E., 1981, 1983, 1984, Ilienkov, E.V., 1984a, Bueno, G., 1992, 1993, Moriello, S., 2004, 2006, Fontenla, J.L., 2008.
18. **Clasificación hegeliana de los Juicios:** poco se conoce sobre las encomiables valoraciones de *Marx*, *Engels* y *Lenin* este singular aporte de Hegel a la Lógica. Concretamente, *Federico Engels* utilizó esta clasificación para explicar el proceso de surgimiento y desarrollo de las leyes científicas. Primero expone como *Hegel* clasifica los juicios:

- *positivo.*
- 1.- Existencia** - *negativo.*
- *indefinido.*
- *singular.*
- 2.- Reflexión** - *particular.*
- *universal.*
- *categorico.*
- 3.- Necesidad** - *hipotético.*
- *disyuntivo.*
- *asertorio (asertivo)*
- 4.- Concepto** - *problemático.*
- *apodictico.*

Aquí se resumen las reflexiones ingeniosas de *Engels* sobre esta clasificación hegeliana mediante un ejemplo sobre la manera en que el hombre estudió, durante toda la historia, **la forma física del movimiento**:

El hombre primero llegó a la conclusión de que:

1. "El frotamiento es una fuente de calor".

(juicio de existencia positivo)

Más adelante en el tiempo se logró afirmar que:

2. "Todo movimiento mecánico puede trocarse en calor mediante la fricción".

(juicio de reflexión universal).

Y, por último, gracias al desarrollo de la física moderna, se descubrió una regularidad universal:

3. "Toda forma de movimiento puede y debe, en condiciones determinadas para cada caso, convertirse, directa o indirectamente en otra forma de movimiento cualquiera".

(juicio de concepto apodictico, la forma superior de la Lógica)

La Clasificación hegeliana de los juicios tiene un valor inestimable para el desarrollo de la Filosofía y la Ciencia, sin embargo, ha sido poco divulgada. En verdad, esta clasificación es una de las mayores conquistas del pensamiento filosófico y aunque los clásicos del Marxismo le prestaron especial atención todavía hoy su real valor metodológico es prácticamente desconocido, subestimado u olvidado entre los propios filósofos, así que entre los científicos la situación es peor. Para complementar este análisis sobre las clasificaciones de los juicios, es preciso analizar la propuesta de filósofo soviético *P.V. Kopnin*, la cual se realiza atendiendo a varios criterios, pues el juicio puede clasificarse también por: su contenido, función y formas de expresarse (Hegel, G.W.F., 1974b, págs. 551-584), (Engels, Federico., 1979, págs. 188-190), (Kopnin, P.V., 1980, págs. 203-204)

19. **Criticalidad** es una propiedad o estadio de cambio radical y cualitativo que se produce con mucha frecuencia en la realidad. Varias investigaciones más recientes han confirmado los trabajos iniciados por el físico danés Per Bak sobre la "criticalidad auto-organizada". Los sistemas complejos al llegar a un punto crítico, producido por una serie de pequeñas variaciones, modifican el sistema hacia un nuevo estado cualitativo, algo que hoy se denomina: "el borde del caos". (Bak, Per, 1996) Precisamente, el **número de Reynolds** fue la antesala de las confirmaciones científicas concretas de las leyes de la concepción dialéctica hegeliana y se expresó en la fórmula: $N_R = \frac{\rho v D}{\eta}$

Leyenda: ρ representa la densidad del fluido, η es el coeficiente de viscosidad, v la velocidad media del fluido por el tubo y D el diámetro del mismo.

En fin, durante casi todo el siglo XX los científicos estuvieron confirmando con ejemplos cotidianos la ley dialéctica sistematizada por Hegel de transición de los cambios cualitativos en cualitativos y viceversa (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005, pág. 40)

21. **Tradiciones en los Estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología:** en un lamentable espíritu hegemónico occidental se afirma que existen solo **dos tradiciones** en el **Movimiento CTS**, pero ya muchos autores reconocen la existencia de otras:
 - **Europea,**
 - **Norteamericana.**

Aunque es verdad que han ejercido gran influencia en el desarrollo contemporáneo de los **Estudios CTS**, otras tradiciones han sido olvidadas y obviadas intencionalmente, por ejemplo:

 - **Ex-socialista:** en la URSS, Alemania, Checoslovaquia, Polonia, Bulgaria y otros países del Campo socialista, desde donde se han recibido fructíferas contribuciones a los estudios sociales sobre la ciencia (Cienciología), así como en las esferas de la sociología, ética, historia y lógica de la ciencia, etc. Este movimiento exsocialista se puede dividir en dos tendencias:
 - a) **Los estudios cienciológicos**, representados por soviéticos y socialistas de Europa oriental, entre ellos se destacaron: I. Borichevski, B. Hessen, S.R. Mikúlski, G. Kröber, R. Richta, C. Shvedosvki, etc. (Figaredo Curiel, Francisco, 2002)
 - b) **Los estudios sobre los problemas filosóficos de las ciencias particulares.** M.B. Kedrov, T. Pavlov, V. Sadovski, P. Gaidenko, Stiopin, Fedosiev, Meliujin, Kedrovski y otros.

- **Latinoamericana:** ya es un hecho reconocido que en **América Latina** existen las bases de una **nueva tradición en los Estudios CTS**, la cual ha apuntado como tendencia hacia **la problemática del desarrollo** como tema central que condiciona los más agudos debates entre los profesionales dedicados a los estudios de la ciencia y la tecnología.
- **Asiática:** a su vez, en otras latitudes del mundo, por ejemplo en **Asia**, se pueden encontrar valiosas contribuciones al Movimiento CTS y entre los países que se destacan están Australia y Nueva Zelanda, en los cuales los programas de desarrollo de la Educación en ciencia y tecnología tienen gran difusión y alcance social. En Australia son evidentes las influencias de los estudios históricos y sociológicos de la ciencia desarrollados por la tradición inglesa. Tampoco se debe olvidar que en Nueva Zelanda vivió sus últimos años Karl Popper y sus obras fueron difundidas por George Basalla y otros especialistas de renombre. El desarrollo de los estudios CTS en Asia es considerable, de lo que se trata es que las fuentes de información sobre aquella realidad no están todavía a nuestro pleno alcance. Además, en la rica cultura científico-tecnológica de los países del Oriente: Japón, China y los denominados tigres asiáticos (Corea, Taiwán, Hong Kong, Singapur, Malasia, Indonesia, Tailandia, etc.), se han realizado significativos aportes. Es muy lamentable que todavía hoy textos tan útiles como los del historiador de la ciencia inglés **Joseph Needham** no estén al alcance del pueblo cubano, pues *“... muchas de las cosas que el mundo moderno asume como algo poco menos que natural –desde el papel, los relojes mecánicos y la fabricación del acero hasta la porcelana, los arneses para los caballos y la extracción y utilización del petróleo y del gas natural- tienen su origen en China. Durante siglos esos y otros inventos y realizaciones propios del genio científico y técnico de los chinos permanecieron sumidos en el olvido o en la oscuridad de la ignorancia. Por fortuna, en los últimos años se ha empezado a tener una idea clara y precisa de esa formidable inventiva. Ello se debe en gran parte a uno de los esfuerzos intelectuales más notables del siglo: la vasta y original labor de investigación del Dr. Joseph Needham, de la Universidad de Cambridge (R.U.), que ha dedicado más de medio siglo a estudiar la historia de la ciencia y la tecnologías chinas”* (Temple, Robert, 1988), (Needham, Joseph, 1984), Varios autores han enfatizado estas ideas: (González García, Matha Inés, et. al., 1997, págs. 49-69), (Fuller, Steve, 2001, págs. 71-98), (Martínez Álvarez, Fidel, 2000), (Martínez Álvarez, Fidel, 1999), (Figaredo Curiel, Francisco, 2002, págs. 16-41)

22. Etapas de la Institucionalización de la Ciencia: la evolución de la ciencia se puede dividir en:

- **Ciencia amateur (1600-1800).** se caracteriza por que los científicos, regularmente aislados y fuera de las universidades, se dedicaban de manera espontánea a esa actividad, pues tenían otras ocupaciones y tareas, es decir, no eran profesionales de la ciencia. Sus medios fundamentales de comunicación eran los libros y las cartas, así como que se autodenominaban filósofos naturales y no científicos. Sus actividades, salvo excepciones, no tenían relación ni con el gobierno ni con la industria. En esos tiempos se organizaron las primeras asociaciones científicas tales como: la Royal Society de Londres y la Academia de Ciencias de París.
- **Ciencia académica (1800-1940).** en este largo período se establece la actividad el científico como una ocupación profesional orientada a la especialización, expresada en estructuras disciplinares rígidas concentrada en las Universidades, en las cuales se desarrolla una formación investigativa apoyada por fondos públicos, aunque en sus inicios no estaba compulsada por demandas políticas, luego, en los años de las dos guerras mundiales, se le exige a la ciencia y la tecnología responder a los intereses políticos y militares del Estado imperante. No obstante, a ello en las dos terceras partes de la etapa predominó su relativa autonomía (existió cierto espíritu autocrático y sólo en raras ocasiones existía compulsión política para investigar). También quedó como un prejuicio el cientificismo basado en la denominada neutralidad ideológica. En las últimas décadas de este período se desarrolló la superación para lograr la excelencia a través del grado científico de Doctor. Además, se le dio un giro a la investigación en función de la producción. A principios del siglo XX se establece un nuevo paradigma de organización del trabajo (el taylorismo). Además, se desarrolla vertiginosamente el consumismo y la comercialización, fenómenos que incorporaron en la producción las ciencias sociales y en especial la sociología aplicada. Durante la mayor parte de este período histórico se perpetuó el prejuicio de la santificada “búsqueda de la verdad” aparentemente alejada de otros valores e intereses, predominando la ideología cientificista. Con el siglo XX la ciencia comienza a vincularse con la industria (militar predominantemente) y se crean las primeras instituciones estatales para la difusión y desarrollo de la ciencia y la técnica.
- **Ciencia Industrial o profesional (1940-hasta hoy).** caracterizan esta etapa los megaproyectos financiados delirantemente por el Estado y las empresas transnacionales (Big Science), grandes equipos multidisciplinarios, papel especial de los expertos y asesores a nivel de gobierno, creciente *burocracia* (Toffler, Alvin, 1973/1998, págs. 101-103), que genera estrategias y políticas de gestión de innovación tecnológica. Se establecen en las Universidades políticas de capacitación en gestión de la ciencia y la tecnología inicialmente en facultades de ingeniería y luego en humanidades. Hasta la década de los ochenta predomina el modelo lineal de desarrollo: Ciencia + Tecnología = progreso económico = desarrollo social, fundado en el optimismo ingenuo, perpetuado con los éxitos de la postguerra. De hecho, también se establece el prejuicio del primado del burocrático (anti-democrático) criterio de expertos en la toma de decisiones, basado en el paradigma difundido por Vannevar Bush, de los famosos Consejos asesores (Núñez, Jover, J., 1999d, p. 69) Hasta hoy se han consolidado poderosas estructuras burocráticas y las más diversas instituciones científico-tecnológicas y productivas. Por tanto, se manifiestan contradicciones en la selección de las áreas de investigación, pues aunque regularmente son los científicos los que las definen, en no pocas ocasiones son demandadas por el Estado, los políticos y

- los magnates de las transnacionales con sus intereses económicos e ideológicos. Las ideas básicas de esta periodización fueron tomadas de diferentes autores: Rose, H., Rose, S., 1972, 1980, 1982, Woolgar, S., 1991, p. 30-31, Mitcham, C., 1995, p. 15-16, González García, M.I., et. al., 1996, Núñez Jover, J., 1998b, p. 5-10, 1999d, p. 63-69, 1999e, 47-49.
- 23. Estudios de Género, Ciencia y Tecnología:** se han desarrollado con fuerza desde la década de los años ochenta. El rescate de la presencia de la mujer en la ciencia es el centro de los estudios históricos de género, pero también otras temáticas están siendo privilegiadas. Entre las autoras que más han difundido estas investigaciones se destacan: Keller, E.F., 1983a y b, 1989, 1992, Rossiter, M., 1984, Bleier, R., 1984, 1986, Birke, L., 1986, Harding, S., 1986, 1987a y b, 1991, Rosser, S.V., 1986, Abir-Am, P.G. y D. Outram, 1989, Schiebinger, L., 1989, 1993, Van Verken, M., Hernández Zubizarreta, I., 1989, Haraway, D., 1989, 1991, Jaggar, A.M. y S.R. Bordo, 1989, Merchant, C., 1989, Tuana, N., 1989, Jacobus, M., E. F. Keller y S. Shuttlesworth, 1990, Stolke-Heiskanen, V., 1991, Code, L., 1991, Wajcman, J., 1991, Alic, M., 1991, Rose, H., 1994, Hormigón, M., Ausejo, E., 1996, Longino, H.E., 1996, Clair, R., 1996, González García, M.I., et. al., 1996, 1997, Longino, H.E., 1997, Nelson, L.H. y J. Nelson, 1996, Sánchez, A., 2001, Eco, U., 2004, Casado Ruiz de Lóizaga, M.J., 2006, Sobel, D., 2006.
- 24. Modelos y Clasificaciones del desarrollo de las teorías científicas:** se han realizado varias **clasificaciones y ordenamiento de modelos, concepciones y corrientes sobre la ciencia**, especialmente, a partir de la denominada *reacción postempirista*. **Imre Lakatos** clasifica las teorías científicas en **cuatro grupos o tendencias** de interpretación: 1) *inductivismo*, 2) *convencionalismo*, 3) *falsacionismo*, 4) *metodología de los programas de investigación* (Lakatos, Imre, 1974, págs. 13-37) La clasificación ya mencionada de **Gustavo Bueno**, quien considera que han existido **cuatro enfoques**: 1) *descripcionismo*, 2) *teoreticismo*, 3) *adecuacionismo*, 4) *materialismo gnoseológico o circularismo* (Bueno, Gustavo, 1992, págs. 61-96), (Bueno, Gustavo, 1995a, págs. 19-36) Además, **Michel Callon** propone una clasificación con sus **cuatro Modelos**: 1) *La ciencia como conocimiento racional*, 2) *como competición*, 3) *como práctica socio-cultural*, 4) *como traducción extendida*. A su vez, caracteriza **cuatro tendencias dentro del primer Modelo**: 1) *realistas* (Putnam, H., 1978), 2) *positivistas* (Carnap, H., 1936/1937), 3) *pragmatistas* (Laudan, L., 1990), 4) *relativistas* (Feyerabend, Paul K., 1975/1981) En otros momentos de su artículo Michel Callon proporciona ordenamientos muy atinados de varios autores según otras temáticas dentro de los *Estudios CTS* (Callon, Michel, 2001, págs. 29-30) Otros autores han sistematizado varios modelos y teorías sobre el conocimiento científico: Brown, H.I., 1987, Pérez Ransanz, A.R., Olivé, L., 1989, Lowy, M., 1991, Bueno, G., 1992, 1993, Losee, J., 1994, Issa, J., et. al., 1994, López Cerezo, J.A., et. al., 1994a, 1996, 1999a, 1999b, 1999d, 2001, Vessuri, H., 1994, Echevarría, J., 1989, 1995, Mardones, J.M., Ursúa, N., 1995, Follari, R., 2000, Fuller, S., 2001, Martínez Miguélez, M., 1996, 1998b, 2002, 2006, Vázquez Alonso, Á., et. al., 2003.
- 25. Fuentes de la Teoría de la Red de Actores:** de diferentes fuentes han bebido los fundadores de esta teoría, tales como: *estructuralismo francés, hermenéutica, pragmatismo, neokantismo, constructivismo* y, en menor grado, del *marxismo*, así como de otros pensadores difíciles de ubicar dentro de alguna escuela o corriente de pensamiento. Husserl, E., 1913, Bachelard, G., 1934, Fleck, L., 1935, Merton, R., 1938, Dewey, J., 1946, Popper, K.R., 1945, 1972, W.V.O. Quine, 1953, Toulmin, S., 1953, Braithwaite, R.B., 1953, Ellul, J., 1954, Polanyi, M., 1958, Hanson, R., 1958, (Snow, Charles Percy, 1959/1977), Marcson, S., 1960, Kuhn, T., 1962, Putnam, H., 1962, 1987, Kornhauser, W., 1962, Bernal, J.D., 1964, Hanstrom, N.W.O., 1966, Price, D.J., 1967, Cotgrove S & Box, S., 1970, Masterman, M., 1970, Bourdieu, P., 1971, Ravenz, J.R., 1971, Crane, D., 1972, Mulkay, M., 1972, Gastón, J., 1973, Granovetter, M.S., 1973, Lakatos, I., 1974, Hesse, M., 1974, Berlin, I., 1974, Althusser, L., 1974 (1985), (Feyerabend, Paul K., 1975/1981), Foucault, M., 1977, (Martínez Álvarez, Fidel, Proenza Rodríguez, Reinaldo, 2010c)
- 26. Fundadores y cultores de la Teoría de la Red de Actores:** *Harold Garfinkel*, 1967 (padre de la *Etnometodología*), *Barnes, B.*, 1971, 1977, 1979, 1980, 1982, 1986, 1993, 1997, *Collins, H.M.*, 1974, & *Pinch, T.*, 1979, 1985, 1992, *Callon, M.*, 1975, 1981, 1986, 1987, 1997, 2001, *Bloor, D.*, 1976, *Deleuze G.* y *Guattari, F.*, 1976, *Latour, B.*, 1977, 1979, 1981, 1983, 1987, *Woolgar S.* (& *Latour, B.*), 1979, *Woolgar, S.*, 1986, 1991, *Shapin, S.*, 1979, (& *Barnes, B.*) 1979, 1982, (& *Schaffer, S.*) 1985, 1992, *Mackenzie, D.A.*, 1981, *Knorr-Cetina, K.D.*, 1981, (& *Mulkay, M.*, 1983), *Knorr-Cetina, K.D.*, 1992, 1999, *Harré*, 1981, *Hacking, I.*, 1981, 1983, 1992, *Lynch, M.*, 1982, *Pickering, A.*, 1984, 1990, 1992, 1995, *Ackermann, R.*, 1985, *Law, J.* (& *Callon, M.* & *Rip, A.*), 1986a, 1986b, 1991, 1993, *Shin, Un-chol*, 1986, *Bijker, W.*, & *Hughes, T.P.* & *Pinch, T.*, 1987, *Bijker, W.*, 1991, *Batens y Van Bendegem*, 1988, *Franklin, A.*, 1986, 1990, 1993, *Galison, P.*, 1987, *Gooding, D.*, 1989, 1990, *Gooding, D.*, et. al., 1989, 1990, *Fine, et al.*, 1991, *Longino*, 1990, *Nicles*, 1992, *Buchwald*, 1993, 1995, *Jasanoff, S.*, et. al., 1995, entre otros. Para profundizar sobre esta teoría ver: (Martínez Álvarez, Fidel, Proenza Rodríguez, Reinaldo, 2010c)
- 27. Ideas generales y principios de la Teoría de la Red de Actores:**
- La tesis central de que *la actividad tecno-científica es un multifacético fenómeno social y, por tanto, el conocimiento es socialmente construido*.
 - La idea de que para comprender *la esencia de la producción científica* es indispensable realizar *un estudio sociológico empírico* de las interioridades de la *actividad de los científicos* en sus laboratorios y demás instituciones, así como revelar *sus interacciones con el entorno social* (abrir la *caja negra* de la ciencia).
 - Para conocer *los verdaderos objetivos, intereses e intenciones de todos los actores*, se precisa estudiar la dinámica de las *redes (rizomas) de actantes (entes humanos y no humanos)*.

- El *carácter dinámico, interdependiente y auto-constructivo* de las estructuras científicas y sociales (formas internas y externas de organización social), así como de los *actantes* y sus conexiones *en redes o rizomas*.
 - El *principio de simetría* (monismo), que sugiere “*superar las dicotomías*” entre *naturaleza-sociedad, lo cognitivo - lo social, lo micro - lo macro* en el entorno social, así como *lo humano - lo no humano*. Este principio tiene como base epistemológica un *constructivismo relativista*, que pretende evitar los enfoques reduccionistas.
 - El *principio de reflexividad*, el cual consiste en la necesaria *noción individual, colectiva y social de auto-valoración* de la propia actividad de los científicos *para considerar sus impactos, tanto beneficiosos como perjudiciales*. También se comprende como la *autoconsciencia de la necesidad de la aplicación del enfoque o teoría de los científicos a su propia actividad cotidiana e investigativa* en su contexto concreto, como vía para su confirmación, validación práctica o auto-refutación y sustitución o mejoramiento (Ibáñez, Jesús. (coord.), 1990), (Navarro, Pablo, 1997).
 - El *poder manipulador y transformador* de la actividad científico-tecnológica.
 - En la ciencia se utilizan *conceptos y traducciones*, que explican los nexos entre los *enunciados y los actores* (Latour, Bruno, 1983, 1999, Callon, Michel, 2001) y sirven de *base metodológica para interpretar* los intereses y fines de *los actores en contextos científicos y sociales concretos* (Barnes, Barry. Bloor, David, 1997)
 - El estudio de las *cotroversias científicas y los conflictos sociales*, son necesarios para lograr el *consenso o acuerdos entre los actores sociales* y estos a su vez son indispensables para poder desarrollar de forma duradera a la sociedad.
 - Su *propuesta metodológica* utiliza un grupo de *conceptos y procedimientos (puntos de pasos obligatorios)* en la dinámica de la red de actores (Martínez Álvarez, Fidel, Proenza Rodríguez, Reinaldo, 2010c)
- 28. Estudios concretos de la Teoría de la Red de Actores:**
- a) Estudios *sociológicos* de instituciones y fenómenos tecno-científicos: (laboratorios: Latour, B. y S. Woolgar, 1979, S. Woolgar, 1991, John Law, 1994, enfermedades: Mol, 2002, sistemas de transporte: Latour, B., 1996a, mercados: Callon, M., 1998, fabricación de aviones de combate: Law, J., 2002, relación Tecnociencia – Sociedad: Bijker W & Law, J., 1994, Latour, B., 1996b).
 - b) Estudios sobre los fundamentos *filosóficos*: (Law J., & Hassard, J., 1999, Callon, M., 2001, Law J., & Mol, A., 2002, Law, J., 2004, Latour, B., 2005).
 - c) Análisis de los *procesos cognitivos* (Suchman, L., 1987, Hutchins, E., 1995, Latour, B., 2001)
 - d) Estudios *socio-políticos* (Law, J., 1991, Latour, J., 2004, Latour B. & Weibel, 2005).
 - e) Estudios *sobre el Arte*: (Hennion, A., 2001, Latour B., & Weibel, 2002)
 - f) *Metodologías cualitativas etnográficas*: (Callon, M., & Law J. & Rip, 1986, Callon, M. & Courtial, J.P. & Penan, H., 1995, Latour, B. & Mauguin & Teil, 1992 con sus Gráficos socio-técnicos, etc.). Una síntesis sobre estos estudios aparece en: Sánchez-Criado, T., 2006.
- 29. Educación CTS:** (Snow, Charles Percy, 1959/1977), Gallagher, J.J., 1971, Hurd, P.D., 1975, Spiegel-Rosing, I., Price, D., 1977, Rip, A., 1979, Ziman, J., 1980, Holford, D., 1982, (Fensham, P.J., 1985), (Fensham, P.J. (Ed.), 1988a), (Fensham, P.J., 1988b), (Fensham, P.J., 1992), (Bauer, H.H., 1990), Acevedo Pineda, E.B., 1992, 1993, 1996, 1994, 1995, 1996, 1998, (Fensham, P.J., Gardner, P.L., 1994), Layton, D., 1994, Mardones, J.M., Ursúa, N., 1995, (Fensham, P.J. (ed.), 1996), (Solomon, J., 1996), Hoyos, G., 1998, (Ursúa, Nicanor, 1999), (Caamaño, A., Vilches, A., 2001), (Martín Gordillo, Mariano, López Cerezo, José Antonio, 2002a), Vázquez Alonso, Á., et. al., 2002, Vilches, A. y C. Furió, 2004, (Acevedo Díaz, J.A., 2005), (Acevedo Pineda, Elsa Beatriz, Núñez Jover, Jorge, 2006) Hoy en Cuba ya existe una amplia sistematización y endogenización de sus aportes en cuanto a sus fundamentos políticos, éticos y pedagógicos (organizativo-curriculares) preferentemente. Entre otros autores se destacan: Rizo Rabelo, N., Morales, Calatayud, M., 1998, 2001, (Núñez Jover, Jorge, 1999a), (Núñez Jover, Jorge, 1999c), (López Bombino, Luis, 1999b), (Martínez Álvarez, Fidel, 2000), (Martínez Álvarez, Fidel, 2002), (Martínez Álvarez, Fidel, 2004a), Figaredo Curiel, F., 2002, Bosque, J., 2002, Macías Llanes, M.E., 2006a, (Núñez Jover, Jorge; Macías Llanes, María Elena, (comp.), 2008a), (Núñez Jover, Jorge, 2008b), (García Palacios, E.M, González Galbarte, et. al., 2001), (Morales Calatayud, Marianela, 2001), Martínez Ungo, I., 2001, (Figaredo Curiel, Francisco, 2002), Bosque, J., 2002: Matías González, A., 2002, Valdés, P., Valdés, R., 2002, Márquez Lizaro, R., 2005, Macías Llanes, M.E., 2006a, p. 8-19, (Rizo Rabelo, Noemí, 2007) Sin embargo, en cuanto al estudio de *los fundamentos epistemológicos de la Educación CTS* hay muy pocas contribuciones, por ello el objetivo de esta tesis se dirige a esta impostergable demanda.
- 30. Desactualización de la Educación:** (Snow, Charles Percy, 1959/1977), Crane, D., 1972, Bateson, G., 1972, Price, D.J.S., 1973, 1980, (Toffler, Alvin, 1973/1998), (Bunge, Mario, 1991), (Bunge, Mario, 2004), Max-Neef, M., 1993, Capra, F., 1996, Martínez Miguélez, M., 1996, 1999b, 2001c,d, 2006, 2009, López Cerezo, J.A., 1994a, 1999c, Martínez Álvarez, F., 2000, 2009, (Aguilar Sot, Juan Francisco, 2001), Delgado Díaz, C., 2002a,b,c, 2004a,b,c, 2006, 2009a, 2009b, Diegoli, S., 2003, 2004, Cáceres, C., Cristi, O., 2003, 2007, González Casanova, P., 2004, Salazar, D., 2004, García Batista, G., 2004, (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005), Espina Prieto, M., 2005, 2007, Oliva Figueroa, I., 2006, 2007, 2008.
- 31. Filosofía de la Educación:** es una de las denominadas *filosofías centradas*, a la manera de la Filosofía de la Ciencia y de la Filosofía de la Tecnología. Por la incuestionable necesidad e importancia de estudios filosóficos específicos sobre fenómenos sociales tan complejos como los que son objeto de la Educación, de la Ciencia y de la Tecnología, es que tienen tanta legitimidad y reconocimiento sociales estas hibridaciones teóricas. Un análisis muy juicioso y detallado de estas necesarias

- mixturas e integraciones de saberes aparece en: (Bueno, Gustavo, 1995b) Desde hace medio siglo varios autores han sistematizados sus fundamentos: (Filzpatrick, E.A., 1958), (Lipman, Mathew, 1992), (Fullat, Octavi, 1993), (Osorio, I. y Weinstein, L. (eds.), 1993), (Elizalde, A., 1993), (Zemelman, H., 1993), (Castellanos Simons, Beatriz, 1998a), (López Hurtado, Josefina, 2000), (Blanco Pérez, Antonio, et. al., 2003), (Martínez Llantada, Marta, et. al., 2002), (Viega Fernández, J., 2002), (Delgado Díaz, Carlos, 2002a), (Delgado Díaz, Carlos, 2006b), (Chávez Rodríguez, Justo, 1999), (Chávez Rodríguez, Justo, 2003), (Chávez Rodríguez, Justo, 2008), (Miranda Hernández, Olga, 2004), (Ramos Serpa, Gerardo, 2005), (Soto, María Hilda, 2001), (Muñiz Areces, Ana Ibis, 2008)
- 32. Los peligros de la Ciencia y la Tecnología:** el *lado oscuro, riesgos, amenazas, crisis, vicios y mitos* que se han generado por y en la ciencia y la filosofía, han sido criticados y denunciados por varios autores, en unas épocas más que en otras, especialmente, en tiempos de crisis teóricas, lo cual ha generado agudas polémicas, denominadas de diferentes maneras: *guerras en la ciencia, imposturas intelectuales, fraudes*, etc. Entre los autores que han revelado y polemizado sobre esos fenómenos se destacan: (Snow, Charles, Percy, 1959/1977), (Kuhn, Thomas Samuel, 1962/2000), (Feyerabend, Paul K., 1975/1981), (Feyerabend, Paul K., 1995), (Thuillier, Pierre, 1975), (Thuillier, Pierre, 1977), (Thuillier, Pierre, 1981), (Thuillier, Pierre, 1983), (Thuillier, Pierre, 1990), (Thuillier, Pierre, 1992), (Demo, Pedro, 1985), (Bunge, Mario, 1989), (Bunge, Mario, 1990), (Bunge, Mario, 1991), (Sokal, Alan, 1996), (Sokal, Ala, Bricmont, Jean, 1999), (Jurdant, B., 1998), (Follari, Roberto, 2000), (De la Peña, José Antonio, 2001)
- 33. Los nuevos paradigmas en la esfera de la Salud:** hoy en este sector se está presentando *una peculiar paradoja teórico-práctica*, pues la creciente presencia de *alta tecnología* en los centros de salud en el país, exige aprovechar los avances epistemológicos y metodológicos que proporciona el *Enfoque transdisciplinario de la Complejidad*, indispensable para mejorar la calidad del diagnóstico, la predicción y el tratamiento. Sin embargo, *muchos profesionales de esta esfera desconocen las ideas y el lenguaje de la Complejidad* (Lógica borrosa, Imaginología fractal, Dinámica no lineal de fluidos, topológico funcional, Autómatas celulares, etc.) que están incorporados en esas *tecnologías de punta*. De manera que se precisa *acelerar el proceso de divulgación* de estos *Estudios*, para que los profesionales del sector se apropien de este transdisciplinario enfoque. La literatura disponible en Internet (especialmente en inglés) es muy abundante gracias a las infinitas aplicaciones de los enfoques no lineales que en el mundo se desarrollan en la salud. Desde hace ya tres décadas autores extranjeros, y, más recientemente, autores cubanos han enfatizado la necesidad de introducir los *nuevos paradigmas en salud*, así como de sus consiguientes aplicaciones: Kushi, M., 1979, Páez, D. et al., 1985, Gleick, J., 1988, Goldberger, A.L., et. al., 1990, Colin, D., Catherine, B., 1990, May, R.M., 1991, Stewart, I., 1991, Álvarez, T.A., 1992, Núñez Jover, J., 1995, Sotolongo Codina, P.L., 1995, 1997, Gadamer, H.G., 1996, Figueroa, P. y H. Fuenzalida, 1996, Acosta Sarriego, J., 1997, Andreu, C., De Echave, J., Buena-Casal, G., 1998, Imbert, G., 1998, Fernández-Abascal, E.G. y Palmero, F., 1999, Cruz Oñoz, E., 2000, Martín Gordillo, M., 2000, Martínez Miguélez, M., 2002, Pickett, R.B., Kennedy, M.M., 2003a, b, Prieto, D., 2003, Resik Habib, P., 2003, Ramis Andalia, R., 2004, Ortiz Hernández, E., 2005, Najmánovich, D. y Lennie, V., 2005c, Díaz Mastellari, M., 2003, 2005, 2006, Stermán, J.D., 2006, Toledo Amador, A., Escobar, M.A., Ortiz Hernández, E., 2007, Martínez Álvarez, F., Barranco Pedraza, L., Molina Fuentes, I., 2007c, De Savigny, D., A., Taghreed, 2009.
- 34. Relación Filosofía – Ciencia – Complejidad y la Tradición dialéctica:** esta importante temática ya se está tratando cada vez más desde las perspectivas de los paradigmas emergentes y, especialmente, en un creciente contrapunteo con la *Tradición dialéctica*. Desde hace algún tiempo ya se están realizando trabajos que revelan los condicionantes históricos y los aspectos más polémicos (semejanzas y diferencias) entre los avances científicos y los presupuestos filosóficos más establecidos. El aspirante ha elaborado dos trabajos sobre esta controvertida y demandada temática, un artículo y una ponencia sobre los fundamentos filosóficos de la Complejidad (Martínez Álvarez, Fidel, 2007a), (Martínez Álvarez, Fidel, 2008c) Además, ideas similares aparecen en: (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999), (Maldonado, Carlos Eduardo, 2007c), (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Najmánovich, Denise, 2002), (Najmánovich, Denise, 2005a), (Najmánovich, Denise, 2007), (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Delgado Díaz, Carlos, 2002a), (Delgado Díaz, Carlos y Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2004c), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2003), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2004), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007b), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007c), (González Casanova, Pablo, 2004), (Woods, Alan, Ted, Grant, 2005), (Alemany, Ferrán., 2006), (Juarrero, Alicia, 2006), (Juarrero, Alicia, Rubino Carl A., et. al., 2008), entre otros.
- 35. Atractor:** es el *conjunto espacial hacia el cual el sistema evoluciona* después de un tiempo suficientemente largo. Para que el conjunto sea un atractor, las *trayectorias* que le sean suficientemente próximas han de permanecer así incluso si son perturbadas. Geométricamente, un atractor puede ser un *punto*, una *curva*, una *variedad* o incluso un conjunto complicado de estructura *fractal* conocido como *atractor extraño*. La descripción de atractores de sistemas dinámicos caóticos ha sido uno de los grandes logros de la *Teoría del Caos*. Los *atractores son partes del espacio de fases del sistema dinámico*. Hasta los años 60, se creyó que los atractores eran conjuntos geométricos del espacio de fases (puntos, líneas, superficies o volúmenes) y que los conjuntos topológicamente extraños eran frágiles anomalías. *Stephen Smale* demostró que su mapa de *Herradura de caballo* (*herradura de Smale*) era estructuralmente robusta y que su atractor tenía la estructura de un *conjunto de Cantor*. El *punto fijo* y el *ciclo límite* son atractores simples. Cuando los conjuntos son complicados de describir, no es más que un *atractor extraño*. Entre los autores que más han desarrollado *los estudios sobre los atractores* están: (Gleick, James, 1988), (Atlan, Henri, 1990), (Briggs, J. y Peat, F.D., 1990), (Carreras, A., Escorihuela, J. L. y Requejo, A., 1990), (Ruelle, David,

- 1991), (García Velarde, M., Chacón García, R. y Cuadros Blázquez, F., 1991), (Lewin, Roger, 1992), (Lewin, Roger, 1995), (Hayles, Katherine, 1993), (Hacking, Ian, 1994), (Hacking, Ian, 1995), (Martín, Miguel Ángel, et. al., 1995), (Alonso, A.; De la Fuente, J.R.; et. al., 1996), (Escohotado, A., 2000), (Panyella Roses, Magi, 2002)
36. **Caos**, desde el pensamiento griego antiguo, se ha contrapuesto directamente al concepto de **Cosmos** (Orden o Armonía), es decir, se ha asumido como **Desorden**. Sin embargo, hoy las definiciones científicas de **Caos** subrayan también otras propiedades que deben poseer los fenómenos para que se les pueda calificar de **caóticos**. Por ejemplo, se refiere a **un determinado régimen del sistema** que se expresa como: “... *soluciones de sistemas dinámicos no lineales deterministas que oscilan aleatoriamente, con una oscilación irregular y aperiódica, y donde se tiene una gran sensibilidad a las condiciones iniciales, lo que lleva a la imposibilidad de la previsión del comportamiento a grandes tiempos*” (Casaubon, J.I., 2001, pág. 9) En verdad, desde varias décadas antes, se había demostrado con ejemplos prácticos **el carácter no-lineal y caótico** del comportamiento de algunos sistemas, especialmente en la dinámica de los fluidos. Un caso muy ilustrativo es la famosa **Ecuación de Navier-Stokes**, la cual se refiere a propiedades aparentemente simples de los fluidos, tales como: “... *velocidad, presión, densidad y viscosidad, pero son no-lineales. Por ello, resulta a menudo imposible precisar la índole de esas relaciones... es como recorrer un laberinto cuyas paredes cambien de posición a medida que se avanza*” (Gleick, James, 1988, pág. 32)
37. **Principio del orden en el Caos**: es clave, porque constituye una idea rectora que revela la esencia de la *Teoría del Caos*, que luego sería enfatizada de diferentes maneras por todas las demás teorías y enfoques que revelan la necesidad de una concepción dialéctica sobre el comportamiento de los sistemas complejos. No se debe confundir las nociones de Caos y Complejidad, pues la primera ha sido una premisa histórica de la segunda. Desde el pensamiento griego antiguo la noción de Caos se ha contrapuesto directamente a la noción de *Cosmos* (Orden o Armonía), es decir, se ha asumido como *Desorden*. De las ideas generales expuestas por *Edward Lorenz* y sus seguidores sobre los sistemas caóticos se han sintetizado esas propiedades que hoy pueden calificarse de principios. Otras definiciones enfatizan más unas u otras propiedades y principios, pero la mayoría subrayan las seis (6) propiedades referidas en el texto (Navarro Cid, José, 2001, págs. 77-79) En esencia, las ideas de *Lorenz* se resumen en la tesis de que “... *el caos derivado de la dinámica no lineal no es un caos absoluto. De entre la infinidad de soluciones virtualmente posibles, el sistema muestra predilección por un grupo reducido de ellas, es atraído por ellas... los atractores... atraen hacia sí al conjunto de estados posibles, haciendo que el sistema se estabilice en torno suyo*” (Sanz, Bernardino Esteban, 2002, pág. 2)
38. **Teorías de Sistemas**: tienen sus antecedentes en las ideas de muchos precursores desde el Holismo de la cultura oriental antigua y de la filosofía clásica griega (en especial *Aristóteles*). Se destacan también algunas concepciones de otros pensadores en la Época Moderna, pero indiscutibles precursores fueron los filósofos *Jorge Guillermo Federico Hegel* (1770-1831) y *Edmund Husserl* (1857-1938), quienes desarrollaron desde la perspectiva dialéctica sendas teorías holísticas. A su vez, significativas contribuciones realizó el *Marxismo*. Las obras de *Bertalanffy* relacionadas con la TGS son: *An outline of General Systems Theory*. British Journal of Philosophy of Science. 1 (2) de 1950, *Teoría general de los sistemas: un nuevo enfoque hacia la unidad de la ciencia*, en coautoría con C.G. Hempel, R.E. Bass y H. Jonas de 1951, así como su popular *Teoría General de Sistemas* de 1968. En trabajos de otros contemporáneos de *Bertalanffy* se pueden encontrar ideas avanzadas sobre el estudio de los sistemas sociales, por ejemplo en las obras de *T. Parsons* (1937, 1951), así como, en especial en el ámbito de la Economía política, en el manual de *Vilfredo Pareto* (1945). De hecho, antes de 1968 cuando todavía la obra de *Bertalanffy* *Teoría general de los sistemas* no estaba terminada para publicar, dos discípulos suyos *Mesarovic* y *Schwarz* realizaron una intensa labor de divulgación de sus ideas. A su vez, otros seguidores de la TGS han sido: *Anatol Rapoport*, que la aplica a estudios sociológicos, *W. Boguslaw* (*Los nuevos utopistas*, 1965) y *W. Churchman* (*Filosofía y ciencia de los sistemas*, 1968) Así también, un especial enriquecedor de la obra de *Bertalanffy* ha sido *Erwin Laszlo*, que ha tratado de aplicar la TGS a varias investigaciones inter y transdisciplinarias (Laszlo, Erwin, 1988), (Laszlo, Erwin, 1995) En el último medio siglo, las ideas de *Bertalanffy* han tenido muchos más seguidores que detractores. Eso evidencia que la TGS ha demostrado su indiscutible valor metodológico en el proceso de integración del saber, al cual asistimos hoy. De manera que merece especial atención aquellas ideas de *Bertalanffy* que han sido confirmadas y enriquecidas por otras disciplinas y áreas nuevas del conocimiento.
39. **Sistema**: se refiere a una *entidad relativamente autónoma* que, como *conjunto de elementos interrelacionados entre sí*, deviene en algo más que la simple suma de las partes gracias a la *emergencia de propiedades* cualitativamente nuevas, que garantizan su *identidad, estructura, funcionamiento, sinergia y robustez adaptativa*, mediante el *equilibrio dinámico* con respecto a las *micro, medio y macro escalas del entorno* (contexto de sistemas y subsistemas) en los que está anidado y con los cuales intercambia *sustancia, energía, información y sentido*, como premisas para su *auto-organización y sostenibilidad*. A su vez, para el enriquecimiento de la **noción de sistema** se precisa reconocer que está conformado por “... *un conjunto de partes que: 1) mantienen determinadas relaciones entre sí; 2) que puede ser distinguido dentro del medio circundante (tiene identidad), aunque sus límites con el medio no estén bien definidos o sean difusos; 3) que realiza determinadas funciones propias del conjunto que lo caracteriza, es decir, que las partes por sí solas no pueden realizar esas funciones y, 4) que la realización de dichas funciones le permite al sistema alcanzar determinados objetivos o fines necesarios para su existencia y sobrevivencia*” (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, págs. 83-84) Además, se debe tomar en consideración, desde

diferentes teorías y concepciones, otros principios, conceptos y propiedades, vinculados directa o indirectamente a ella, entre los cuales están: *orden, caos, no linealidad, incertidumbre, inestabilidad, retro-alimentación, criticalidad, ruptura de simetría, estabilidad estructural, estructuras disipativas, red-rizoma, auto-poiesis, auto-referencia*, etc. (Bertalanffy, Ludwig Von, 1950), (Bertalanffy, Ludwig Von, C.G. Hempel, R.E. Bass y H. Jonas, 1951), (Bertalanffy, Ludwig Von, 1968/1976), (Bertalanffy, Ludwig Von; et. al., 1981), (Cuckley, Walter, 1977), (Haken, Hermann, 1981), (Haken, Hermann, 1983), (Haken, Hermann, 1987), (Maturana, Humberto y Varela, Francisco, 1990), (Gleick, James, 1988), (Van Gigch, J.P., 1987), (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a), (García Cuadrado, Amparo, 1995), (Capra, Fritjof, 1996), (Arnold Cathalifaud, Marcelo; Osorio, Francisco, 1998), (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998), (Herrscher, Enrique G., 2003), (Herrscher, Enrique, 2005a), (Herrscher, Enrique, 2007), (González Casanova, Pablo, 2004), (Francois, Charles, ed., 2004), (Francois, Charles, 2009), entre otros.

40. **Enfoque sistémico:** es el enfoque que considera global u holísticamente al sistema como un proceso complejo. Tiene un conjunto de *principios y conceptos* creados por *Bertalanffy* y desarrollados por sus continuadores. Hoy con cierta frecuencia no se utilizan adecuadamente sus ideas esenciales, incluso se tergiversan. Imposturas de esa naturaleza vulgarizan y retrasan la aplicación de las novedades científicas. Se hace impostergable continuar la vindicación crítica de la obra de *Bertalanffy*. Como prueba inequívoca de la enorme influencia de las ideas de *Bertalanffy* y sus seguidores que cultivan el *enfoque sistémico* hoy existe la *International Society for the Systems Science*, la cual promueve estudios y aplicaciones en todos ámbitos de la vida social. No obstante, todavía está pendiente una consecuente reinterpretación de la TGS desde los avances epistemológicos de los *Estudios de la Complejidad*. Afortunadamente, en la Habana en el cierre del Evento Complejidad'2010 el Presidente honorífico de la Cátedra de Complejidad de la Habana el Doctor *Pedro Luís Sotolongo* sostuvo un fructífero intercambio con el Ex-Presidente de la *International Society for the Systems Science* y Profesor honorífico de la Universidad de Buenos Aires el Doctor *Enrique Herrscher*, de manera que se ha iniciado un alentador acercamiento entre ambas tradiciones de pensamiento. Para estudiar con más detenimiento el *enfoque sistémico* se deben consultar los trabajos de: (Bertalanffy, Ludwig Von, 1950), (Bertalanffy, Ludwig Von, C.G. Hempel, R.E. Bass y H. Jonas, 1951), (Bertalanffy, Ludwig Von, 1968/1976), (Bertalanffy, Ludwig Von; et. al., 1981), (Forrester, J.W., 1968), (Cuckley, Walter, 1977), (Haken, Hermann, 1981), (Haken, Hermann, 1983), (Haken, Hermann, 1987), (Maturana, Humberto y Varela, Francisco, 1990), (Gleick, James, 1988), (Van Gigch, J.P., 1987), (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a), (García Cuadrado, Amparo, 1995), (Capra, Fritjof, 1996), (Arnold Cathalifaud, Marcelo; Osorio, Francisco, 1998), (Hidalgo Tuñón, Alberto, et. al., 1998), (Herrscher, Enrique G., 2003), (Herrscher, Enrique, 2005a), (Herrscher, Enrique, 2007), (González Casanova, Pablo, 2004), (Francois, Charles, ed., 2004), (Francois, Charles, 2009), entre otros..
41. **Tipos de sistemas:** es poco conocida la clasificación realizada por **Kenneth Ewart Boulding**:
 - Estructuras estáticas.
 - Sistemas dinámicos simples.
 - Sistemas cibernéticos de autocontrol (con termostatos, etc.)
 - Sistemas abiertos o de estructuras auto-sostenidas.
 - Sistemas genéticos de las plantas (con división del trabajo y cooperación de las células)
 - Sistemas genéticos animales que procesan información y se auto-organizan.
 - Sistemas humanos (lenguaje simbólico, autonomía auto-referente y consciente)
 - Sistemas organizacionales (red de actores en contextos socio-culturales concretos)
 - Sistemas transcendentales como: futuristas, alternativos, utópicos, virtuales, emergentes, etc. (Boulding, Kenneth Ewart, 1974), (González Casanova, Pablo, 2004, págs. 53-55). Desde la concepción de Federico Engels sobre el movimiento se pueden clasificar los sistemas según los niveles de complejidad: mecánico, físico, biológico y social (Engels, Federico, 1979, págs. 1, 8, 20, 41, 47, 49, 200), (Franco, Raimundo; Dieterich, Heinz, 1998, págs. 83-89)
42. **Enfoque holístico-gnoseológico:** el filósofo español *Gustavo Bueno* considera que los avances más notables sobre la construcción de una *Teoría sobre Sistemas* o sobre las *totalidades* se han logrado no tanto desde la ciencia (como intentó hacer Bertalanffy), sino desde la filosofía, como *enfoque holístico-gnoseológico* elemento central de su *Teoría del Cierre categorial*, que por antonomasia se ocupa de la universalidad del saber, como conocimiento de segundo grado, es decir, como conocimiento sobre las regularidades que se pueden generalizar (en síntesis) del saber particular que proporcionan las ciencias. La Filosofía, según Bueno, desde Aristóteles, pasando Kant y llegando a Hegel, tiene como objeto de estudio las propias ciencias y sus *sistemas categoriales*, que son totalidades. Desde esa perspectiva Bueno hace su propuesta gnoseológica o *Teoría holótica* (según su propia terminología), apoyándose en la rica historia de la filosofía y de la ciencia. En concreto, en su obra realiza una sistemática ejemplificación sobre el uso indistinto de los conceptos de *todo* y *parte* en las ciencias naturales y sociales, así como en las matemáticas. Además, utiliza para ello las avanzadas obras de varios científicos que estudian los fenómenos no-lineales en los sistemas dinámicos complejos (Bertalanffy, Prigogine, Mandelbrot, etc.) Sin embargo, lo más interesante de la teoría holística de Gustavo Bueno radica en su exigencia de definir mejor el concepto de *Todo*, retomando los conceptos aristotélicos de *Holón* y *Sínonon*, así como partiendo de *tres postulados básicos* para la comprensión de su naturaleza dialéctica:
 - Postulado de *corporiedad* (Relación Todo – Holón -Sínonon)

- Postulado de *multiplicidad* (Borrosidad de los límites entre el sistema y el entorno)
- Postulado de *recursividad* (Causa – Efecto y su no linealidad)

Además, tiene un gran valor metodológico su clasificación, desde el punto de vista lógico-dialéctico, de los *tipos de totalidades*, tales como:

- Totalidades *distributivas* (unidad *isológica* - *Holón*) y totalidades *atributivas* (unidad *sinológica* - *Sínolon*).
- Totalidades *absolutas* y Totalidades *efectivas*.
- Totalidades *sistáticas* y Totalidades *sistemáticas*.
- Totalidades *homeoméricas* y Totalidades *holoméricas*.

La caracterización de todos estos conceptos y su correspondiente ejemplificación en las ciencias aparece en: (Bueno, Gustavo, 1993a, págs. 126-205)

43. **Estudios sobre la Auto-organización:** es evidente que en el último medio siglo han sido muy importantes los avances en la comprensión del proceso de la *auto-organización* en los sistemas complejos, tanto en sus formas biológica, como social. Por ello, hoy se pueden hacer algunas aproximaciones a los conceptos involucrados con este proceso. Algunos autores destacan más unas propiedades y aspectos que otros, cuando intentan hacer definiciones y aproximaciones teóricas de sistematización. Aunque ya existen algunas definiciones del concepto de *auto-organización* se puede tomar como punto de partida para esta reflexión la noción de que “... la Auto-organización es el proceso de reordenamiento estructural y funcional de los sistemas complejos, a partir de la emergencia de propiedades nuevas, como expresión de su consecuente adaptación a las perturbaciones del entorno. Es un proceso que solo puede ser descrito utilizando un arsenal de principios y conceptos que aún están en incipiente construcción teórica y creciente confirmación práctica” (Martínez Álvarez, Fidel, 2010a, pág. 19) Entre los autores que más se han destacado en el estudio de este tema, con diferentes matices y grados de aplicabilidad, están: Cannon, W., 1932, Bourdieu, P., 1971, 1984, 1986, 1995, 1996, (Eigen, Manfred, 1971), (Eigen, Manfred; Winkler R., 1975), (Eigen, Manfred; Schuster P., 1979), Bateson, G., 1972, 1979, 1984, 1992, 1993a, b, Maturana, H., Varela, F., 1975, 1980, 1984, 1990, 1994, 1995, 1996, 1997a,b,c, Capra, F., 1975, 1982, 1996, 2002, Haken, H., 1981, 1983, 1987, 2006, Luhmann, N., 1982, 1991, 1992, 1993, 1995a, b, 1996a, b, 1998a, b, 1999a, b, c, d, e, f, g, Giddens, A., 1982, 1987, 1997, 1998, Morín, E., 1983, 1984, 1990, 1999b, Ibáñez, J., 1985, 1988, 1990, 1994, Ulrich, H., Probst, G., 1984, Morgan, G., 1986, Rodríguez, D., 1987, Burian, R. M., Richardson R. C., 1990, Navarro, P., 1990, 1994, 1997, 1998, Dupuy, J. P., 1993, Alberch, P., 1994, Mingers, J., 1994, Prigogine, I., Nicolis, G., 1994, p. 6-15, Bechtel, W., 1994, Von Krogh, Roos, J., 1995, Prusak, L., 1997, Sotolongo Codina, P.L., 1997, 2000, 2002, 2003, 2007a,b,c,d, Goodwin, B., 1998, Torres Nafarrete, J., 1998, Ruiz, A.B, 1998, Mathews, M., White, M., Long, R., 1999, Arnold Cathalifaud, M., Robles, F., 2000a, b, Delgado Díaz, C., 2000b, 2004a, 2009, Navarro Cid, J., 2001, Gibert Galassi, J., Correa, B., 2001, Casaubon, J.I., 2001, Castro Sáez, B., 2001, Sanz, B.E., 2002, Andrade, R., et. al., 2002, Reig Mullor, J., González Carbonell, J.F., 2002, Balbi, J., 2002, Castrodeza, C., 2002, Mejía Navarrete, J., 2002, (Panyella Roses, Magi, 2002), (Vildosola Reyes, Luis, 2003), (Diegoli, Samantha, 2003), (Diegoli, Samantha, 2004), Goldstein, J., 2004, Osorio, F., 2004, González Casanova, P., 2004, Cornejo Álvarez, A., 2004, Espina Prieto, M., 2005, 2007, León Del Río, Y., 2007, Maldonado, C.E., 2008, (D'Angelo Hernández, Ovidio, 2008), (D'Angelo Hernández, Ovidio, 2009), García Vergara, M.E., Castellanos Domínguez, O.F. y Monroy Varela, S.E., 2008, Lucas, Ch., 2009, Francois, Ch., 2009, Martínez Miguélez, M., 2009, Rodríguez Marisy, A., 2009, Altshuler, E., 2009, Pérez, A., 2009, Rodríguez Velasco, C., L., 2009, Correa Iglesias, A., 2009, (Martínez Álvarez, Fidel, 2010a), González Velasco, J.M., 2010.
44. **Auto-poiesis:** desde hace ya algún tiempo en la literatura se puede constatar que muchos autores enfatizan el concepto de *auto-poiesis*, para describir los diversos procesos de auto-reproducción, auto-referencialidad, autonomía y sostenibilidad de los sistemas complejos, ubicándolo como uno de los conceptos centrales dentro de las reflexiones sobre la *auto-organización*. Todavía, la madurez epistemológica no ha llegado a un grado suficiente de sistematización que permita distinguir y vincular con rigor metodológico muchos de los conceptos involucrados con los complejos procesos de la *auto-organización*, sin embargo, ya se reconocen varias **propiedades de la auto-poiesis:**
- Es un proceso dinámico (propiedad) de la auto-organización de los sistemas complejos, que se caracteriza por la auto-reproducción estructural y funcional del sistema para elevar su robustez adaptativa y perdurabilidad ante los desequilibrios que generan las fluctuaciones internas y las perturbaciones del entorno.
 - Es un proceso autónomo del sistema para enfatizar su identidad e influencia sobre el entorno.
 - Es auto-referencial, porque utiliza la retroalimentación como base de su proceso de auto-generación, auto-corrección y perfeccionamiento adaptativo, aprovechando las potencialidades y propiedades emergentes que le provee la integración de sus partes en forma de red o rizoma recursivo (estructurado sin jerarquía).
 - Es inherente a un sistema operativamente cerrado o clausurado, pues aunque es abierto al intercambio de sustancia, energía, información o sentido con el entorno, mantiene autonomía en el control de los elementos del sistema que los organiza mediante acciones recursivas que garantizan su constante auto-reflexividad (Navarro, Pablo, 1998).
 - Se mantiene en un equilibrio dinámico (orden en el caos) que asegura la renovación de sus estructuras y funcionamiento con arreglo a sus necesidades de adaptación y progreso (Maturana, Humberto y Varela, Francisco, 1990).
- En esencia, todas estas **propiedades auto-poiéticas** de los procesos de **auto-organización**, propias de los sistemas complejos, consolidan su autonomía, perdurabilidad y sostenibilidad facilitando su desarrollo en el entorno. De aquí el

- indiscutible valor epistemológico y metodológicos para las ciencias sociales que han alcanzado estos estudios. Además, ideas relacionadas con este y otros conceptos cercanos se pueden encontrar en: Maturana, H., Varela, F., 1975, 1980, 1984, 1990, 1994, 1995, 1996, 1997a,b,c, Luhmann, N., 1982, 1991, 1992, 1993, 1995a, b, 1996a, b, 1998a, b, 1999a, b, c, d, e, f, g, Ulrich, H., Probst, G., 1984, Morgan, G., 1986, Mingers, J., 1994, Von Krogh, Roos, J., 1995, Arnold Cathalifaud, M., Robles, F., 1997, 1998a, b, 2000a, b, Gibert Galassi, J., Correa, B., 2001, Andrade, R., et. al., 2002, p. 14-15, Turchin, Peter, 2003, (Martínez Álvarez, Fidel, 2010a, pág. 22), (Martínez Álvarez, Fidel, 2010e), entre otros.
45. **Autómatas celulares:** usualmente, las personas creen que un *autómata celular* se refiere a un artefacto tecnológico de punta inherente a la robótica, pero es, en verdad, un *modelo matemático*, es decir, “... un *autómata celular* es una *cuadrícula rectangular de espacios cuadrados regulares* o «*célula*», parecida a un *tablero de ajedrez*. Cada *célula* puede tomar un *número diferente de valores* y tiene un *determinado número de células vecinas* que pueden influir sobre este hecho. El *patrón* o «*estado*» de toda la *cuadrícula* cambia en *pequeños pasos* según un *conjunto de «reglas de transición»* que se aplican *simultáneamente* a cada *célula*. Los *autómatas celulares* se *presumen completamente deterministas*, si bien, como veremos, pueden ser *introducidos fácilmente en las reglas elementales aleatorias*. Estos *modelos matemáticos* reciben el nombre de «*autómatas*», porque fueron *inventados originariamente por John Von Neumann para construir máquinas auto-replicas*. Si bien tales *máquinas* no llegaron nunca a ser *construidas*, Von Neumann demostró de modo abstracto y elegante que ello era posible (Von Neumann, 1966)” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 126). Desde los años sesenta varios científicos han utilizado este *modelo matemático de redes* para estudiar los fenómenos de la vida y el desarrollo social. Las ideas seminales la aportó Stanislaw Ulam (1909-1984), las cuales fueron desarrolladas por John Von Neumann (1903-1957). Luego, sobresalieron los trabajos de Humberto Maturana y Francisco Varela (1975) sobre la *célula autopoietica* en los procesos de *auto-organización* en los seres vivos. Seguidamente, otros autores, desde diferentes disciplinas, aplicaron los *Autómatas celulares* desarrollando modelos y juegos matemáticos al estudio de diferentes sistemas complejos, incluyendo la evolución de poblaciones, los fenómenos económicos y otros de naturaleza social. Stephen Wolfram y sus colaboradores le están dando un sistemático y prometedor impulso a estos estudios. Para conocer nuevos avances y perspectivas de las *aplicaciones de los Autómatas celulares* en las diferentes esferas de la actividad humana se debe consultar: (Farmer, Doyne, Tomaso, Toffoli, Wolfram, Stephen, 1984), (Gutowitz, Howard (ed.), 1991), (Capra, Fritjof, 1996), (Wolfram, Stephen, 2002), (Ugarte, David, 2009)
46. **Aplicaciones de las matemáticas no-lineales:** si a finales del siglo pasado las *aplicaciones de las herramientas metodológicas de las matemáticas no-lineales* estaban todavía en pañales, hoy ya está creciendo exponencialmente su uso en todas las áreas del conocimiento; por ejemplo, en el estudio de los problemas industrias, automatización, robótica, dinámica de poblaciones, epidemias, problemas de salud, etc. Desde los años setentas del pasado siglo hasta hoy, entre otros, se destacan los trabajos de: Boulding K., 1974, Zadeh, L.A., 1975, 2005, Esogbue, A.O., 1975, Azorín Poch, F., 1976, 1977, Van Kampen, N.G., 1981, Gleick, J., 1988, May, R.M., 1991, Stewart, I., 1991, Murray, J.D., 1993, Woodcock, A., Davis, M., 1994, Chatin, G., 1998, 2001, 2002, Kiel, D. & Elliott, E., 2000, Navarro Cid, J., 2001, Cisneros, C., 2001, Aguilar Sot, J.F., 2001, (Wolfram, Stephen, 2002), (Panyella Roses, Magi, 2002), Reig Mullor, J., González Carbonell, J.F., 2002, Bateson, G., 1993, Alonso, A., De la Fuente, J.R., et. al., 1996, Sotolongo Codina, P.L., 1997, 2000, 2007a, Mathews, M., White, M., Long, R., 1999, Hagget, P., 1999, Watts, D.J., 1999, 2004, Kuperman, M., Abramson, G., 2001a, b, c, Kuperman, M., Zanette, D.H., 2002a, b, Kuperman, M., Goncalves, S., 2002, Kuperman, M., Fuentes, M., Kenkre, V., 2003, Martínez Miguélez, M., 2002, Turchin, P., 2003, Barabasi, A.L., 2002, 2003, Vildosola Reyes, L., 2003, Diegoli, S., 2003, 2004, Prieto, D., 2003, Watts, D.J., 2004, Goldstein, J., 2004, Cornejo Álvarez, A., 2004, Ramis Andalia, R., 2004, Yáñez, F.J., 2005, Ortiz Hernández, E., 2005, 2007, Najmánovich, D. y Lennie, V., 2005c, Maldonado, C.E., 2005b, 2008, Crespo Yáñez, F.J., 2005, Toledo A., A., Escobar, M.A., Ortiz Hernández, E., 2005, 2007, Crespo, Odifreddi, P., 2006, D'Angelo Hernández, O., 2006, 2008, Zellini, P., 2007, Kandasamy V., W.B., Smarandache, F., Ilanthenral, K., 2007, Betancourt, J., et. al., 2007, 2008, Ambroso, J.C., 2008, Altschuler, E., 2009, Rodríguez De Rivera, J., 2009.
47. **Estudios de la Complejidad en las Ciencias Sociales y las Humanidades:** en este campo se han elaborado nuevas hibridaciones terminológicas y conceptuales, que todavía son incipientes, para poder explicar desde la *Perspectiva de la Complejidad* la personalidad, las organizaciones sociales, los procesos de enseñanza-aprendizaje, los sistemas socio-económicos, las artes, etc. Entre los autores que han trabajado en esa dirección están: (Ibáñez, Jesús, 1988), (Ibáñez, Jesús, coord.), 1990), (Ibáñez, Jesús, 1994), (Maturana, Humberto y Varela, Francisco, 1990), (Maturana, Humberto, 1995), (Maturana, Humberto, 1997a), (Luhmann, Niklas, 1991), (Balandier, Georges, 1993), (Dooley, Kevin, Johnson, Timothy, Bush, David, 1995), (Luhmann, Niklas, 1995a), (Luhmann, Niklas, 1995b), (Luhmann, Niklas, 1998a), (Tsonis, Anastasios A., 1992), (Munné, Frederic, 1993), (Munné, Frederic, 1994), (Munné, Frederic, 1995), (Munné, Frederic, 2000), (Munné Frederic, 2001a), (Munné, Frederic, 2001b), (Lipman, Mathew, 1997), (Navarro, Pablo, 1997), (Torres Nafarrete, Javier, 1998), (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999), (Maldonado, Carlos Eduardo. (Ed.), 2007b), (Maldonado, Carlos Eduardo, 2007c), (Maldonado, Carlos, Eduardo, 2008), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2000), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2003), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007a), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007b), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007c), (Navarro Cid, José, 2001), (González Bravo, Luís, 2002), (Romero Pérez, Clara, 2001), (Romero Pérez, Clara, 2008), (Najmánovich, Denise, 2002), (Najmánovich, Denise, 2005a), (Najmánovich, Denise, 2007), (Diegoli, Samantha, 2003), (Diegoli, Samantha, 2004), (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004), (D'Angelo Hernández, Ovidio, 2005), (D'Angelo Hernández, Ovidio, 2008), (D'Angelo Hernández,

Ovidio, 2009), (Altshuler, Ernesto, 2006), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2007a), (León Del Río, Yohanka, 2007), (Rodríguez De Rivera, José, 2008), (Rodríguez De Rivera, José, 2009)

48. **Sistemas complejos adaptativos:** no todos los sistemas complejos son *adaptativos*, por tanto, estos son aquellos *sistemas dinámicos* que se interrelacionan activamente y transforman su *entorno*. Se pueden caracterizar a través de varias *propiedades*: 1) no obstante a que regularmente tienen *alta sensibilidad a los cambios en sus condiciones iniciales*, que 2) su *dinámica* es *caótica* y que 3) son *no-lineales*, 4) presentan tendencia a la *auto-organización*, así también, 5) su *entorno* genera *perturbaciones* que estos sistemas asimilan con *fluctuaciones*, que *amortiguan* o *amplifican* su impacto, 6) para ello estos sistemas se estructuran en *rizomas* (redes no jerárquica), son 7) *diversos, difusos, fractales, hologramáticos, multifacéticos, singulares*, etc., además, están conformado por multitud de 8) *agentes (actantes)* interdependientes (*conectividad*), que 9) se *retroalimentan* sistemáticamente (*masa, energía, información y sentido*), de lo cual resultan las necesarias y radicales 10) *rupturas de simetría* y las correspondientes 11) *propiedades emergentes*, generadoras de 12) los *atractores*, esas áreas o zonas de fuerzas potenciales tan esenciales para su evolución y *auto-organización*; además, 13) son capaces de modificarse y de aprender de la experiencia (*auto-referentes, auto-reflexivos y auto-reproductores*), aprovechando y potenciando 14) su *memoria*, por lo que otros autores le llaman *co-evolutivos o desarrolladores*. Es decir, los *sistemas complejos co-evolutivos o desarrolladores* transforman su entorno y a sí mismo, por lo que adquiere un carácter 15) *auto-poético*, lo que les permite alcanzar 16) *alta robustez adaptativa y sostenibilidad* en su desarrollo. Así también, para conocer mejor la futura evolución de este tipo de *sistema* es necesario realizar *análisis de series de tiempo*, lo cual permite el seguimiento a corto plazo, lo que proporciona información más relacionada con *los detalles, los pequeños cambios y las singularidades* del sistema en su relación con el cambiante entorno. Por tanto, el seguimiento de la evolución de cada sistema permite una mejor y más precisa *predicción*, no exacta, sino *probabilística*, fundada en el análisis de *patrones y tendencias* de carácter *más flexible y cualitativo*. En consecuencia, se hace impostergable comprender la realidad no solo desde esta nueva perspectiva que proporciona el estudio de los sistemas complejos, sino también acelerar el Diálogo de Saberes, para que se haga más viable la búsqueda transdisciplinaria de nuevas, creativas y más eficaces metodologías para encontrar soluciones a los complejos problemas de hoy. Además, hoy se reconoce que son *adaptativos* (co-evolutivos o desarrolladores) entidades como: los *ecosistemas*, el *mercado de valores* y las *organizaciones humanas*, entre otros (Nuño Solinís, Roberto, 2005, pág. 362) De las ideas generales expuestas por *Edward Lorenz* y sus seguidores sobre los sistemas caóticos se han sintetizado esas propiedades que hoy pueden calificarse de principios. Otras definiciones enfatizan más unas u otras nociones y principios, pero la mayoría subrayan las seis (6) propiedades referidas en el texto Un estudio más nítido sobre cada una de las *características de los sistemas caóticos* se puede ver en el resumen de (Navarro Cid, José, 2001, págs. 77-79) Además, otras interpretaciones sobre los *principios, conceptos y nociones de la complejidad* se puede consultar en: (Gleick, James, 1988), (Ruelle, David, 1991), (Waldrop, M., 1992), (Morín, Edgar, 1992), 1994, 1995, 1999, 2008, (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a), (Prigogine, Ilya, 1994b), (Lewin, Roger, 1992), (Lewin, Roger, 1995), (Hacking, Ian, 1994), (Hacking, Ian, 1995), (Capra, Fritjof, 1996), (Alonso, A.; De la Fuente, J.R.; et. al., 1996), (Navarro, Pablo, 1997), (Bar-Yam, Yaneer, 1997), (Bar-Yam, Yaneer, 2000), (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999), 2005b, 2007a y b, 2008, (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2001), 2002, 2005, 2006, 2008, (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Martínez Miguélez, Miguel, 2002), (Prieto, Doris, 2003), (Espina Prieto, Mayra, 2005), (Gallopín, Gilberto, 2008), (Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2009a), entre otros.

49. **Aplicaciones de la Lógica borrosa:**

- El Metro en la ciudad japonesa de Sendai. Desde 1987 es usado un Sistema de control difuso para mantener los trenes rodando rápidamente a lo largo de la ruta, frenando y acelerando suavemente, deslizándose entre las estaciones, parando con precisión sin perder un solo segundo o sacudir fuertemente a los pasajeros. Hay decenas de Metros que ya lo utilizan.
- Los japoneses comenzaron con la Matsushita, pero hoy proliferan las aspiradoras y las lavadoras que utilizan lógica borrosa. La lavadora evalúa la carga y ajusta por sí misma el detergente necesario, la temperatura del agua y el tipo de ciclo, etc. También, otros equipos como el televisor (Sony fue el primero) que automáticamente ajusta contraste, brillo, y tonalidades de color. También la Mitsubishi la aplicó a elevadores, mejorando la eficiencia en el procedimiento manual. Estas tecnologías de manera creciente se generalizan en la vida.
- En la robótica y la industria automotriz, los autos (Nissan fue pionera) poseen transmisión automática y frenos antibloqueo. Así como otras novedades tecnológicas en los autos que aplican la lógica borrosa.
- En gestores y buscadores interactivos en Internet de búsquedas multivariadas inteligentes.
- También se necesita de la lógica borrosa en sistemas complejos, donde es muy difícil o imposible crear un modelo, como en sistemas industriales controlados por expertos humanos de complejas y continuas entradas y salidas.
- Sistemas que usan observaciones humanas como entradas o como reglas básicas, especialmente, en equipamientos médicos de diagnóstico (de Imaginología), ventilación automática asistida para pacientes, etc.
- Sistemas de incertidumbre en las ciencias sociales relativas al comportamiento humano.

Para un estudio más detallado del origen, evolución, fundamentos y las aplicaciones de la **Lógica borrosa** se puede consultar: (Zadeh, Lofti, 1965/1992), (Zadeh, Lofti, 1973a),b, (Zadeh, Lofti, 1973b), (Zadeh, Lofti; Fu, K. S., Tanaka, K., Shimura, M.,

- 1975), (Zadeh, Lofti, 1988), (Zadeh, Lofti, 2005), (Le Faivre, R. A., 1974), (Bezdek, J. G., 1974), (Dunn, J. C., 1974), (Esogbue, A. O., 1975), (Azorín Poch, Francisco, 1976), (Azorín Poch, Francisco, 1977), (Kandel, A., 1974), (Kandel, A. and W.J. Byatt, 1978), (Dubois, D., Prade, H., 1980), (Haack, Susan, 1991), (Kosko, Bart, 1995), (Prieto Marañón, P., San Luis Costas, C., Sánchez, B.A., 1996), (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Martínez, Miguélez, Miguel, 2001b), (Reig Mullor, Javier, González Carbonell, José Francisco, 2002), (Navarro Cid, José, 2001), (Cisneros, César, 2001), (Rivero Jiménez, Jesús., 2003), (Diegoli, Samantha, 2003), (Diegoli, Samantha, 2004), (Crespo, Yáñez, Francisco Javier, 2005), (Gutiérrez Ríos, Julio, 2005), (Corzo, Y., 2006), (Morillas Raya, A., 2006), (Espín, Rafael, 2006), (Kandasamy, Vasanth, W.B., Smarandache, Florentin, Ilanthenral, K., 2007), (Melnichenko, Grigori, 2007), (Jurkovič, F., 2007), (Toledo Amador, Arelis, Escobar, M.A., Ortiz Hernández, E., 2007), (Kantrowitz, M., et al., 2008), (Sampedro, Javier, 2008), (Portuondo Padrón, Roberto; Dámera, Martínez, A., 2010)
50. **Filosofía y Sociología de la Ciencia:** Se han producido cambios importantes en ambas áreas de conocimientos. Entre los autores que han contribuido a ello están: Bouveresse, J., 1977, Rivadulla Rodríguez, A., 1986, Brown, H.I., 1987, Pérez Ransanz, A.R., Olivé, L., 1989, Lowy, M., 1991, Bueno, G., 1992, 1993, Losee, J., 1994, Issa, J., et. al., 1994, López Cerezo, J.A., et. al., 1994a, 1996, 1999a, 1999b, 1999d, 2001, Vessuri, H., 1994, Echevarría, J., 1989, 1995, Mardones, J.M., Ursúa, N., 1995, Follari, R., 2000, Fuller, S., 2001. Martínez Miguélez, M., 1996, 1997, 1998b, 2002, 2006, Callon, M., 2001, Maldonado, C.E., 1999, 2005b, 2007a y b, 2008, Gibert Galassi, J., Correa, B., 1999, 2001, Najmánovich, D., 2002, 2005a, Delgado Díaz, C., 2002a,b,c, 2004a,b,c, 2006, Espina Prieto, M., 2005, 2007, González Casanova, P., 2004, Woods, A., T. Grant, 2005, Sotolongo Codina, P.L., 2003, 2004, 2007a, 2007b y 2007c, Martínez Álvarez, F., et. al., 2008a, 2009a, c.
51. Complejidad: a pesar de que existen decenas de definiciones sobre la complejidad, muchos autores pueden estar de acuerdo en que la **Complejidad**: es un conjunto de propiedades que denotan la condiciones de existencia de la realidad, reveladas en el entramado proceso de interrelaciones entre los **sistemas dinámicos** y su **entorno**, constituyendo **red-rizomas anidadas** en sus micro, media y macro escalas, *alejadas del equilibrio y fluctuando* en un comportamiento de **singular autonomía** y *cierta estabilidad*, pero **no-lineal, caótico, azaroso, borroso, fractal, de retroalimentación, etc.**, gracias a lo cual estos sistemas generan **propiedades emergentes**, que propician su **auto-organización** e incremento de su **robustez adaptativa**, así como la **transformación** del propio entorno. Entre los autores que más han profundizado al respecto se destacan: (Gleick, James, 1988), (Briggs, J. y Peat, F.D., 1990), (Atlan, Henri, 1990), (Sametband, Moisés José, 1991), (Kauffman, Stuart A., 1992), (Langton, Christopher G., 1992), (Lewin, Roger, 1992), (Lewin, Roger, 1995), (Morín, Edgar, 1992), (Morín, Edgar, 1994), (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a), (Munné, Frederic, 1993), (Munné, Frederic, 1994), (Munné, Frederic, 1995), (Clayton, Keith, 1997), (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999), (Maldonado, Carlos Eduardo, 2007c), (Binder, Philippe, 1999), (González Moena, Sergio, 1999, págs. 55-74), (Le Moigne, Jean-Louis (Comp.), 2000), (Bar-Yam, Yaneer, 2000), (Buarque de Holanda Ferreira, Aurelio, 1999), (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2001), (Aguado Terrón, Juan Miguel, Gutiérrez, Juan Antonio, 2002), (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2005), (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2006), (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2008), (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Najmánovich, Denise, 2002), (Diegoli, Samantha, 2003, págs. 14-17), (Ciurana, Emilio Roger, 2003), (CNA Corporation, 2004), (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004), (González Mora, Ania, 2007), (Rodríguez De Rivera, José, 2008), (Gallopín, Gilberto, 2008), (Rodríguez De Rivera, José, 2009), (Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2009a)

ANEXO 2: “Otras reacciones al ideal clásico de la racionalidad científica moderna”.

- **José Martí** (1853-1895) gracias a una preparación multidisciplinaria y enciclopédica pudo realizar profundas reflexiones sobre la relación entre los conocimientos filosófico y científico, pues sentenció: “¿Y las ciencias? Las ciencias confirman lo que el espíritu posee... El espíritu presiente; las creencias ratifican. El espíritu, sumergido en lo abstracto, ve el conjunto; la ciencia, insecteando por lo concreto, no ve más que el detalle” (Martí, José, 1973, pág. 25) En una bella crónica sobre *Edison* (con referencias a otros émulo), realizada por Martí, queda expresada con gran expresividad y ejemplos irrefutables su anticipadora visión humanista, su exigencia de integración interdisciplinaria del saber y su lucha contra el *Mito de las Dos Culturas*. De hecho, Martí se anticipó (1890) con su enfoque cultural e integrador a la lucha que hoy se libra contra la cacareada división entre las ciencias naturales y técnicas por un lado y las humanidades por el otro. Esto además se expresa en su legendaria frase: “Donde yo encuentro poesía mayor es en los libros de ciencia”. (Martí, José, 1895/1975b, pág. 218) Así también, el Apostol nos legó una bella sentencia sobre la Educación, cuando escribió que: “Educar es depositar en cada hombre toda la obra humana que le ha antecedido: es hacer de cada hombre resumen del mundo viviente, hasta el día en que vive: es ponerlo al nivel de su tiempo, para que flote sobre él y no dejarlo debajo de su tiempo con lo que no podrá salir a flote; es preparar al hombre para la vida” (Martí, José, 1883/1975a, pág. 281) La rica obra del Maestro es manantial de sabiduría y cobra mayor vigencia con el paso del tiempo, por ello se exige un examen más profundo y sistemático de su pensamiento, no obstante a los estudios hasta hoy realizados de su obra por una infinidad de autores cubanos y extranjeros.
- **George Simmel** (1858-1918) y **Wilhelm Dilthey** (1833-1911) fundamentan el significado del aspecto psicológico (subjetivo) en el conocimiento (en la misma línea de las ideas de *Protágoras*, *Aristóteles*, *Montaigne*, *Vico*, *Hume*, *Kant*, *Hegel* y del *Marxismo*), ellos enfatizaron la necesidad de reconocer que el conocimiento científico social implica presuponer el estudio de la esfera espiritual, de los pensamientos, sentimientos y motivos que guían la conducta de los hombres que son objeto de la investigación. En verdad, Dilthey con su *Hermenéutica metódica* y siguiendo esa pista aportada por el historiador alemán *Johann Gustav Droysen* (1808-1884), ayudó a esclarecer este problema: “Por oposición a las ciencias de la naturaleza, cuyo modo de conocer los fenómenos naturales es la explicación, Dilthey vio en la comprensión el método propio de las ciencias del espíritu, cuyo objeto abarca la totalidad de los fenómenos humanos” (Fortes Sánchez, Alberto, 2001, pág. 4)
- **Max Weber** (1864-1920) fundamentó una controvertida teoría sobre la objetividad de las ciencias sociales (Lowy, Michael, 1991, págs. 30-43) Ya que Weber continúa también la idea de la reflexión hermenéutica, desarrollada por *Wilhelm Windelband* (1848-1915) en 1894, sobre las denominadas ciencias *nomotéticas* (naturales) y ciencias *ideográficas* (sociales y de la cultura), proponiendo la legitimidad del uso de los métodos propios de ambos tipos de ciencias (Von Wright, Georg Henrik, 1994, pág. 311), (Espina Prieto, Mayra, 2003, pág. 13) Así también Weber critica las posiciones extremas que realizan una distinción absoluta entre estos tipos de saberes. (Weber, Max, 1987, pág. 193)
- **Charles Sanders Peirce** (1839-1914) fue un filósofo norteamericano, nacido en Cambridge, Massachusetts, padre del **pragmatismo**, “... término que inventa y noción que fundamenta en su ensayo “Cómo aclarar nuestras ideas” en 1878, donde enuncia la máxima pragmatista: para comprender el significado de una concepción, esto es, de una palabra o de una expresión, hay que tener en cuenta las consecuencias prácticas que se derivan del hecho de considerarla verdadera, su significado no es nada más que la suma de sus efectos prácticos... Funda esta concepción unitaria de la ciencia, que abarca desde la semiótica hasta la cosmología y la teología, en una teoría del conocimiento o de la ciencia, que llama *falibilismo*” (Cortés Morató, Jordi, Martínez Riu, Antoni., 1999)
- **William James** (1842-1910, fue “... un filósofo y psicólogo norteamericano, nacido en Nueva York, y uno de los fundadores del pragmatismo. Estudió medicina en Harvard... pero se inclinó primero hacia la psicología -introdujo la psicología experimental en EE. UU. y su obra *Principios de psicología* (2 Vols., 1890), basada en la psicofísica de *Fechner*, en *Wundt*, *Darwin* y *Huxley*, fue considerada fundamental-, y luego hacia la filosofía. A su alrededor reunió a un muy notable grupo de filósofos, entre ellos, *George Santayana*” (Cortés Morató, Jordi, Martínez Riu, Antoni., 1999) El valor de la obra de Dewey para el estudio del conocimiento en general y de su arreglo didáctico para la enseñanza en particular, estriba en que fue una manera muy suspicaz de atemperar la psicología y la pedagogía a las demandas prácticas concretas de la formación y desarrollo de la personalidad en el contexto de la creciente industrialización de esa época..
- **John Dewey** (1859-1952), quien ofrece “... la primera resistencia organizada y sistematizada contra *Wundt* y *Titchener* en su posición del estudio de la conciencia por medio de la introspección y de hecho se convierte en la primera corriente psicológica típicamente americana. Su origen está en el artículo “El concepto de arco reflejo en psicología” publicado en 1896” (Valera Alonso, Orlando, 1995, pág. 9) Entre las obras fundamentales de **John Dewey** están: *Psicología* (1887), *La escuela y la sociedad* (1889), *Democracia y Educación* (1916), *La reconstrucción en la filosofía* (1920), *Naturaleza humana y conducta* (1922), *La búsqueda de la certeza* (1929), *El arte como experiencia* (1934), *Lógica: la teoría de la pregunta* (1938) y *Problemas del hombre* (1946). De hecho, el pensamiento filosófico y pedagógico del momento, permeados por el pragmatismo y abocados por las demandas prácticas, apostó por el estudio minucioso del aspecto funcional del proceso cognitivo y subordinar su aspecto estructural. Urgía encontrar la mejor forma para que el individuo aprendiera a adaptarse a la galopante modernización y lograr ser más eficiente (Valera Alonso, Orlando, 1995, pág. 9)

ANEXO 3: “Algunos antecedentes teóricos de la Educación”.

Para una detallada sistematización de los fundamentos teóricos de la Educación en la historia se deben consultar varios textos, pero, en especial, la obra de Frederick Mayer, el libro de Paciano Feroso Estébanez y la tesis doctoral de Isaías Herrera Torres, quienes proporcionan no solo una vasta información sobre los precursores, sino también reflexiones críticas sobre los mitos y prejuicios establecidos, así como un original contrapunteo entre la educación y sus referentes filosóficos e histórico-culturales (Mayer Frederik, 1967), (Feroso Estébanez, Paciano, 1988), (Herrera Torres, Isaías, 2008)

En las culturas orientales se difundió mucho la doctrina educativa china de *Mencio*, referida a la necesidad de cultivar la idea de que “... todos los hombres eran aproximadamente iguales, aunque había variaciones hereditarias, al crecer y madurar un individuo había que desarrollar su naturaleza esencial y lo que llevaría a realizar la plenitud de su ser, era el “camino”, pero la naturaleza del hombre y su camino están enlazados con el universo, se derivan de él y ese orden es la estructura misma del universo” (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 19) En esencia, el sello distintivo de las ideas educativas en las culturas orientales antiguas consistía en que la enseñanza de los jóvenes debía estar fundada en el cultivo de los valores y cánones de la sociedad de castas de su tiempo, enfatizando su relación armoniosa con los referentes naturales universales.

En la Grecia antigua se destacó el movimiento *Sofista*, cultivador de varias ideas pedagógicas avanzadas, en especial, la referida a que “... el que hace sabio a otros es literalmente el que instruye o adoctrina, pero no eran simples divulgadores de doctrinas, sino que al ir de pueblo en pueblo, aprovechaban la especulación que se derivaba de la realidad de las polis para hacer un ejercicio de libertad mental, muy apoyados por el concienzudo aprendizaje oratorio que había realizado. Se dice que los sofistas bajaron la filosofía del cielo a la tierra, al tomar la realidad como el objeto de sus críticas, pues criticaron los mitos, creencias, instituciones, la naturaleza, la sociedad y sus problemas, a la luz de la pura razón humana” (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 23)

En el ámbito de la educación un gran precursor fue sin dudas **Sócrates** (470-399a.C.), ⁽¹⁾ quien creó un ingenioso método para convertir la enseñanza en un arte: la **mayéutica**. Según este proceder lo más apropiado para incitar a los jóvenes hacia el conocimiento, es “... ayudar al alumno a dar a luz sus capacidades, pues en él son despertadas existentes posibilidades, pero no son forzadas desde fuera.” (Jaspers, K., 1959, p. 433) Por tanto, “... el educador no impone autoridad, ni empuja ideas o conocimientos en el discípulo, éste las crea por su propio acto de pensamiento crítico” (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 23) De hecho, esta premonitory visión socrática de la enseñanza tiene hoy una vigencia y valor especial en las actuales condiciones de la irrupción de las tecnologías de la información, pues en las aulas automatizadas de hoy el papel del maestro debe renovarse de manera creativa para no reducirlo a un simple operario. (Arocena, R., 2001, p. 2)

En verdad, la **mayéutica** como método nos alerta que ya no hace falta brindar tanta información, sino dar las claves de orientación heurística al alumno a través de preguntas que promuevan la reflexión. Esta idea ha sido enriquecida por la pedagogía soviética, en especial, por el enfoque histórico cultural de **L.S. Vigotski** (1896-1934), quien propone **la interiorización como medio de conversión de las acciones externas en acciones mentales internas**, fenómeno que se realiza constantemente gracias a la **práctica histórico-social**. ⁽²⁾

Desde las perspectivas renovadoras de los paradigmas emergentes se puede potenciar el actual movimiento pedagógico que hoy impulsan los **procesos educativos desarrolladores**, que tiene su fundamento en la teoría histórico-cultural vigotskiana, la cual potencia el papel activo del propio sujeto, quien en su interacción transformadora con los otros, crea un espacio interactivo, donde se produce la apropiación no solo de la experiencia y conocimientos, sino también de las competencias profesionales y de las capacidades comunicativas según el contexto concreto en que vive.

Desde esta perspectiva el educador debe atender y modelar las interacciones sociales (entorno) para que estas faciliten el desarrollo del sujeto, pero también estas interacciones deben potenciar el papel activo y consciente del propio sujeto. Además, puede contribuir a la aparición de formaciones psicológicas para la auto-conciencia, como la metacognición, la autovaloración y pensamiento autónomo. Desde este enfoque de L.S. Vigostky y sus seguidores, la ayuda del educador debe generar la posibilidad de potenciar **la auto-ayuda del sujeto**, como arquitecto de su propio saber. Entre los autores que han desarrollado la educación desarrolladora en Cuba se destacan: Beatriz y Doris Castellanos, Miguel Llivina, Gloria Fariñas. Josefina López Hurtado, Guillermo Áreas Beatón.

Es un hecho incuestionable que hoy se complementan de manera inédita la concepción histórico-cultural y lo mejor de la tradición pedagógica soviética con las interpretaciones más fructíferas de la *Psico-pedagogía genética* de **Jean Piaget**, ⁽³⁾ y del **Constructivismo**, ⁽⁴⁾ que enfatizan *la naturaleza socialmente construida del proceso cognitivo* y el necesario reconocimiento del *papel protagónico del sujeto* (del educando asistido por el maestro) como arquitecto de su propio saber. Incluso se deben considerar seriamente los prometedores avances de concepciones psico-pedagógicas holísticas e interdisciplinarias, que se centran más en las particularidades y riqueza del educando, superando los vicios generados por la estandarización y categorización escolar e intelectual. Son muy alentadores los avances de los estudios del genial discípulo de **Jerome Bruner**, el psicólogo norteamericano de origen alemán **Howard Gardner** (1935-) y sus seguidores sobre la **Teoría de las Inteligencias múltiples** y sus aplicaciones a la psicología, la pedagogía, la sociología del trabajo, la dirección organizacional, etc., que enfatizan la necesidad del *reconocimiento de la diversidad* y de la *multiplicidad de las inteligencias* para el desarrollo de las potencialidades educativas del individuo en los colectivos humanos (Gardner, H., 1975, 1983, 1988, 1989a, b, 1991, 1993, 1994, 1995a, b, 1999a, b, 2001, Lazear, D.G. 1991, Shelton, L., 1991, Campbell, B., Campbell, L., Dickinson, D., 1992, Brualdi, A. C., 1996, Sternberg, R. J., 1996, Williams, W. M., Blythe, T., White, N., Li, J., Sternberg, R. J., & Gardner, H., 1996, White, J., 1998, Scherer, M., 1999, Kornhaber, M. L., 2001)

Más que nunca perdura y se vigoriza **el mensaje socrático** contenido en su **mayéutica**, pues con la revolución epistemológica que se viene produciendo desde la década prodigiosa del sesenta en general, así como con los avances recientes de la metodología del **proceso enseñanza-aprendizaje** en particular, se enriquece **su espíritu creativo**. En sí, la **reinterpretación del legado de Sócrates**,⁽⁵⁾ significa reconocer que “... el conocimiento, la ciencia, el saber se halla dentro del hombre, y es él, al descubrir su ignorancia, quien ayudado por el maestro realiza la búsqueda de este, es decir, transforma su realidad hasta aproximarse a la verdad” (Andrade, R., et. al., 2002, p. 9).

No obstante a su interpretación mística e idealista de la realidad y del conocimiento, **Platón** hace un significativo aporte a la Gnoseología y las Ciencias de la Educación en general al ser uno de los primeros en la historia en organizar la labor pedagógica desde todo un diseño curricular (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 25), así como introducir el término **anamnesis** (hoy se entiende como proceso de **re-construcción teórica de la realidad**), el cual concretamente sirvió de base para los posteriores desarrollos de las teorías constructivistas y psico-pedagógicas sobre la **metacognición**.⁽⁶⁾

También **Aristóteles** se esforzó por llevar y constatar en la práctica toda su sabiduría, fue maestro de academia, donde se relacionó con ciudadanos comunes, pero también fue mentor de hijos de reyes, contextos diferentes, en los cuales tuvo que hacer sus creativas modificaciones didácticas para perfeccionar sus métodos de enseñanza. Entre sus célebres **frases pedagógicas** se destacan: “... el carácter principal de la ciencia consiste en poder ser transmitida por la enseñanza” (Aristóteles, 2005b, p. 12) Otra dice: “... toda ciencia se adquiere con el auxilio de conocimientos previos, totales y parciales, ya proceda por vía de demostración, ya por definiciones” (Aristóteles, 2005, p. 39). Pero, la siguiente tiene un especial significado dialéctico, pues “La enseñanza no puede tener por fin la enseñanza” (Aristóteles, 2005, p. 245)

Además, como muchos autores han señalado, “... para Aristóteles el principio básico de la educación, es por tanto, la reunión y escrutinio de los hechos, un método inductivo de enseñanza, una búsqueda objetiva de la verdad como fundamento de todas las ciencias. Señalaba que la función esencial del Estado era la educación de los ciudadanos que sería uniforme para todos, universal, que incluía: gimnasia, música, literatura, ciencia y educación moral y no sólo dirigida a la preparación para la guerra, sino también para la vida pacífica y sobre todo para la virtud. Este ideal del filósofo griego fue puesto en práctica, en general, 2000 años después, en los siglos XVI y XVII, en los sistemas nacionales de Alemania y otras naciones europeas” (Herrera Torres, Isaías, 2008, pág. 27)

En la Edad Media ejerció una significativa influencia las ideas de **Casiodoro** (490-583) fundador del **Monasterio como escuela**, desde donde promovió el estudio de todas las culturas como vía para **enriquecer la sabiduría humana** y **llegar a Dios**.⁽⁷⁾ Así también, otro pensador que, a pesar de la represión de la Iglesia, proporcionó ideas valiosas para la comprensión del conocimiento y su enseñanza fue **Anselmo de Canterbury** (1033-1109), quien creó el **slogan** escolástico de la **«fe que busca entender»**, además, propuso **uno de los métodos escolásticos educativos menos conservadores**, al formular sus *teorías sobre el significado y la referencia*, estableciendo el conocido **“argumento ontológico”**, sobre el que discutió luego no sólo la Edad Media, sino también Descartes, Kant, Hegel y los lógicos modernos.

En la denominada etapa de la **Segunda Escolástica** se produce un viraje importante no solo en el pensamiento filosófico y científico, sino en la educación en particular, pues varios hechos históricos permitieron que se desarrollaran, clandestinamente, reinterpretaciones valiosas de los textos filosóficos, científicos y literarios clásicos. Es por ello, que: “El siglo XIII contempla los fracasos de la cristiandad en las últimas cruzadas (siglos V-VIII) y su sustitución por la persecución de cátaros y albigenses, la aparición de las órdenes religiosas de los dominicos de Domingo de Guzmán (1217) y de los franciscanos de Francisco de Asís (1223), la creación de las universidades, que desempeñaron un papel crucial en toda la cultura medieval, pero sobre todo en la filosofía escolástica y el desarrollo del método escolástico de enseñanza” (Cortés Morató, Jordi, Martínez Riu, Antoni., 1999)

Desde la Antigüedad y pasando por la Edad Media las academias primero y las universidades después se constituyeron en **enclaves elitistas de difusión del saber**, que impusieron **estándares de organización escolar jerárquica, paternalista (también machista) y discriminatoria**, lo cual se refleja hasta en los espacios y distribución del mobiliario escolar, pues se tiene un estrado al frente y todo el auditorio dispuesto a escuchar al ponente como **ídolo del teatro**. Así pues, estos autoritarios enclaves no hacen más que enfatizar **el mito del rol protagonista del maestro, subestimando la participación y las capacidades creativas del educando**. Así también, producto de la hegemonía de los dogmas de la Iglesia **la enseñanza era memorística, reproductiva e irreflexiva** (poco creativa)

Poco se conoce sobre la labor pedagógica de varios filósofos de la Modernidad. Por ello tiene un valor muy especial como **Umberto Eco** elogia la manera en que **John Locke** hacía asequible el lenguaje filosófico mediante su didáctica elocuente en las discusiones informales, pues era “... un filósofo que escribía como si estuviera conversando en la sobremesa con sus amigos, culto e instruido, el John Locke del Ensayo sobre el intelecto humano... Tal como en el caso de Aristóteles, léanlo como si Locke estuviera hablando de los discursos actuales, confrontando sus observaciones con la primera página de los diarios y con los debates televisivos de hoy” (Eco, U., 2004, p. 2-3), (Locke, John, 1980).

Conclusiones:

Es preciso reconocer la necesidad de provechar el legado pedagógico de muchos precursores desde la antigüedad y superar a la vez sus limitaciones, mitos y prejuicios establecidos que incluso perduran hasta hoy en la vida académica cubana. Por tanto, se debe reconocer:

1. La necesidad del estudio y reivindicación del legado pedagógico de los *Sofistas*, que cultivaron con elocuencia la lógica, la retórica y la oratoria.
2. El papel de la *mayéutica socrática* para el desarrollo de la educación y de las técnicas avanzadas de hoy, pues la visión socrática enfatiza la participación activa del alumno y concibe al profesor solo como facilitador del proceso, legado enriquecido luego desde diferentes perspectivas filosóficas y pedagógicas, tales como la teoría histórico-cultural de L.S. Vigotski y la pedagogía soviética, así como por Jean Piaget y el Constructivismo.
3. Rescatar la idea socrática de la activación de la *experiencia personal del estudiante* en contextos naturales y en los entornos reales a los que se enfrentará, de manera que se propicie el fructífero vínculo entre teoría y práctica.
4. Debe rescatarse la concepción de *Platón* resumida en su tesis de la *Symploké* (complexus como conexión y desconexión) y su valor para el pensamiento dialéctico-complejo.
5. La tesis platónica de la *anamnesis* como reconstrucción teórica realidad y su valor para el desarrollo de las teorías constructivistas y psico-pedagógicas de avanzada sobre la *metacognición*.
6. El pensamiento griego fomentó la *cultura del diálogo* y del *arte de la discusión* crítica, autocrítica y constructiva entre saberes y profesor-alumno.
7. El reconocimiento de que desde el Medioevo las academias y universidades se constituyeron en **enclaves elitistas** de difusión del saber, además, la organización escolar fue jerárquica, machista, autoritaria y discriminatoria (Herrera Torres, Isaías, 2008, págs. 13, 29-33).
8. En esa época se exageró y se convirtió en mito *el rol protagónico del maestro*, que subestima la participación del educando.
9. También predominó una *enseñanza memorística*, repetitiva e irreflexiva fundada en los dogmas.
10. Varios pensadores de la Modernidad contribuyeron tanto al establecimiento de varios mitos y prejuicios en la educación, como en el fomento de ideas revolucionarias como contracorriente al ideal clásico de racionalidad científica y de su enseñanza.

Notas:

(1) En general, también **las escuelas filosóficas presocráticas griegas** fueron pioneras en la sistematización de ideas sobre la educación, por ejemplo uno de sus precursores fue *Pitágoras*, pues se preocupó por "... cómo enseñar las matemáticas y la astronomía" (Valera Alonso, O., 1999, p. 105) Lamentablemente, no quedaron textos escritos de estos sabios presocráticos, lo que se conoce de ellos son narraciones de historiadores y filósofos posteriores.

(2) Desde esta perspectiva **Vigotski** sugiere que el maestro sea un facilitador, pero no como simplificador, sino como motivador o promotor del proceso auto-cognitivo, solo debe ayudar al alumno a que aprenda a orientarse a partir de las acciones externas (Vigotski, L.S., 1931, 1934, 1984, 1995) Esta genial idea de *Vigotski* fue concretada en una efectiva metodología denominada: *Base Orientadora de la Acción* (BOA), creada por sus discípulos **P.Ya. Galperin** (1902-1988) y **A. V. Zaporozhets** (1905-1981), quienes al caracterizar la actividad cognitiva enfatizan, a la vez, tanto el papel mediador y facilitador del maestro como las potencialidades del carácter activo y metacognitivo del alumno (Galperin, P.Ya., 1979), (Valera Alonso, Orlando, 1995, págs. 24-33), (Cuenca Díaz, Maritza y Rivero Rivero, Melva, 2006)

(3) **Jean Piaget** (1896-1980) psicólogo y pedagogo suizo fue un gran continuador de la *mayéutica* de *Sócrates* y su influencia en la historia del pensamiento ha sido muy grande, en especial, en la aparición de la *Psico-pedagogía genética* y el *constructivismo*, pues desencadenó "... una verdadera revolución psicológica que con justicia podemos denominar *constructivismo postpiagetano* y que el listado de autores, teorizaciones y tecnologías es en la actualidad casi interminable y que por el momento no he considerado en la presente edición. Se inscriben en este listado los nombres de J. Derval, J. Palacios, P. del Río, J.L. Hidalgo, C. Coll, E. Ferreira, C. Kamii, Y. Novak, R. De Vries, L. Kohlberg, R. Shaffev, M. Carretero, R. Gallego Badillo, entre otros conocidos en nuestro medio latinoamericano, donde el constructivismo es una inmensa realidad científica, pero puede ser también un mito, manipulado en función de intereses, hay veces muy alejados del espíritu de la ciencia y de las necesidades para afrontar los desafíos de nuestras sociedades con objetividad y eficiencia, en especial en el campo de la educación" (Valera Alonso, O., 1995, p. 24).

(4) El **Constructivismo** comenzó a difundirse desde las ideas seminales del escepticismo presocrático, especialmente, a partir de la tesis de *Protágoras* de que «el hombre es la medida de todas las cosas», luego fue enriquecida por *Montaigne*, *Vico*, *Hume*, *Kant*, *Hegel*, *Marx*, *Lenin* y *Dilthey*, quienes enfatizaron diversas aristas sobre la naturaleza social del conocimiento y el papel activo de la subjetividad en su construcción. En esencia, esta idea del *conocimiento como construcción social* se resume, sin necesidad de llevarlas al límite, en las famosas sentencias de *Vico* y *Kant*, quienes afirmaron que: «el hombre entiende sólo lo que él mismo ha hecho» y «sólo conocemos a priori de las cosas lo que nosotros mismos ponemos en ella». Las interpretaciones sobre estas ideas han sido muy diferentes en filosofía, matemáticas, arte, psicología y educación, las cuales se han movido entre el subjetivismo extremo y la postura dialéctica en el reconocimiento del carácter activo del sujeto en el proceso cognitivo.

(5) Han existido desarrollos teóricos y prácticos muy loables de la *mayéutica* socrática de la enseñanza, sin embargo, se destaca por sus indiscutibles éxitos en el plano de la creatividad lo que se realizó desde la década de 1960 (promovido por **René Thom** creador de la *Teoría de las Catástrofes* y sus colegas) en el **Institut des Hautes Etudes Scientifiques** (IHES), en Bures-sur-Yvette cerca de París, donde, aprovechando el esparcimiento en contacto con la naturaleza, alumnos y profesores discutían espontánea y productivamente bajo el mismo espíritu de las polémicas socráticas. Una elocuente crónica dice que en: "... caminos boscosos, donde tenían lugar **seminarios ambulantes**, cuando el tiempo lo permite, hicieron recordar a un visitante escenas de una novela de

Hermann Hesse, «es un poco surrealista», *recuerda* «mirar el tablón de anuncios y leer: grupos automórficos, 15 h., bosque Ste.-Marie" (Woodcock, Alexander y Davis, Monte, 1994, p. 35-36)

⁽⁶⁾ En la Pedagogía y la Psicología más recientes autores como **J.H. Flavell, P.H. Winnie y R.W. Marx, A.L. Brown, R.A. Ferrara y J.C. Campione** reconocen que la **Metacognición** es el proceso consciente de autoaprendizaje que debe desarrollar el alumno, en el cual él mismo debe dedicarse a estudiar la lógica, los métodos y procedimientos que utiliza en su propio proceso cognitivo para que este sea mejor planificado, regulado, controlado y evaluado, de manera que logre mayor eficiencia y creatividad (Cuenca Díaz, M., Rivero Rivero, M., 2006, p. 1-2)

⁽⁷⁾ Varios pensadores escolásticos enriquecieron esta idea, entre ellos el irlandés **Juan Escoto Eriúgena** (810-877), quien jugó un papel muy destacado en su época y quedó en la historia de la filosofía como uno de los máximos cultivadores de la dialéctica panteísta, que la calificó como «madre de las artes» y sentenció que «...nadie va al cielo sino a través de ella». Su libro Sobre la división de la Naturaleza (Periphyseon), con su teoría sobre el conocimiento humano y divino de la naturaleza, alcanza una gran difusión en el Medioevo, pese a ser condenado por el Concilio de París de 1210 y por Honorio III (1225)

ANEXO 4: “El Principio de Reflexividad”.

Este principio es un pilar clave del estudio social de la ciencia, presente mucho antes, bajo otros términos, en pensadores clásicos como *Protágoras*, *Aristóteles*, *Montaigne*, *Kant*, *Hegel*, *Carlos Marx*, *Max Weber* y *Vladimir Ilich Lenin*, así como en la tradición hermenéutica. También apareció en el ideario de *“Maquiavelo, quien lo definió como destino. Este concepto fue introducido en la Sociología por Alfred Schütz con el nombre de intersubjetividad, en cuanto los sujetos dan sentido-significación a sus conductas, la acción se origina en el pensamiento del actor. Robert Merton destacó su importancia al desarrollar las predicciones como reflexivas, al tratar las profecías autocumplidas...”* Recientemente, *Bourdieu*, *Giddens* y *Luhmann* se han ocupado en forma extensa de la reflexividad. (Mejía Navarrete, J., 2002, p. 3)

En la base de este principio está la tesis epistemológica constructivista, asumida por varios pensadores de la Complejidad, que enfatiza el carácter activo del sujeto, por ello “... si aceptamos que el conocimiento es actividad y que pensar es dar forma a la experiencia, configurarla, entonces, se hace preciso concebir una nueva forma de espacio cognitivo que pueda dar cuenta de los fenómenos no lineales, auto-referentes y autopoieticos implicados en la percepción y en la producción de sentido y conocimientos” (Najmánovich, D., 2005a, p. 12-13)

En verdad, la idea de la **auto-reflexión** alcanzó la categoría de **principio de reflexividad** en la década del 80 del pasado siglo, cuando fue reinterpretada y difundida por la *Sociología empírica del conocimiento*, la *Etnográfica de laboratorio* y otros autores de los actuales *Estudios CTS* (Teoría de la Red de Actores) y del *Constructivismo radical*, quienes le incorporan la necesaria *noción colectiva y social de la auto-valoración* de la propia actividad de los científicos *para considerar los impactos de su labor investigativa y de transformación social, tanto beneficios como perjudiciales*. También se comprende como la **autoconsciencia** de la necesidad de la aplicación del enfoque o teoría de los científicos a su propia actividad cotidiana e investigativa en su contexto, como vía para su confirmación y validez práctica.

Es por ello que hoy se confirma cada vez más, aquella tesis marxista (ahora enriquecida por el reconocido principio de la reflexividad), de que: “... los filósofos no han hecho más que explicar el mundo, mientras que de lo que se trata es de transformarlo” (Marx, C., 1974, p. 10) Esto mismo, dicho en el lenguaje y es espíritu de la reflexividad, significa primero que todo preguntarse: ¿De qué forma las ideas y teorías de los pensadores (Marx, Durkheim, Weber, Lenin, entre otros), así como sus acciones políticas y revolucionarias “... cambiaron el propio curso de las sociedades, cuánto del objeto social se modificó por la acción de la teoría social?”, es decir, que: “El conocimiento de la realidad social no sólo es una acción cognoscitiva, lo principal es su contribución a la construcción de la realidad en el propio acto investigativo” (Mejía Navarrete, J., 2002, p. 5)

A su vez, este autor aquí citado y otros referidos por él, consideran este principio más bien como una teoría (Sociología reflexiva). En verdad, si se vincula a los actuales estudios sobre la **auto-organización** pudiera aumentar su significación epistemológica, pero no parece alcanzar el rango de teoría. De hecho, no se precisa exagerar su estatus epistémico para reconocer su indiscutible valor para la investigación sociológica (reflexiva) de segundo orden. Se le denomina sociología de segundo orden, porque la investigación social supone una relación compleja de la que emergen nuevas propiedades, que han sido fruto de la interrelación entre *el investigador* (sujeto y objeto a la vez, pues él está embebido en su propio objeto de estudio) y *la realidad social* reinterpretada ya y en constante reconfiguración de significados, pues los actores sociales (incluyendo al investigador) intenta observar, comprender, producir y reproducir, con simultáneas recursividades y retroalimentaciones, el propio cambio y transformación del objeto de estudio y de sí mismo (Aquí aparece de nuevo la polémica relación entre **intervención** y **facilitación** del papel del investigador en la realidad social).

Además, Mejía Navarrete enriquece esta *noción de la reflexividad* y su comprensión de la sociología reflexiva, apoyándose en la idea de Marx sobre los condicionantes histórico-concretos del saber y de Lukács sobre las limitaciones y potencialidades de la *conciencia posible* de cada época (Marx, C., 1982, Lukács, G., 1970), así como en la caracterización de los aportes de Bourdieu, Schütz, Ibáñez, Coleman, Lash, Beck, Giddens, Luhmann, Wallerstein, Quijano y Soros, quienes desde diferentes disciplinas enfatizan aspectos medulares para la comprensión del papel que juega la **reflexividad** como idea rectora en la investigación social post-empirista. Hoy se reconoce que con la aplicación del **principio de la reflexividad** y otras novedades epistemológicas (reconocimiento del imaginario de la época, de la matriz epistémica, de la red de actores (rizoma de actantes), principios de la no linealidad, recursividad, ruptura de simetría, emergencia, auto-referencia, auto-organización, auto-poiesis, borrosidad, aplicaciones de estudios dinámicos, autómatas celulares, etc.), la sociología se convierte en un conocimiento de segundo orden y un fértil terreno de creciente integración del saber (Ibáñez, Jesús. (coord.), 1990), (Espina Prieto, Mayra, 2003).

En fin, de estas contribuciones resulta una postura muy optimista y revolucionaria frente a la crisis global de hoy, pues: “El estatus diferenciado del investigador social hace que el sujeto actúe como actor individual e influya en la sociedad, difundiendo el conocimiento científico en la sociedad vía medios de comunicación, la educación y otros canales de divulgación. También la sociología influye en la sociedad cuando deriva en una tecnología de intervención social, en una práctica de soluciones técnicas, en la forma de planes y proyectos sociales. Finalmente, el mismo sujeto de investigación puede modificar de manera inmediata su conducta social según los conocimientos establecidos y, en general, los individuos mismos, cuando reconocen y describen pautas de conducta colectiva, pueden modelar su accionar por influencia de las teorías sociales” (Mejía Navarrete, J., 2002, p. 7)

Los estudios sobre la reflexividad también tienen fundamentos histórico-culturales (Vigotski, Davidov, Galperin) y fuerte tradición en la academia cubana (Labarrere, Baxter Esther, Castellanos, Beatriz, Llivina, Miguel, Viamontes, Estrella)

Además, entre los paradigmas emergentes la idea de la reflexividad alcanza un valor especial en los estudios sociológicos sobre la complejidad social. Se destacan los trabajos de Jesús Ibáñez, quien proporcionó algunas claves para la interpretación y clasificación de los niveles de la reflexividad, desde la perspectiva de la complejidad social, tales como: *óntico, lógico, óntico-lógico, epistémico y auto-reflexivo* (Ibáñez, Jesús, 1991), (Espina Prieto, Mayra, 2003, pág. 19)

Los cultores del **Constructivismo social**, de la **Cibernética de segundo orden**, de la **Teoría de la Red de Actores** y autores de otras tendencias (difíciles de ser encasillados) han enriquecido el **principio de la reflexividad** en sus obras fundamentales, entre ellos se destacan los trabajos de: Bourdieu, P., 1971, 1984, 1986, 1995, 1996, Schütz, A., 1973, Callon, M., 1975, 1981, 1986, 1987, 1992, 1997, 2001, Collins, H.M., 1974, 1985, 1991, 1993, 1994, 1997, Bloor, D., 1976, Latour, B., 1977, 1979, 1981, 1983, 1987, Woolgar, S. & Latour, B., 1979, Woolgar, S., 1986, 1991, Barry Barnes, 1980, 1982, 1986, 1993, 1997, Mackenzie, D.A., 1981, Knorr-Cetina, K.D., 1981, Knorr-Cetina, K.D. & M. Mulkay, 1983, Knorr-Cetina, K.D., 1992, 1999, Luhmann, N., 1982, 1991, 1992, 1993, 1995a, b, 1996a, b, 1998a, b, 1999a, b, c, d, e, f, g, Giddens, A., 1982, 1987, 1997, 1998, Morin, E., 1983, 1984, 1990, 1999b, Ibáñez, J., 1985, 1988, 1990, 1994, Rodríguez Ibáñez, J.E., 1989, Coleman, J., 1990, Navarro, P., 1990, 1994, 1997, 1998, Von Foerster, H., 1990, 1991, 1994, 1998, Lamo de Espinosa, E., 1990, Martínez Miguélez, M., 1993, 1996, Lamo de Espinosa, E., González, J.M., Torres Albero, C., 1994, González, López Cerezo, J.A., et. al., 1994a, 1996, 1999a, 1999b, 1999d, 2001, Von Glaserfeld, E., 1995a, b, Lash, S., 1997, Beck, U., 1997, 1998, Villarroel Muñoz, F., 1998, Soros, G., 1999, Mejía Navarrete, J., 2002, (Espina Prieto, Mayra, 2003) (Ver **Notas sobre la Carga teórica de la observación** y sobre **las fuentes de la TRA**).

ANEXO 5: “Propuesta metodológica de la Teoría de la Red de Actores”.

Aunque el movimiento académico que cultiva la TRA ha enfatizado más los estudios históricos, sociológicos y filosóficos sobre las relaciones tecno-científicas de los actores en contextos culturales concretos, también han proporcionado aportes metodológicos que han tenido gran acogida en el área del diseño y gestión de proyectos de investigación. En esencia, los fundamentos de estas metodologías, de manera general parten del reconocimiento de **cuatro fases** en el proceso de **traducciones**,²⁴⁸ que se producen dentro y fuera de la comunidad científica, donde están siempre presentes las **negociaciones** entre los actores.

1. Problematización.

En la etapa inicial la actividad de los científicos en sus instituciones tiene como primer objetivo la creación o **producción de enunciados**,²⁴⁸ que deben ser compartidos por **consenso** por los propios científicos en sus **controversias académicas**, luego que se traduzcan a un lenguaje común que supere las barreras paradigmáticas (de las disciplinas específicas de los actores participantes en un proyecto) sobre un problema.

En un segundo momento de la problematización los científicos tratan de *hacerse indispensables* ante los actores sociales, es decir, hacer que la oferta que brindan los investigadores sea apetecible o deseada por los demás actores, es decir, crearles la necesidad de recibir los servicios de los científicos. En la práctica es común que los investigadores busquen financiamiento y apoyo en las instituciones y grupos sociales relacionados con el tema, de manera que se afanan por encontrar **aliados**, quienes pueden ser financistas, promotores, beneficiarios, etc.

En esencia, esta **primera traducción**, es concebida, por los cultores de esta teoría, como “... la interacción constante entre: inscripciones, dispositivos técnicos y habilidades incorporadas (conocimiento tácito), la que lleva al desarrollo de enunciados... que pueden ser observados en la composición de experimentos (Hacking, 1983), en las interpretaciones de la inscripciones (Amann y Knorr-Cetina, 1988a, 1988b; Lynch, Livingstone y Garfinkel, 1983 y Pinch, 1985), en la conversaciones entre científicos o entre científicos y técnicos, y en la escritura y reescritura de artículos o informes (Myers, 1990). Todas estas interacciones son traducciones y todas ellas contribuyen a la producción de enunciados, un proceso que Law (1986b) llama ingeniería heterogénea” (Callon, Michel, 2001, pág. 51)

2. Interesamiento.

En esta segunda fase se busca la *conciliación o identificación de los intereses de los científicos y demás actores sociales*, con el fin de evitar, de manera profiláctica (anticipatoria o previsor), el *carácter no constructivo o degenerativo* de las necesarias **controversias y conflictos**,²⁴⁸ lo cual puedan generar obstáculos infranqueables para la viabilidad del proyecto. Es decir, usando el lenguaje de los autores, *se necesita la unión de los actores débil con los fuertes* o con aquellos que disponen de la autoridad política o financiera necesaria para desarrollar el proyecto de investigación.

En este momento los científicos, para lograr el apoyo institucional, político y económico, también necesitan de la ayuda de aquellos que usualmente son *los más débiles*: los profanos o actores de la comunidad, quienes pueden, en condiciones favorables para ello, decidir en la correlación de fuerzas de manera decisiva, si los científicos logran conciliar los intereses de unos y otros.

En verdad, la labor de los investigadores consiste en lograr, con esta **segunda traducción**, lo que hoy nos exigen *las políticas oficiales de ciencia y tecnología* basadas en las metodologías de la gestión de proyectos, tanto a nivel nacional, como internacional. Estas ideas están plasmadas en los protocolos y guías que se exigen para la elaboración de proyectos de colaboración y de investigación. Esta es una de las formas que ha tenido, diríamos que de manera casi espontánea y no reconocida por los propios tecnócratas, la aplicación de esta *Metodología de la Red de Actores*.

3. Enrolamiento.

En esta tercera fase se precisa *oficializar la participación de los interesados en el proyecto*, de manera que se inician las **negociaciones multilaterales** para definir y asignar los roles a cada uno de los actores que han aceptado participar en el proyecto. El proceso de enrolamiento presupone un primer momento, en el cual se efectúa la **tercera traducción**, la cual presupone un desplazamiento importante, pues los científicos llevan a *los actores fuertes* (financistas, directivos y políticos) a sus instalaciones para mostrarles los posibles resultados de la investigación (**representación como espectáculo**),²⁴⁸ donde reflejan las propuestas de soluciones a los problemas que fueron objeto de las **controversias y/o conflictos**.

Este giro o **maniobra**²⁴⁸ lo realizan los científicos con el fin de garantizar su *credibilidad* ante los actores más fuertes que pueden viabilizar el proyecto. Aquí se evidencia una interpretación muy condicionada por el mundo de la comercialización y el lucro, característico del capitalismo, en el que los medios de difusión masiva están en función de determinados fines mercantiles. Por supuesto, que esa no debe ser una práctica regular en la labor de colaboración entre investigadores, pues se perderían los fundamentos del valor social y ético de la actividad tecno-científica, tal como se ha heredado de las mejores tradiciones promovidas por pensadores como **Robert Merton** con sus denominados **CUDEOS**.²⁴⁸

Los autores de la TRA, partiendo de las particularidades propias de las sociedades capitalistas, sugieren una **cuarta traducción**. Es decir, anticipando y tratando de evitar las posibles discrepancias o reanudación de una nueva controversia o conflicto de intereses, los científicos deben propiciar renegociaciones con el fin de fortalecer así la alianza entre los actores. Para ello, adoptan **nuevas tácticas**, tales como: *el desplazamiento y reformulación de los objetivos*, de manera que se re-establezcan con más claridad los compromisos, deberes y derechos de todas las partes en el proceso de ejecución del proyecto.

4. Movilización.

En la cuarta y última fase del proceso, en la que se produce la **quinta traducción**, se llega a un nivel superior de **consenso**, en la cual se *designan líderes* de los distintos colectivos de actores, logrando la **movilización** de los interesados en los objetivos propuestos. Por tanto, se produce la **nivelación de roles de todos los actores**, ya que la correlación de fuerzas cambia gracias al poder persuasivo de los científicos, quienes ahora se convierten en **facilitadores, mediadores o interfaces** indispensables para el trabajo en equipo del **nuevo colectivo**, el cual establece, bajo los principios de participación democrática, los llamados **puntos de paso obligatorio**.²⁴⁸

En fin, utilizando el lenguaje de los autores, los científicos con sus acciones lograron crear una complejísima **red de actores** y una **acción a distancia**²⁴⁸ sobre los hechos, lugares y personas (**control y manipulación**). En otros términos, los cultores de esta teoría, dejan claro su posición con respecto al **carácter ideológicamente manipulador de los científicos**, quienes mediante su lenguaje, tecnologías y laboratorios tratan de imponer a la sociedad *las cinco traducciones* en las *cuatro fases* del proceso general de interrelación de los actores. Por tanto, para la **TRA**, en el fondo, el nuevo colectivo solo está representando los intereses de los científicos, quienes premeditadamente establecen **las reglas del juego**, mediante el abuso de su poder manipulador.

Para consolidar el valor metodológico de la **TRA** sus cultores han realizado interesantes **pesquisas de reconstrucción histórica**,²⁴⁸ revelando ejemplos típicos de procesos de intervención social transformadoras (no exentas de manipulación ideológica) por parte de los científicos en diferentes épocas y contextos socio-culturales. Es decir, según los cultores de la teoría, en toda la historia moderna los científicos, de manera consciente o no, han logrado con más o menos aciertos realizar acciones de intervención a distancia sobre hechos, lugares y personas, a través de la creación de *complejas redes* de interacción social (**caja negra**).²⁴⁸

El valor de la TRA es inestimable para el desarrollo científico en nuestros pueblos del Sur, pues se precisa profundizar en las causas de los diversos problemas sociales que sufre nuestra región. No obstante, a todo lo que se le pueda criticar a la *Teoría de la Red de Actores*, es muy valiosa para profundizar en el estudio de nuestra cultura y de las particularidades etnográficas en su relación con los procesos de transferencias endógenas de ciencia y tecnología, pues estos procesos son vitales para buscar alternativas a los problemas asociados al subdesarrollo de los pueblos latinoamericanos.

Por ello, estudios de esta naturaleza no son “... más que la manera en que la ciencia se filtra en el tejido social, en la cultura, proceso mediado por múltiples factores sociales (intereses prácticos, creencias populares, medios de comunicación, etc.). La *etnociencia* es importantísima para el funcionamiento social de la ciencia e interviene de manera decisiva en su valoración social, proceso a través del cual se produce el enredo de la ciencia con las creencias, prejuicios, y otras expresiones culturales. A través de la educación, la ciencia puede influir notablemente en la etnociencia y parece imprescindible que así ocurra, si de avanzar hacia sociedades de conocimientos se trata. (Núñez Jover, Jorge, 2000, pág. 23)

ANEXO 6: “Tesis críticas sobre la Teoría de la Red de Actores”.

1. Es necesario profundizar más en los antecedentes y orígenes de las ideas centrales de la **Teoría de la Red de Actores (TRA)**, pues en la bibliografía internacional se puede constatar que varios de los fundamentos de la TRA fueron anticipados en la historia del pensamiento filosófico y científico (especialmente de la tradición dialéctica), pero sus cultores no hacen el debido reconocimiento explícito a ello. Por tanto, se precisa un trabajo especial para la profundización en las causas de este fenómeno, ya que, por ejemplo, aunque sus cultores tomaron la idea de *la naturaleza social compleja de la actividad científico-tecnológica* de la tradición marxista, no reconocen esos antecedentes abiertamente, más que todo, por razones esencialmente ideológicas.
2. En consecuencia, está pendiente una reinterpretación, desde el enfoque marxista, de los fundamentos epistemológicos e ideológicos de la TRA.
3. Todavía hoy en esta teoría se están modificando y enriqueciendo sus fundamentos (sustitución de términos: *actores* por *actantes*, *redes* por *rizomas*, etc.), así como los detalles internos de cada una de las fases de proceso de integración de los actores. En consecuencia, están aún apareciendo nuevas interpretaciones, e, incluso, están creándose metodologías alternativas.
4. Además, está pendiente realizar, desde un enfoque y espíritu crítico-constructivo, una mejor sistematización de sus principales fundamentos epistemológicos (ideas, principios, conceptos y metodologías),
5. Es muy polémica la crítica a la TRA sobre *la deshumanización que realiza de los actores* cuando los igualan con la tecnología al utilizar el término *actante*.
6. Es muy profunda la idea que propone la TRA de sustituir el concepto de *red* por el de *rizoma*, pues entraña un contenido epistemológico e ideológico radicalmente nuevo y a tono con los avances que se han alcanzado en los estudios sobre la *autoorganización* desde el *Enfoque transdisciplinario de la Complejidad*, que enfatiza la necesidad de *facilitar cambios emergentes endógenos* en el sistema (desde abajo hacia arriba o desde dentro hacia fuera) para potenciar su sostenible y duradera *autoorganización*, en base a la *cooperación* (democrática) de las partes del sistema, sin jerarquías ni intervenciones impuestas desde arriba o desde fuera.
7. En la Metodología de la TRA se le puede señalar algunos excesos y parcializaciones, propios del contexto en los cuales han vivido sus cultores, por ejemplo: en la dinámica de roles que sugiere la TRA, se enfatiza desmedidamente que los científicos realizan transformaciones sociales (intervenciones y abuso del poder) y manipulaciones ideológicas intencionales sobre los demás actores para satisfacer su afán de posicionamiento social, lucro y vanidad, algo que puede ser cierto como regularidad en contextos específicos del capitalismo. Con esta interpretación sus cultores tratan de enfatizar *la naturaleza manipuladora de la ciencia* en sí, en lugar, de reconocer que ese rasgo puede ser inherente a determinados científicos en contextos socio-económicos específicos. Por el contrario, en contextos favorables como en el socialismo la ciencia puede tener un carácter revolucionario, transformador y no reaccionario o manipulador.
8. Por tanto, tampoco son consustanciales a la ciencia las denominadas *trampas y luchas de fuerzas* para engañar a los demás actores y obtener financiamiento y apoyo. Ellas pueden ser típicas en el contexto capitalista, pero no necesariamente en otros contextos.
9. Así también, se puede afirmar que la cuestión de *la representación como espectáculo* es un hecho solo cuando el afán lucrativo y mercantilista (de algunos científicos, políticos y financistas) está en línea con los intereses de la clase dominante. Mientras que en otras condiciones, cuando el desarrollo de la actividad de los científicos es honesta, sincera y responsable, tal fenómeno no debe producirse.
10. Las ideas, principios, conceptos y metodología sistematizados aquí, aunque todavía exigen mayor profundidad, tiene un especial valor pedagógico, para la difusión y enseñanza de los valores de esta teoría aun en formación.
11. Sus cultores han desarrollado una intensa y fructífera labor de rescate de las experiencias históricas (ejemplos de controversias y conflictos sociales), lo cual tiene un valor inestimable para la comprensión de los complejos problemas sociales de hoy que están involucrados con el desarrollo tecnocientífico y su generalización.
12. La actual metodología de Proyectos, tanto nacional como internacional, se apoya en los fundamentos y conquistas de esta teoría, aunque, lamentablemente, en la academia no se reconoce oficialmente.
13. El hecho de que se puedan identificar varias limitaciones e insuficiencias en la TRA, entre ellas su *inmadurez epistemológica*, así como su exagerado *relativismo constructivista*, no puede ser obstáculo para su divulgación, sistematización y adecuación endógena a nuestro contexto de los pueblos del Sur, pues sería de gran utilidad para la solución de nuestros complejos problemas sociales.
14. Esta teoría puede ser enriquecida si se reconoce la necesidad de conectarla con las contribuciones de otras emergentes áreas de integración del conocimiento, especialmente, con los indiscutibles aportes de los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad*. Este acercamiento podrá aprovechar las nuevas metodologías no lineales y potenciar con ello el estudio de los fenómenos sociales concretos.

ANEXO 7: “Algunos antecedentes históricos y ejemplos de la integración del Saber”. (*)

La historia ha sido testigo de incontables ejemplos de esfuerzos de integración del saber, solo basta con echar una mirada a la historia de la Filosofía y de las Ciencias:

1. **Holismo espontáneo de las culturas orientales antiguas** (India, China, Japón, etc.)
2. **Holismo filosófico griego** que bebió de la sabiduría de las Culturas orientales. Sócrates (470-399a.C.), Platón (428-347a.C.) y Aristóteles (384-322 a.C.) fueron sus mayores exponentes.
3. **Enciclopedismo de los sabios con sotana de la Edad Media.** Guillermo de Occam (1280-1346/1349) fue uno de sus más ilustres representantes.
4. **Ideal integrador del Renacimiento.** Leonardo da Vinci (1452-1519)
 - Parte de la visión holística heredada de los griegos.
 - Vínculo estrecho entre Teoría y Práctica.
 - Filosofía, Ciencia y Cultura en acción.
 - Exigencias económicas del capitalismo naciente (Papel de los Mecenas).
 - Creatividad y capacidad de anticipación espontánea.
 - Relación interdisciplinaria mayormente en el genio.
5. **Ideal enciclopedista de la Ilustración europea** en los siglos XVIII-XIX. La Educación multidisciplinaria como integración del saber en cada individuo (Jean Jacob Rousseau (1712-1778) Charles Darwin (1809-1882), Dimitri I. Mendeléiev (1834-1907), por solo citar tres grandes genios)
 Se pueden revelar muchos antecedentes del enfoque interdisciplinario en la historia del pensamiento filosófico y científico, pero un indudable precursor fue Federico Von Hardenberg, conocido como Novalis (1772-1801), quien de forma muy sencilla pero profunda sentenció: “El pintor tiene ya, en sí integrado, en su poder, el ojo, el músico, el oído, el poeta, la imaginación, el filósofo, el pensamiento, pero estos genios individuales deben unificarse, el genio debe llegar a ser total, y entonces será dueño de su propio cuerpo y al mismo tiempo del mundo”(Abbagnano, Nicolás, 1967, pág. 14) En verdad, este joven escritor reveló una peculiar y renovadora visión filosófica de la vida en los personajes de sus novelas “*Heinrich Von Hoferdingen*” y “*Los discípulos de Sair*”.
6. **Sueño de la Ciencia de las Ciencias** integradora de todos los saberes Johann Gottlieb Fichte (1762-1814), Immanuel Kant (1724-1804), Jorge Guillermo Federico Hegel (1770-1831), etc.)
7. **El Marxismo** y sus partes integrantes (Filosofía, Economía Política y Teoría política del Socialismo)
8. **Proyecto de la Ciencia unificada del Positivismo** (A. Comte y H. Spencer)
9. **Proyecto de la Enciclopedia Internacional de la Ciencia unificada** de corte neo-positivista. En esta obra colaboran autores tan renombrados como: L. Bloomfield, E. Brunswik, J. Dewey, C.G. Hempel, W. Morris, J.H. Woodger, E. Nagel y, por supuesto, Neurath y Carnap.
10. **Ideal interdisciplinario de Política de Estado.** El caso del megaproyecto leninista de la **Nueva Política Económica (NEP)**. En la Rusia soviética se creó el Consejo Superior de Economía Nacional, el cual era interdisciplinario, pues estaban representadas decenas de disciplinas con el objetivo de lograr la electrificación completa de la URSS, como soporte de los demás Programas de la NEP. En reiteradas ocasiones V.I. Lenin fundamentó el valor estratégico de la creación de ese Consejo interdisciplinario, por ejemplo sentenció que: “*La Academia de ciencias, que ha empezado el estudio y la investigación sistemática de las fuerzas productivas naturales de Rusia, debe ser encargada inmediatamente por el Consejo Superior de Economía Nacional de formar varias comisiones de especialistas para confeccionar con la mayor rapidez posible un plan de reorganización de la industria y del ascenso económico de Rusia*” (Lenin, V.I., 1985, t. 36, p. 237-238) El predominio de un optimismo ingenuo de la integración del saber desde la política del Estado o “desde arriba”. De hecho, fue efímera o poco duradera esa integración, porque no garantizó la sostenibilidad del proceso. De hecho, la historia ha demostrado que bajo la imposición “desde arriba” la desmotivación de los investigadores se convierte en una tendencia de creciente generalización, ya que “los de abajo” no son los verdaderos protagonistas del proceso, de manera que pierden su capacidad de innovación, creatividad y su sentido de pertenencia se esfuma, debido también a que “los de arriba” no garantizan los necesarios y crecientes incentivos (materiales y espirituales) que deben satisfacer las necesidades también crecientes de los “de abajo”, que en definitiva, son los fundamentales productores y creadores de los procesos sociales en general y de la integración del saber en particular. En “El Capital” ya Marx dejó claro el papel decisivo que juegan los factores económicos y, en especial, el papel del salario, la estimulación personal y el comercio, entre otros elementos, en el proceso de producción y reproducción de la vida social. Desde esos primeros tiempos en la construcción socialista en la Rusia soviética se comenzó a evidenciar que los intereses individuales no se pueden diluir en los intereses colectivos y sociales, sino que el colectivo y la sociedad deben crear las condiciones para que los intereses individuales se satisfagan y armonicen con los colectivos y sociales. Hoy se sabe que para lograr esto se precisa potenciar los procesos de auto-organización, partiendo desde los intereses de los “de abajo”, es decir, desde la base, donde los investigadores adecuadamente estimulados se convierten, entonces, en los verdaderos protagonistas y creadores de procesos sociales sostenibles y perdurables.

- El fracaso de los modelos de construcción socialista se debe, entre otras razones, al abandono de la concepción dialéctica sobre la relación entre lo universal, lo particular y lo individual, es decir a la sobre estimación de uno en detrimento de los otros. Esa prometedora visión interdisciplinaria de Lenin, fue desmantelada por Stalin y abortó todo el megaproyecto de la NEP. Los detalles de semejante fenómeno son poco conocidos y es una de las cuentas pendientes que los revolucionarios tienen con la historia de la construcción del socialismo, si se quiere aspirar a enriquecer el denominado socialismo del siglo XXI. Para ilustrar mejor este Megaproyecto interdisciplinario puede ayudar mucho el artículo de V.I. Lenin (1870-1924) titulado: "Borrador del plan de trabajos científico-técnicos", donde "... por primera vez se exponen ideas sobre la organización y planificación del desarrollo de la ciencia y la técnica en el ámbito de todo un Estado y se vincula al desarrollo del Socialismo. El proceso de materialización de estas ideas trajo consigo, en los años 20, diversas formas de discusión colectiva entre destacados científicos sobre los objetivos y métodos del desarrollo de la ciencia que acentuaron el interés por las investigaciones de carácter integral." (Figaredo, Curiel, F., et. al., 1994, p. 5) Precisamente, esos apuntes de Lenin sobre el desarrollo científico-técnico en Rusia es una de las más importantes pistas para seguir investigando sobre la NEP y sus ricas implicaciones filosóficas, epistemológicas, ideológicas, políticas, científico-tecnológicas, etc. Este borrador de Lenin viene siendo como el primer átomo de la punta del enorme iceberg que constituye la NEP como megaproyecto social y científico (Lenin, V.I., 1985, t. 36, p. 237-238, 1986, t. 42, p. 352-361 y en decenas de obras más elaboradas entre 1921-1923). Como resultado de las fructíferas discusiones colectivas en la joven Rusia soviética comenzó a gestarse ese colosal proyecto integral e interdisciplinario (La NEP), el cual fue implementado y aplicado en sus inicios con grandes aciertos y convincentes resultados, sólo que, luego de la muerte de V.I. Lenin, fue desmantelada inmediatamente por el Stalinismo. En sí la NEP puede considerarse una forma anticipada de "Big Science" o megaproyecto interdisciplinario. Puede afirmarse, salvando la distancia, que fue similar o superior, por su magnitud, a los gigantescos proyectos desarrollados por Estados Unidos desde 1942 (Proyecto Manhattan). Sería muy interesante y provechoso hacer un estudio profundo de las formas de institucionalización, así como de las bases estratégicas y tácticas de la NEP, la cual, como se conoce, fue llevada a cabo por un enorme equipo, de cientos de especialistas de las ciencias naturales, técnicas y sociales, guiado por V.I. Lenin.
11. **La Cienciología:** (I. Borishevski, G. Kröber, C. Kachaunov, C. Shvedosvkiy, S.R. Mikúlski, M. G. Iaroshevskiy, V.I. Dobrov, V.I., etc.) Este movimiento nace asociado a la NEP, después de la muerte de V.I. Lenin y en vísperas del inicio de la hegemonía stalinista (finales de la década del 20 en adelante), cuando se realizaron en la Unión Soviética los primeros estudios sociales sobre el desarrollo de la ciencia. Entre ellos se destacaron los trabajos de I. Borichevski. quien, precisamente difunde en 1926 el término Cienciología, para designar una vasta área de trabajo interdisciplinario para el estudio de la ciencia. Su pionero trabajo se titula: "La cienciología como ciencia exacta", en esa obra señala que: "... ante nosotros se encuentra continuamente la creciente división del trabajo en la ciencia, la especialización científica, el enorme edificio del pensamiento científico comienza a recordar una gran empresa industrial donde cada trabajador realiza cierta parte. Esto requiere del estudio de los problemas de la organización de la ciencia, así como del estudio de los cuadros científicos. En el mundo no existe ni una sola institución científica que se haya ocupado del estudio de la propia ciencia como un todo." (Tomado de Figaredo, Curiel, F., et. al., 1994, p. 5-6)
De hecho, la historia del surgimiento y desarrollo de la Cienciología en Europa del Este, en la URSS y en Occidente es poco conocida. "Por participantes del proyecto cienciológico internacional se entiende el grupo de autores que escribió el libro Fundamentos de Cienciología el cual resume los primeros intentos de desarrollo de esta disciplina (Mikúlskiy, et al., 1985, p. 7. Ellos son: C. Kachaunov, B. Bradinov, K. Simeneova (República Popular de Bulgaria), G. Kröber, X. Laitko, B. Lange (República Democrática Alemana), C. Shvedosvkiy (República Popular de Polonia), C. G. Kara-Murza, V. Kelle, B. A. Yamin, B. I. Masslennikov, S. R. Mikúlskiy, B. A. Starosten, B. G. Iudin, R. G. Ianovskiy, M. G. Iaroshevskiy (URSS), K. Müller, M. Pittner, C. Provaznek, R. Richta (República Socialista de Checoslovaquia)" (Figaredo Curiel, F., 1999, p. 4 (18 p.), 2002, p. 34-37)
 12. **Ideal interdisciplinario de Estado. El Megaproyecto Manhattan** (Bomba atómica). Este proyecto de integración científica gestado "desde arriba" como Política de Estado. Se inició en 1942 en el Laboratorio Nacional Los Álamos (Nuevo México) y fue dirigido por el físico Julius Robert Oppenheimer. Se caracterizó por tres elementos esenciales:
 - Total apoyo económico, pero con presiones políticas que empujaban su desarrollo.
 - Grandes escollos éticos y culturales en su funcionamiento.
 - Altos incentivos, especialmente muy lucrativo para sus protagonistas que los llevó, desafortunadamente, al horrendo éxito de la creación de la Bomba atómica.
 13. **Proyectos artísticos y cinematográficos en que se aplican las ciencias.**
 14. **Proyecto internacional de la Teoría del Cierre Categorical** de Gustavo Bueno.
 15. **El rescate de los cadáveres de la Guerrilla del Ché en Bolivia.**
 16. **Otras formas de integración interdisciplinaria del Saber**, tanto teóricas como prácticas: Las disciplinas integradas como: Biomecánica Biofísica, Bioquímica, Astrobiología, Cibernética, Informática, Comunicación, etc.) Los Proyectos espaciales, Robótica, Telecomunicaciones, Cibernética y Computación. Biotecnología y Genómica.
 17. **Los Estudios Interdisciplinarios de Ciencia-Tecnología y Sociedad** (CTS)
 18. **La Bioética global.**

-
19. *El Holismo ambientalista.*
 20. *La Hermenéutica.*
 21. *El Constructivismo.*
 22. *Los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad.*

No se mencionan todos los esfuerzos de integración del saber aquí, pero estos son algunos de los más importantes en la historia del conocimiento, además algunos de estos ejemplos pudieran ser considerados más que un esfuerzo de integración, una tendencia o corriente de pensamiento, pero de igual manera no deja de ser una forma de integrar el saber con más o menos éxito, institucionalización o reconocimiento social. Hoy, como fruto de varias décadas de integración del saber, las nuevas tecnologías, como las de las Comunicaciones y la Información (Internet), van cambiando el modo de vida de las personas y su cultura, por lo que la ciencia con su impetuoso desarrollo tecnológico se ha convertido en una fuerza social transformadora que se erige en uno de los soportes materiales fundamentales del complejo proceso de globalización.

Nota:

(*) Esta síntesis sobre algunos intentos de integración del saber en la historia, se basa en un fragmento del artículo del aspirante con sus colegas del Centro de Medicina y Complejidad de la Universidad de las Ciencias Médicas "Carlos J. Finlay" de Camagüey: Martínez Álvarez, F., Ortiz Hernández, E., González Mora, A., 2008b, p. 8-10.

ANEXO 8: “Antecedentes de los estudios científicos sobre los fenómenos no lineales” (*)

En el convulso tránsito del siglo XIX al XX aparecieron las avanzadas contribuciones del matemático francés **Henri Poincaré** (1854-1912), un genio que el positivismo eclipsó y no le dejó convertirse en el necesario faro de la Revolución científica de su tiempo, pues fue el precursor de un nuevo enfoque en la comprensión de los fenómenos naturales: **la perspectiva de la no linealidad**. Poincaré realizó importantes y originales aportes matemáticos para el estudio de diversos fenómenos asociados a la **no linealidad**, que fueron marcando nuevas pautas para el posterior desarrollo de la ciencia, tales como: las ecuaciones diferenciales, la probabilidad, la teoría de las funciones, la topología y otras áreas.

Poincaré destacó también por su desarrollo de las llamadas funciones fuchsianas, y por sus contribuciones a la mecánica analítica. Sus estudios engloban investigaciones sobre la teoría electromagnética de la luz y sobre la electricidad, mecánica de fluidos, transferencia de calor y termodinámica. Fueron muy valiosas las contribuciones de Poincaré, como las del físico holandés Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928), para el surgimiento de Teoría de la Relatividad de Albert Einstein. Dos indudables antecedentes en las matemáticas que Poincaré conoció fue la obra de su compatriota Joseph Fourier (1768-1830) sobre la distribución del calor, así como de los trabajos del genio alemán George Cantor (1845-1918), quien desarrolló las series de Fourier hasta la teoría de los números irracionales. Cantor también formuló la Teoría de conjuntos, sobre la que se basa la matemática moderna, pues introdujo los números infinitos (Ribnikov, K., 1991), (Batard Martínez, L.; Estrada Hernández, Y., 2006, pág. 166)

En sus trabajos de topología sobresalió su *conjetura sobre espacios de cinco o más dimensiones*. Para Poincaré la topología y los sistemas dinámicos no eran más que dos caras de una misma moneda. De hecho, puede afirmarse que “... fue el último gran matemático que aportó imaginación geométrica para tratar de las leyes del movimiento del mundo físico. Fue **el primero en darse cuenta de la posibilidad del caos**, sus escritos insinuaron una especie de **impredecibilidad**” (Gleick, James, 1988, pág. 54)

Concretamente Poincaré desarrolla por primera vez en el campo teórico, la idea del carácter impredecible de la dinámica de algunos sistemas mecánicos, refiriéndose a la solución matemática del problema de los Tres cuerpos celestes (Sol, Tierra y Luna) que interaccionan gravitacionalmente. En esencia, se puede resumir así este genial aporte de Poincaré: “En cualquier sistema idealizado de Dos cuerpos las órbitas son iguales. Pero la ecuación para Tres cuerpos no tiene solución exacta, ya que el efecto adicional del tercer cuerpo se debe sumar a la solución del sistema de dos cuerpos, en una serie de aproximaciones sucesivas, donde cada aproximación es menor que la anterior... Poincaré reveló que **el caos**, o la potencialidad para el caos, es la esencia misma de un sistema **no lineal** y la **retroalimentación** puede magnificar los efectos más pequeños. Así un sistema simple puede estallar en una perturbadora complejidad” (Valle Espinosa, Consuelo, 2004), (Briggs, J. y Peat, F.D., 1990)

Poincaré fue un precursor de la Teoría del Caos, “... pues a él le debemos, el tratamiento “geométrico” de las ecuaciones diferenciales, el uso del espacio de las fases y los famosos mapas de Poincaré. Podemos preguntarnos por qué hubo que esperar más de medio siglo para que el caos aparezca. Esto se debe a dos razones. Por un lado a la falta de computadoras y por otro lado al hecho de que haya prevalecido el “programa” de Hamilton y de Hilbert en la física clásica y cuántica, en vez del programa de Poincaré” (Casaubon, J.I., 2001, p. 9-10. Otros autores enfatizan el valor de las ideas avanzadas de Poincaré: (Briggs, J. y Peat, F.D., 1990), (Cambel, A.B., 1993, pág. 22), (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004, págs. 6-7)

Estas no son las únicas razones por las cuales las ideas de Poincaré no fueron reconocidas y difundidas en su tiempo. En la base de esa peculiar situación estaba la racionalidad lineal del ideal clásico de la ciencia, fuertemente codificado en las mentes de los contemporáneos de Poincaré, por ello, según Cambel, ese lamentable olvido tiene cuatro causas: “a) La gente no estaba dispuesta a modificar el modelo que permitía interpretar la realidad en base a la mecánica clásica y a la matemática Laplaciana, b) En esa época el interés por el análisis geométrico iba en descenso, c) El sistema planteado por Poincaré trataba de sistemas dinámicos conservativos (sin fricción), no disipativos, que requieren de energía para subsistir, como son de hecho la mayoría de los sistemas con los que tenemos contacto, ya sea animados o inanimados, d) No existían computadoras” (Cambel, A.B., 1993, pág. 22)

Aunque los científicos llevaban varios siglos revelando las leyes y regularidades fundamentales de los fenómenos naturales, el mundo académico, a finales del siglo XIX, todavía padecía de “... una ignorancia especial en lo que concierne a los desórdenes de la atmósfera y del mar alborotado, a las fluctuaciones de las poblaciones silvestres de animales y vegetales, y, para abreviar, a las oscilaciones del corazón y del cerebro. La porción irregular de la naturaleza, su parte discontinua y variable, ha sido un rompecabezas a ojos de la ciencia o, peor aún, una monstruosidad” (Gleick, James, 1988, pág. 11)

Sin embargo, la explicación científica a todos estos fenómenos complejos se fue creando poco a poco, gracias ante todo, a la creciente integración de las disciplinas. Este proceso se intensificó precisamente con la Revolución científica del cambio de siglo XIX al XX, cuando aparecieron **nuevas ideas seminales sobre la concepción dinámica no-lineal de la realidad**. De hecho, estas nuevas ideas comenzaban a ser menos especulativas, pues ya aparecían más confirmadas (aterrizadas) en la práctica científica particular. Sin embargo, estas ideas solo se pudieron difundir luego que se librara una dura lucha contra la hegemonía del reduccionista **ideal de la racionalidad moderna**, consolidado primero **por el positivismo y perpetuado luego por el neopositivismo**, ideal este que se basaba, entre otros presupuestos, en la causalidad lineal, el determinismo y el desmedido optimismo en el supuesto control y dominio de la naturaleza por el hombre.

Las ideas y predicciones fundacionales de **Darwin, Boltzmann y Poincaré**, no obstante a los esfuerzos del neopositivismo por ignorarlas u opacarlas, fueron desarrolladas por muchos investigadores de diferentes países, quienes comenzaron a estudiar profundamente el comportamiento complejo de los fenómenos y sistemas más diversos y cotidianos de la realidad. En Europa en

general, así como en los antiguos países socialistas en particular, se realizaron también esfuerzos muy significativos en cuanto al estudio de la naturaleza no-lineal y caótica de la realidad. Muchos han sido los que han aportado alguna idea, concepto o descubrimiento importante para el estudio de los fenómenos no lineales entre ellos se han destacado: Alexander Lyapunov (1857-1918), Sophia Kovalevskaya (1850-1891), Niels Helge von Koch (1870-1924), Wilhelm Ostwald (1853-1932), Wacław Sierpinski (1862-1969), John William Strutt Rayleigh (1842-1919), Alexander Bogdanov (Manilovski, A.A. 1873-1928), Leonid Isaakovich Mandelstam (1879-1944) y N. D. Papalexi, Aleksandr Aleksandrovich Andronov (1901-1952), Albert Einstein (1879-1955), Max Planck (1858-1947), Wolfgang Pauli (1900-1958), Balthasar Van der Pol (1889-1959), Erwin Schrödinger (1887-1961), Niels Bohr (1885-1962), Werner Karl Heisenberg (1901-1976), Paul Dirac (1902-1984), Louis D'Broglie (1892-1987), Lev Semyonovich Pontryagin (1908-1988), Enrico Fermi (1901-1954), Stanislaw Ulam (1909-1984), Berklund Hopffa, Korteveg de Vries, Gordon, Hamilton, Rossby, Bunemann, Alfverm, Kelvin, Helmholtz, Joljov, Zabolovski, Kuznetsov, Liesegang, Onsager, Katchalky, entre otros.

En concreto, varios han sido los descubrimientos, ecuaciones, modelos, exponentes, índices, etc., de fenómenos físicos, químicos y biológicos que han recibido el nombre de sus creadores. Para solo citar algunos: *Exponente* de Lyapunov, *Oscilador* Van der Pol, *Ecuaciones* de Korteveg de Vries, *Modelo* de Fermi-Ulam, *Ondas* de Rossby, etc. Para profundizar en esta historia consultar los trabajos de: (Gorelik, George, 1975), (Aleksandrov, A.D., Kolmogorov, A. N., Laurentiev, M. A., 1981), (Mattessich, Richard, 1983-1984), (Gleick, James, 1988), (Kulakov, A., Rumiantsev, A., 1988), (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a), (Capra, Fritjof, 1996), (Salazar Domínguez, Carlos, 1997), (Bissel, Chris, 2001). Además, en nuestra área geográfica ya están apareciendo trabajos en esa dirección: (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999), (Najmánovich, Denise, 2002), (Delgado Díaz, Carlos, 2002a), (González Casanova, Pablo, 2004), (Sotolongo Codina, Pedro Luis, 2003), (Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2009a)

Nota.

- (*) El aspirante tiene elaborado un material docente para postgrado, en coautoría con sus colegas del Centro de Medicina y Complejidad de la Universidad de las Ciencias Médicas "*Carlos J. Finlay*" de Camagüey, el cual ya está en fase de publicación con este mismo título, donde *se caracterizan y sistematizan varias ideas y descubrimientos* sobre el comportamiento de los fenómenos no lineales desde diferentes disciplinas: *física, química, biología, matemáticas, lógica, etc.* Entre las intenciones de los autores está superar las limitaciones impuestas por fenómenos negativos para el desarrollo de la ciencia como el *Mito de las dos Culturas* (incisión entre las ciencias naturales y técnicas por un lado y las ciencias sociales y las humanidades por el otro), el aislamiento entre civilizaciones (culturas) y los *Colegios invisibles*, fenómenos estos que han conducido, con mucha frecuencia, a la exaltación de unas creaciones en detrimento de otras, así como otras aberraciones de corte neopositivista que todavía obstaculizan el necesario e inevitable *Diálogo de Saberes*, como premisa para la integración del conocimiento y la cultura. Para el rescate de ese inestimable legado científico e intelectual se precisa consultar varios textos que regularmente son poco conocidos o intencionalmente no reconocidos en occidente. El occidentalismo sigue profundamente arraigado en occidente, por lo que urge una revisión a fondo de los valores de las otras culturas que han sido marginadas, subestimadas y olvidadas.

ANEXO 9: “Antecedentes y precursores de la Nueva Revolución del Saber”.

Hoy se reconoce que existen varias *teorías, enfoques e ideas* que han contribuido al surgimiento de la **nueva Revolución del Saber** en general y que, por tanto, tributan también al **torrente de la Complejidad**. Debido a su riqueza y profusión no se pueden tratar ni resumidamente todas aquí, solo se hará referencia a algunas ideas. Entre otros precursores, iniciadores y continuadores están: *Alexander Lyapunov, A.N. Kolmogorov, Niels Helge Von Koch, Wacław Sierpinski, Norbert Wiener, Ross Ashby, Claude Shannon, Warren Weaver, Warren McCulloch, John Von Neumann, Oskar Morgenstern, Robert Shaw, Norman Packard, James Crutchfield, Walter Pitts, Mitchell Jay Feigenbaum, Murray Gell-Mann, George Zweig, Joshua Epstein, Stuart Kauffman, John Holland, Philip W. Anderson, Anatol Rapoport, W. Boguslaw, W. Churchman, Erwin Laszlo, Norman Packard, Lofti Zadeh, Bart Kosko, Edgar Morin, Niklas Luhmann, David Ruelle, Floris Takens, Henri Atlan, Heinz Von Foerster y Ernst von Glaserfeld, Stephen Wolfram, Jesús Ibáñez, Fritjof Capra, Humberto Maturana, Francisco Varela, Federico Munné*, entre otros (*)

1. John Von Neumann (1903-1957) matemático estadounidense nacido en Hungría, estudió en Zúrich y en las universidades de Berlín y Budapest, viajó a Estados Unidos en 1930 para unirse al claustro de la Universidad de Princeton. A partir de 1933 se incorporó al Instituto de Estudios Avanzados de Princeton (Nueva Jersey). Adquirió la nacionalidad estadounidense en 1937 y durante la II Guerra Mundial ejerció como asesor en el proyecto de la bomba atómica de Los Álamos. En 1944 él y su colega el economista **Oskar Morgenstern** publicaron el libro *Theory of Games and Economic Behavior* [Teoría de juegos y conducta económica], que desarrolló la rama de las matemáticas conocida como **Teoría de juegos**. Se destacó por sus aportaciones fundamentales a la teoría cuántica, especialmente el concepto de **anillos de operadores** (actualmente conocido como **Álgebra de Neumann**) y también por su trabajo de iniciación de las matemáticas aplicadas, principalmente la estadística y el análisis numérico. También es conocido por el diseño de computadoras electrónicas de gran velocidad y en 1952 diseñó la primera computadora que utilizaba un programa archivado flexible, el MANIAC I. En 1956, la Comisión de Energía Atómica le concedió el Premio **Enrico Fermi** por sus notables aportaciones a la teoría y al diseño de las computadoras electrónicas. La *Teoría de Juegos* “... puede considerarse aquella parte de la teoría de la decisión que estudia las estrategias de actuación y decisión que siguen diversas personas en una situación de competitividad y conflicto, utilizando el modelo de un juego sometido a reglas, en el supuesto de que cada jugador ignora las decisiones que toma el otro. Se la considera una rama de la lógica matemática, y sirve para estudiar la interacción que se produce en la adopción de decisiones, que se consideran racionales, entre individuos con intereses opuestos y que juzgan sobre los resultados teniendo en cuenta su utilidad o provecho propios y la probabilidad de que ocurran, en determinados ámbitos de la economía, la política y la ética” (Cortés Morató, Jordi, Martínez Riu, Antoni., 1999)

En 1966 **Von Neumann** desarrolló estudios sobre **los sistemas y autómatas auto-reproductores de segundo orden**, así como “... su concepto de autoorganización de la máquina viva, de auto-reparación, que plantea que los seres vivos poseen la aptitud de no degenerarse como la máquina artificial sino de “acrecentar su complejidad”. (27) Este concepto de “complejidad”, considerado clave por Von Neumann, implicaba una particular lógica de funcionamiento de los seres vivos donde intervenían la indeterminación, el desorden y el azar como factores de auto-organización u organización a un nivel superior. La vida como un sistema que se auto-organiza generando sus propios elementos constitutivos y que se auto-reproduce en su globalidad modifica, en una ruptura paradigmática sin precedentes, la noción de vida, constituyendo una “revolución biológica” cuyos alcances eran imposibles de prever a mediados del siglo XX” (Andrade, Raiza, et. al., 2002, pág. 6) Se precisa volver sobre nuevas sistematizaciones y aplicaciones de la Teoría de los Juegos, porque su verdadero valor epistemológico todavía no se ha reivindicado y mucho menos agotado (Conway, J., 1976, Binnmore, K., 1994)

2. Norbert Wiener (1894-1964) matemático estadounidense fundador de la **Cibernética**, nació en Columbia, Missouri y estudió en el Tufts College, y en las Universidades de Cornell, Harvard, Cambridge, Gotinga y Columbia. Fue profesor auxiliar de matemáticas en el Instituto de Tecnología de Massachusetts en 1919 y desde 1932 a 1960 profesor titular. Durante la II Guerra Mundial, mientras se dedicaba a la investigación de técnicas de defensa antiaérea, se interesó por el cálculo automático y la **teoría de la retroalimentación**. De este modo fundó la ciencia de la Cibernética, que trata no sólo del control automático de la maquinaria por computadoras y otros aparatos electrónicos, sino también del estudio del cerebro y del sistema nervioso humano y la relación entre los dos sistemas de comunicación y control. Este científico resumió sus teorías en *Cibernética* (1948) y también escribió *The Human Use of Human Beings* (1950), *Nonlinear Problems of Random Theory* (1958) y *God and Golem, Inc.* (1964).

“El movimiento cibernético comenzó durante la Segunda Guerra Mundial, cuando un grupo de matemáticos, neuro-científicos e ingenieros –entre ellos Norbert Wiener, Ross Ashby, John von Neumann, Claude Shannon y Warren McCulloch– formaron una red informal para perseguir intereses científicos comunes” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 40), Ver: Heims, S.J., 1991). En dos de sus obras Ashby anticipó y divulgó ideas seminales para la comprensión de los conceptos de **retroalimentación** y **recursividad** (Ashby, W.R., 1956, 1960)

El colega de **Wiener, Warren McCulloch**, fue profesor de psiquiatría y fisiología en la Universidad de Illinois, desarrolló estudios sobre la relación mente - cuerpo, inteligencia humana – inteligencia artificial, etc. **McCulloch** en 1943, junto al matemático **Walter Pitts**, publica “... un trabajo pionero: <<Un cálculo lógico de las ideas inmanentes en la actividad nerviosa>>, en el que demostraban que la lógica de todo proceso, de cualquier comportamiento, puede ser transformada en reglas para la construcción de una red” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 59)

El término **Cibernética** proviene del griego **kibernetes** (timonel, guía) y fue usado por Norbert Wiener en 1947 para designar los sistemas que se auto-regulan, tanto en el ámbito artificial (sistemas electrónicos, termostatos, servosistemas, autómatas), como en el ámbito natural (organismos biológicos, homeostasis, sistemas nerviosos...) o social (relaciones interpersonales, relaciones sociales, sistemas económicos, etc.). “Esta ciencia se basa en dos principios:

a) Algunos mecanismos se auto-regulan por retroalimentación o feed-back.

b) Estos procesos pueden describirse formalmente.

Con ello la distancia entre máquinas, seres vivos y sistemas sociales y psicológicos se atenúa, y se permite el estudio de las máquinas, los sistemas vivos y los sistemas sociales a partir de una unidad conceptual básica sustentada por la noción de feed-back y por la noción de información. La cibernética, al igual que la teoría general de sistemas y las teorías de sistemas dinámicos, estudia todo tipo de sistemas naturales o artificiales en los que se pueda observar alguna clase de teleología, teleonomía, función o auto-regulación. El desarrollo de la cibernética ha implicado una fecunda labor de investigación interdisciplinar que se ha abierto a múltiples terrenos: en inteligencia artificial, en teorías sobre la mente, estudios de robótica y automática, teoría de sistemas e informática”. (Cortés Morató, Jordi, Martínez Riu, Antoni., 1999)

3. Claude Elwood Shannon (1916-2001) y **Warren Weaver** (1894-1978) ingenieros estadounidenses crearon en 1948-1949 la **Teoría de la Información**, aparece en el libro: *The Mathematical Theory of Communication*. La idea fundamental de esta teoría radica en la identificación de un **patrón** en el manejo de la información, es decir **el principio de la “limitación de la diversidad”**, mediante el cual se puede **codificar**, como *síntesis de la diversidad*, en unidades cada vez más simples la mayor cantidad de información con un elevado grado de fiabilidad. Además, **Warren Weaver** “... en 1948 publicó un interesantísimo artículo, considerado fundacional, titulado “*Science and Complexity*” en *American Scientist*, 36: 536. De hecho utilizo material que había sido publicado en 1947 y lo más importante es que resulta premonitorio de muchos aspectos de la complejidad” (Sanjuán, M.A., 2006, Ver también: Matos Hernández, E., Fuentes González, H., Montoya Rivera, J., 2007, p. 13-14, Ver también: Aguado Terrón, J.M., 2009)

Nota.

(*) A pesar del *Mito de las Dos Culturas*, de la despiadada competencia intelectual inherente al propio capitalismo y no obstante a la existencia de los denominados *Colegios invisibles*, la mayoría de estos y de otros investigadores no mencionados aquí, han estado agrupados y colaborando entre sí por todo el mundo en instituciones científicas interdisciplinarias tales como: el *Institute of Nonlinear Science* de la Universidad de California en Santa Cruz, el *Center for Nonlinear Dynamics* de la Universidad de Texas en Austin, el *Institute of Nonlinear Science* de la Universidad de California en San Diego, el *Nonlinear Physics Group* del *Institut für Angewandte Physics* en Alemania, el *Control of Complex Systems Laboratory* de la Russian Academy of Sciences, el *Grupo de Sistemas Complejos* de la Universidad Politécnica de Cataluña, entre otras.

ANEXO 10: “Otros iniciadores y continuadores de los Estudios de la Complejidad”.

1. Murray Gell-Mann (1929-), físico estadounidense, célebre por su clasificación de las partículas subatómicas y su propuesta de la existencia del quark. Nacido en Nueva York, estudió en la Universidad de Yale y recibió el título de Doctor en Filosofía por el Instituto de Tecnología de Massachusetts en 1951. Enseñó en la Universidad de Chicago desde 1952 hasta 1955, momento en que se incorporó al Instituto de Tecnología de California. Gell-Mann recibió en 1969 el Premio Nobel de Física por el trabajo que había comenzado en Chicago en 1953. En su investigación se ocupa de las interacciones entre los protones y los neutrones. Partiendo de la base de una propiedad llamada “extrañeza”, que se conservaba en las interacciones fuertes y electromagnéticas (véase Leyes de conservación), Gell-Mann agrupó partículas afines en familias. En 1963 él y, de forma independiente, su colega **George Zweig** presentaron la teoría del quark, supusieron que los quarks —partículas que transportan cargas eléctricas fraccionarias— son las partículas más pequeñas de la materia. La investigación sobre la física de partículas ha utilizado estas teorías. Su obra fundacional es *El quark y el jaguar*, que subtítulo “Aventuras en lo simple y lo complejo”,

Luego, **Gell-Mann**, junto con **Joshua Epstein**, **Stuart Kauffman**, **John Holland** y otros, se dedica a los estudios interdisciplinarios de los sistemas complejos en el **Instituto de Santa Fe**, Nuevo México. Para **Gell-Mann** la *personalidad* como sistema abierto pertenece a la categoría de **sistema dinámico complejo adaptativo**. Por tanto, las Ciencias de la Complejidad se ocupan del estudio de los sistemas complejos adaptativos implicados en procesos tan diversos como el origen de la vida, la evolución biológica, la dinámica de los ecosistemas, el sistema inmunitario de los mamíferos, el aprendizaje y los procesos mentales, la evolución de las sociedades humanas, el comportamiento de los inversores en los mercados financieros y el empleo de programas y/o equipos informáticos diseñados para desarrollar estrategias o hacer predicciones basadas en observaciones previas. El gobierno de los Estados Unidos ha prestado especial interés por las investigaciones del Instituto de Santa Fe y lo apoya con delirante financiamiento.

“El físico **Philip W. Anderson**, Premio Nobel de Física de 1977 en un artículo publicado en la revista *Science* en 1972 y que lleva por título “*More is different*”, donde deja muy claro la idea de que “a cada nivel de complejidad aparecen propiedades completamente nuevas, y la comprensión de estos nuevos comportamientos requiere investigación que entiendo tan fundamental en su naturaleza como cualquier otra”. Dentro del contexto de la física existen numerosos ejemplos de sistemas donde **propiedades emergentes** son manifiestas. Dos ejemplos de ello, entre muchos otros, son la superconductividad y la superfluidez. Existe toda una investigación de carácter fundamental, que pretende investigar los fenómenos complejos, donde en lugar de acudir al reduccionismo, la propiedad fundamental es la emergencia. Además estos **fenómenos complejos emergentes** no se derivan de las leyes microscópicas. (Sanjuán, M.A., 2006).

2. Mitchell Jay Feigenbaum (1944-) es un investigador estadounidense que nació en Filadelfia, Pensilvania, de inmigrantes judíos polacos y ucranianos. Estudió en el *Tilden High School*, *Brooklyn* y en el *City College* de Nueva York. En 1964 comenzó sus estudios de postgrado en el *Instituto Tecnológico de Massachusetts* (MIT). Hizo el Doctorado en 1970 con una tesis sobre las relaciones de dispersión, bajo la supervisión del profesor **Francis E. Low**. Laboró en la *Universidad de Cornell* y en el *Instituto Politécnico y la Universidad Estatal de Virginia*. Luego trabajó en el *Laboratorio Nacional Los Álamos* en *New Mexico*, donde estudió la **turbulencia** en los fluidos y los **procesos caóticos** en general. Allí todavía no había cumplido los 30 años y “... ya se había convertido en sabio entre los sabios, en consultante ad hoc, al que los científicos recurrían en los casos en que se enfrentaban con un problema especialmente irreducible” (Gleick, James, 1988, p. 10) En 1983 fue galardonado por la *Fundación MacArthur*, y en 1986 con el *Premio Wolf* en Física. Ha sido profesor de la *Universidad Rockefeller* desde 1986.

Feigenbaum fue un especial continuador de la *Teoría del Caos*, pues previó varias ideas fundacionales para la *Teoría del Caos*, pues reveló determinados esquemas recurrentes de comportamiento en sistemas que tienden hacia el caos. Dichos peculiares esquemas en el comportamiento de este tipo de fenómenos implican constantes que se han conocido como los **números de Feigenbaum**. (*) Precisamente, este consejero de científicos se planteó que “... para entender cómo la mente humana entresaca algo del caos de la percepción, había que entender de qué manera el desorden produce universalidad” (Ej.: vistos de muy lejos, los movimientos de una familia en un picnic parecen caóticos). Al comparar la evolución de diferentes funciones matemáticas que producen bifurcaciones llegó finalmente (1976) a una teoría y un procedimiento matemático aplicable en forma universal. Este trabajo llevó a realizar el 1º Congreso sobre “Ciencia del Caos” en Como, Italia (1977) y las pruebas matemáticas definitivas las produjo *Oscar Lanford III* en 1979” (Lewin, Roger, 1995, págs. 56-60)

Así pues, la posición de las diferentes bifurcaciones en los sistemas complejos que van camino al Caos están regidas por la ley de universalidad de *Feigenbaum* (la universalidad es más bien un principio que una ley), ideas avanzadas esclarecidas muy bien varias décadas después (Strogatz, S.H., 1994)

En esencia, el aporte fundamental de *Feigenbaum* a la *Teoría del Caos* consiste en la caracterización científica del **principio de la universalidad del comportamiento caótico de los sistemas**, el cual “... se manifiesta en la existencia del orden dentro del caos, es decir, la aparición del comportamiento caótico responde a unas pautas universales y perfectamente determinadas. Este orden se manifiesta incluso en el mismo surgimiento del caos a través de la ruta de desdoblamiento de períodos de *Feigenbaum*. En un sistema que oscila con un período determinado en un tiempo determinado, al variar las condiciones de control, pueden ocurrir sucesivos desdoblamientos de período de la oscilación, dando lugar en el límite una oscilación de período infinito (caos). La universalidad del caos es también cuantitativa ya que la razón de convergencia de las sucesivas etapas de desdoblamiento de

período (d) es una constante universal conocida como **constante de Feigenbaum**, la cual garantiza la aparición de caos para un valor finito del parámetro de bifurcación" (Salazar Domínguez, Carlos, 1997, p. 35)

3. Edgar Morín (1921-) enciclopédico pensador francés, trasgresor de toda frontera disciplinaria, incansable observador con pensamiento crítico permanente desarrolla estudios sobre la historia del conocimiento, la evolución de las diferentes formas del saber, sobre las disciplinas científicas y sus nexos multi, inter y transdisciplinarios. En toda su vasta obra se ha dedicado a someter el ideal reduccionista de racionalidad científica, así como a revelar evidencias de la naturaleza compleja de la realidad y del conocimiento, de allí que su metodología conduce a la búsqueda de las causas, funcionamiento y tendencias de desarrollo del **Pensamiento de la Complejidad**.

Entre las ideas, **conceptos y principios** que Edgar Morín aporta con sus estudios están:

- Pensamiento complejo.
- Disciplina, multi, inter y transdisciplina.
- Usurpaciones interdisciplinarias.
- Migraciones conceptuales.
- Transporte de esquemas cognitivos.
- Ecosistema.
- Crisis del conocimiento.
- Causalidad en Bucle.
- **Principio dialógico.**
- Principio o Bucle retroactivo.
- Principio o Bucle recursivo (feed back).
- Principio de la idea sistémica y organizacional.
- Principio hologramático:
- Principio de la Auto-eco-organización.

En esencia, los trabajos de *Edgar Morín* "... enfocan el pensamiento complejo a partir de tres principios esenciales: **el principio dialógico** (la solución de una contradicción no está en la eliminación de los contrarios, sino en la consideración de lo contrario, la unión de las nociones antagónicas), **el principio de recursión organizativa** (no sólo retroacción (feed-back), sino producción y **autoorganización**, la red de autoproducción y compenetración de efectos sobre sí mismos), y **el principio hologramático** (que implica pensar una nueva relación parte todo, donde la parte está en el todo, y el todo está en la parte)" (Delgado Díaz, Carlos, 2002a, pág. 34)

Es muy controvertida su interpretación del denominado **Principio dialógico**, el cual lo considera una forma racional de aprehender la realidad, que presupone la simultaneidad de las relaciones de antagonismos, competitividad y orden. Este principio constituye un nuevo paradigma del conocimiento basado en los nexos entre orden y desorden. Es considerado, por muchos autores, un complemento enriquecedor de la dialéctica de Heráclito y hegeliano-marxista en general y de la ley de la unidad y lucha de contrarios en particular.

La diferencia entre la dialéctica y la dialógica estriba, según Morín, "... en que la dialéctica, siguiendo a Hegel, siempre es un poco eufórica. Tesis y antítesis siempre dan síntesis. Siempre está ahí el tercer término para superar la contradicción, hay al fin, contradicciones fundamentales insuperables. Por ende, al pensar tenemos que cargar con la contradicción. La contradicción nos invita al pensamiento complejo" (Morín, E., 1996, p. 17-27, 71-89).

Todos estos principios están estrechamente concatenados como premisas y operadores del pensamiento complejo y presuponen una reflexión de naturaleza inter y transdisciplinaria. Además, toda esta nueva visión está dirigida a someter a crítica el ideal clásico de racionalidad científica que ha sido perpetuado por el positivismo y sus versiones posteriores.

"Según Edgar Morín la ciencia clásica es una ciencia que aísla el objeto de estudio respecto de su entorno y del observador, y elimina todo aquello que no se puede medir, cuantificar o poner en un lenguaje matemático. Por eso las ciencias clásicas (la Física, la Química, &c.) se encuentran separadas unas de otras y han contribuido a la fragmentación del conocimiento y a la hiperespecialización. Los lugares de fractura del conocimiento más significativos son lo que Morín llama los tres «niveles de emergencia», el físico, el biológico y el antropológico. Morín propone atajar esta fragmentación, que estaría poniendo en peligro nuestra cultura, con un nuevo método que pretende arraigar las ciencias humanas en las ciencias biológicas y éstas en las físicas, para después, en un circuito de vuelta, enraizar el pensamiento físico y biológico en la cultura" (Alvargonzález, D., 2003, p. 4)

Edgar Morín enfatiza la urgencia de un **Diálogo de Saberes**, que evite o elimine, tanto la crisis de la nueva ignorancia en la *Era del Conocimiento*, así como la destrucción del ecosistema. Esa es, según Morín, una las más prometedoras vías para salvar al planeta y la civilización humana (Morín, Edgar, 1983, 1984, 1990, 1994, 1996a, b y c, 1999b)

Didácticas sistematizaciones del pensamiento de Edgar Morín se pueden consultar en: (Vallejo, Gómez, Nelson, 1996), (González Moena, Sergio (Comp.), 1997), (Gutiérrez Gómez, Alfredo, 1998), (Esnal, Marcos, 1998), (Vallejo, Gómez, Nelson, 2002), (Carrizo, Luis., 2003), (Reyes Galindo, Rafael, 2004)

4. Humberto Maturana (Universidad de Santiago de Chile) y **Francisco Varela** (Escuela Politécnica de París), sus estudios sobre la vida y los sistemas sociales, desde la perspectiva de la complejidad en general y del constructivismo en particular, le condujeron a la creación del concepto de **auto-poiesis**, así como al desarrollo de los fundamentos de una teoría sobre la **auto-**

organización y la **adaptación**. Siguiendo una línea de reflexión similar a la de **Norman Packard** y apoyándose en los fundamentos de la Cibernética de segundo orden, las ideas de Maturana y Varela han enriquecido los estudios interdisciplinarios sobre el origen y la evolución de la vida y de la inteligencia. Es importante destacar que, "... tanto Maturana como Varela coinciden en que el concepto de auto-poiesis fue formulado para sistemas vivos en su expresión mínima, esto es, a nivel molecular (5). La auto-poiesis es una peculiaridad de ciertas máquinas homeostáticas, donde la variable fundamental que mantiene constante es su propia organización" (Gibert-Galassi, J., Correa, B., 2001, Balbi, J., 2002)

5. **Niklas Luhmann Luneburgo** (1927-1998) fue profesor de Sociología de la Universidad de Bielefeld de Alemania, consecuente continuador de las ideas del sociólogo estadounidense **Talcott Parsons** (1902-1979), de manera que enfatiza la línea funcionalista en su propuesta sobre una Teoría General de Sistemas Sociales. Desde su interpretación renovadora *Luhmann* "... rechaza el consenso como elemento explicativo de la cohesión social. La sociedad es un proceso funcionando sin normativas consensuadas sino en conflicto" (León Del Río, Y., 2007, p. 61)

En esencia, los aportes de ese sociólogo alemán se relacionan, ante todo, con la crítica al ideal de racionalidad científica asumido por la sociología moderna, pues estima que la añorada *certidumbre epistemológica* obstaculiza la construcción de una teoría que permita interpretar adecuadamente la sociedad. Esta crítica la resume en los tres *prejuicios epistemológicos*: 1) el prejuicio *humanista* (antropocentrismo), 2) el prejuicio *de la pluralidad territorial de sociedades*, 3) el prejuicio *de la distinción entre sujeto y objeto*. Desde esta perspectiva *Luhmann* arriba al Pensamiento de la Complejidad, como fundamento para buscar nuevas formas epistemológicas y metodológicas necesarias para su Teoría General de Sistemas Sociales, incorpora además, otros referentes teóricos como la Cibernética de segundo orden, la Hermenéutica y la Semiótica. Por ello, utiliza un arsenal de conceptos: comunicación, significado, sentido, auto-referencia, reflexividad, distinción, recursividad, emergencia, reflexividad, etc., con los cuales trata de fundamentar que la sociedad moderna auto-genera una diversidad de realidades, "... que no parten de una identidad buscada, añorada, establecida o construida, sino sistémica que opera funcionalmente reproduciendo permanentemente un proceso de diferenciación sistémica social" (León Del Río, Yohanka, 2007, pág. 62) Este proceso de diferenciación se acelera con la globalización, generadora de fuerzas tecnológicas enajenantes que acentúan la formalización, la simplificación operacional de los sistemas sociales y el desalojo del ser humano de esa funcionalidad.

Por tanto, para explicar este complejo proceso se precisa realizar una observación de la sociedad humana desde una nueva perspectiva, la que proporciona la Cibernética de segundo orden, pues el propio observador es un constructor de realidades de segundo orden, es decir, que el investigador social modifica de antemano y en su curso la misma realidad que pretende conocer. Aquí subyace, pero aún está pendiente, una revolucionaria discusión sobre los conceptos de *intervención* y *facilitación* social, discusión que debe realizarse desde diferentes referentes epistemológicos y a la luz de los recientes avances en los estudios sobre la auto-organización, además, polémica que está también sobre la mesa no solo de los sociólogos, sino de los psicólogos, pedagogos y los cultores de las teorías organizacionales (Mejía Navarrete, J., 2002,

Uno de los conceptos centrales de la teoría de *Luhmann* es el de *sentido*, pero su interpretación "... tiene diferencia sustancial con la propuesta filosófica de Husserl aunque es retomada de ella. El sentido, como medio de la forma sistema - entorno, no es la representación hermenéutica interpretativa de éste, en tanto de ella es insalvable la paradoja bipolar de sentido/sin sentido. Para *Luhmann*, el sentido es derivado de la lógica bivalente autorreferencial, indicador de la emergencia evolutiva de la socialidad, como selección alternativa de una binariedad de elegir, y condiciona la posibilidad evolutiva de lo social" (León Del Río, Yohanka, 2007, pág. 65)

La comunidad académica latinoamericana debe retomar el pensamiento de *Luhmann* y aprovechar sus potencialidades para los procesos de integración transdisciplinaria en el orden educativo, tanto para el rediseño curricular como para la reelaboración de nuevas metodologías socio-educativas concretas en el contexto de la creatividad auto-organizacional del aprendizaje metacognitivo y colectivo (Jiménez, Carolina, 1997), (Castro Sáez, Bernardo, 2001)

6. **Stephen Wolfram** (1959-) es un científico británico, quien desde finales de los años ochenta, al frente de un enorme grupo interdisciplinario de investigadores, siguió las ideas de **Stanislaw Marcin Ulam** (1909-1984), **John Von Neumann**, **Richard Feynman** (1918-1988) y **Murray Gell-Mann**, entre otros, sobre la posibilidad de modelar y simular la complejidad de la realidad. De hecho, **Wolfram** se ha convertido en un legítimo representante de las aplicaciones de los **Autómatas Celulares**. Esta revolucionaria área de aplicaciones de los estudios de los sistemas complejos, cuenta hoy con prometedores avances epistemológicos y metodológicos de creciente utilización en todas las esferas de la actividad social. **Wolfram** ha plasmado sus indiscutibles avances en el libro *A New Kind of Science* (2002) y en su mundialmente famoso Programa *Mathematica*, una genial aplicación de la teoría que constituye una poderosa herramienta para el estudio y simulación por computadoras de la acción de pequeñas células o unidades de comportamiento. Los **autómatas celulares** se rigen por reglas sencillas que son fáciles de predecir para cada caso, pero cuando se examina el resultado global los cambios producidos han generado una complejidad asombrosa, de manera que a mediano y largo plazo la predicción se hace más difícil. Precisamente, el valor de esta herramienta estriba en apelar a la iteración en plazos cortos para ganar en capacidad predictiva, pues permite revelar con mayor certeza y determinismo el posterior comportamiento de los sistemas complejos.

Entre sus fundamentos centrales está el análisis de **patrones de comportamiento** en sistemas complejos, mediante el uso del "**Principio de equivalencia computacional**, el cual se resume en: 1) que existe un límite para la complejidad de cualquier sistema. A partir de cierto punto todos son igualmente complejos. 2) Si el grado de complejidad computacional de un sistema es finito, el

sistema puede ser representado mediante un modelo de Autómatas Computacionales (AC), 3) Los modelos AC responden a un algoritmo definible. 4) Entonces, todos los sistemas complejos pueden representarse -y eventualmente predecirse- mediante un único algoritmo” (Ugarte, D., 2009, p. 2) Hoy por todo el mundo crecen los cultores de esta prometedora herramienta de análisis no lineal de la realidad. De hecho, “... los **autómatas celulares** se han usado extensamente, tanto para representar sistemas naturales, como para diseñar un gran número de juegos matemáticos (Gardner, 1971)... Mientras que los autómatas celulares eran utilizados por matemáticos profesionales y aficionados para el diseño de numerosas juegos, eran también estudiados extensivamente como herramientas matemáticas para representaciones científicas” (Capra, Fritjof, 1996, pág. 126)

Concretamente, **Wolfram** y sus colaboradores no solo han logrado sistematizar la historia de los autómatas celulares, sino también han revolucionado su difusión, automatización y aplicaciones en las más diversas esferas de la actividad humana Para profundizar en esta teoría consultar: Farmer, D., Tomaso, T. & Wolfram, S., 1984, Gutowitz, H., 1991, Capra, F., 1996, Wolfram, S., 2002.

8. Fritjof Capra, Doctor en Física teórica de la Universidad de Viena y actualmente Director del Center for Ecoliteracy de la Universidad de Berkeley de California. Son muy conocidos en la academia internacional sus míticos libros: “*El Tao de la Física*”, “*La trama de la vida: una nueva perspectivas de los sistemas vivos*”, así como “*El Punto Crucial*” y “*Sabiduría insólita*”. En su libro *La Trama de la Vida* (1996) Capra ha realizado una síntesis que integra los nuevos conceptos de las teorías y los modelos de las ciencias de la complejidad y del caos que permite esbozar una emergente concepción de los sistemas vivos capaz de ofrecer una visión unificada de mente, materia y vida. Además, los trabajos de Capra enfatizan la necesidad de la integración transdisciplinaria como vía efectiva para dar solución a los complejos problemas de la realidad.

Nota.

(*) En 1975 **Feigenbaum**, utilizando los pequeños ordenadores HP-65, descubrió que en los sucesivos períodos de bifurcación se tiende a producirse **una constante**. Demostró que el mismo comportamiento, con la misma constante matemática, se produciría dentro de una amplia clase de funciones matemáticas, antes del inicio del caos. En esencia, **Feigenbaum** mostró que existen regularidades en la transición hacia el régimen caótico: las λ_n convergen a λ_∞ en forma de serie geométrica con un coeficiente $\delta \cong 4.6692$, por lo que existe universalidad métrica.

ANEXO 11: “El Constructivismo radical”.

Otros fervientes estudiosos de la emergente **Epistemología de la Complejidad** son **Heinz Von Foerster** y **Ernst von Glaserfeld**, físico-matemáticos austriacos, que aportan las controvertidas ideas de su **Constructivismo radical**. En verdad, el nacimiento de esta perspectiva está relacionado con la construcción de artefactos bélicos basados en la Cibernética. Esta “... comenzó a ocuparse de los sistemas vivos y sociales, los cuales tiene la nueva propiedad de **auto-organizarse** a sí mismos sin necesidad de instrucciones previas. Esto marcó un viraje revolucionario en la comprensión de los sistemas complejos en general y en el desarrollo de la propia Cibernética, pues se produce una ruptura con la epistemología tradicional, la cual observaba el sistema desde el fuera, en lugar de hacerlo desde dentro. Con este viraje aparece la **Cibernética de Segundo Orden**, la cual desarrolla una epistemología para la que la observación es un proceso mediado y dependiente del observador” (Pakman, M., 1996, p. 22). En esencia, esto quiere decir, que se logró aplicar el pensamiento Cibernético al propio proceso cibernético como fundamento de lo que hoy se denomina **sistemas observantes** (Von Foerster, 1996, p. 92).

Entre los **antecedentes del Constructivismo** se destaca el intuicionismo de los matemáticos alemán **Leopold Kronecker** (1823-1891) y holandés **Luitzen Egbertus Jan Brouwer** (1881-1966), quienes enfatizaron el **carácter construido** (idealizado y modelado) del propio objeto de las matemáticas. Ya en el siglo XX fueron partidarios de esta corriente lógico-matemática **Paul Lorenzen** y **A. Markov**, así como los intuicionistas: **Hermann Weyl** (1885-1955).

Por otro lado, el **Constructivismo** se expresó claramente en el Arte, en las obras del movimiento estético iniciado en Rusia hacia 1919 por **Tatlin** y **Rodchenko**. Mientras que en Psicología y Pedagogía **Jean Piaget** y **L.S. Vigotski** han sido, desde los años 30, unos de sus mayores cultivadores, aportando sus **enfoques genético e histórico-cultural** sobre el conocimiento y su aprendizaje, respectivamente. También comparten y enriquecen **ideas constructivistas** Edmundo Husserl, 1913, Gastón Bachelard, 1934, John Dewey, 1946, Michael Polanyi, 1958, M. Merleau-Ponty, 1975, 1976, 1979, P. Watzlawick, et. al., 1984a, 1984b, 1994, 1995, D. Gooding, Trevor Pinch y S. Schaffer, 1989a, Gregory Bateson, 1984, 1992, 1993, entre otros.

En las últimas décadas **los fundamentos epistemológicos del Constructivismo** han tenido una bifurcación hacia dos tendencias: una **radical** y otra **más moderada**, las cuales enfatizan, con diferentes matices, **la naturaleza social-construida del conocimiento científico**. Por ejemplo, Von Foerster y sus colegas enarbolan varias ideas:

El conocimiento no se recibe pasivamente, ni a través de los sentidos, ni por medio de la comunicación, sino que **es construido** activamente **por el sujeto**.

La función de **la cognición** no solo **es adaptativa**, sirve a la organización del mundo experimental del **sujeto**, que no se ocupa del descubrimiento de una realidad ontológica objetiva.

Además, sugieren que se puede encontrar **orden a partir del ruido** en los estudios auto-referenciales de segundo orden, coincidiendo con las ideas de otros estudiosos de la Teoría de la información y de la Cibernética.

A finales de los noventa Von Foerster recurre a la dialéctica paradójica de los silogismos griegos antiguos, a la dialéctica hegeliana (algo no confesado por él) y al pensamiento constructivista matemático de los siglos XIX y XX, así como a Bertrand Russell, Jean Piaget, Gregory Bateson, Ludwig Wittgenstein (el segundo), etc. Fundiendo todas estas perspectivas toma prestado, muchas veces sin reconocerlo, y formula las siguientes ideas y/o principios:

La idea del **conocimiento como construcción social** y no solo como descubrimiento de algo fuera de nosotros (Ver **Notas** sobre: Explicación y Comprensión, Teoría de la Red de Actores, Hermenéutica y Constructivismo).

El principio de la **reflexividad** como estudio inmediato de uno mismo.

La **crítica** a los principios de causalidad y objetividad.

El principio de la **auto-reproducción** como **causalidad circular**, el cual ejemplifica con la naturaleza ondulatoria de los electrones, revelada en los experimentos de **Louis de Broglie** (1905)

Fundamenta **la paradoja de la existencia simultánea de la exclusión y la presuposición de los contrarios** (no reconoce los antecedentes de esta paradoja en la tradición dialéctica: Heráclito, Zenón, Aristóteles, Hegel, Marx, entre otros) Utiliza para ello la tesis de Russell de que “**el conjunto de todos los conjuntos no se contiene a sí mismo**” y pone el ejemplo del Barbero en el pueblo en que pela a todos (incluido él) y a la vez no puede pelarse a sí mismo.

El principio de **auto-referencia** que lo explica a través de los valores de **eigen** (de sí mismo)

El principio de la **codificación indiferenciada**, que se refiere al hecho de que la actividad de una célula nerviosa codifica sólo la intensidad de la perturbación, y no la naturaleza del agente físico que la produjo, de manera que el registro que se hace no es propiamente de la naturaleza del fenómeno, sino de **la naturaleza de las interacciones del sujeto con el fenómeno**. Es decir que **algunas propiedades que se suponía que radicaban en las cosas, de hecho radican en el observador**. Von Foerster se apoya en los estudios de **Henri Poincaré** sobre la naturaleza transfigurada (simulación o modificación de la imagen recibida) de la visión de los ojos en paralelo (Von Foerster, H., 1990, 1991, 1994, 1996, 1998, Von Glaserfeld, E., 1995a, b)

Sin embargo, vale hacer aquí una salvedad, cuando este **Constructivismo radical** como **Cibernética** o **de segundo orden** dice romper de plano con la noción clásica de la relación sujeto – objeto, **se evidencia un exagerado giro hacia el neo-kantismo** que sobreestima el carácter activo del sujeto y desconoce la existencia objetiva de los fenómenos. Precisamente, es en este punto donde las premisas filosóficas de este tipo de constructivismo tienen una fuerte sobredosis de subjetivismo. En este mismo espíritu se afirma, con la euforia constructivista, que: “**la insostenible y clásica relación sujeto y objeto del conocimiento... ya no se afirma tan**

enfáticamente, en cuanto, se asume que nada está dado gratuitamente al conocimiento, y más aún, la ciencia es una construcción eidética. Sin el cuerpo de ideas, de teorías e hipótesis no es posible la concepción del objeto. El objeto es parte indisoluble de la teoría, del cuerpo de ideas que le dan un sentido” (Pradenas, A., 1998, p. 7) Como antídoto para esta desmedida interpretación filosófico-subjetivista del proceso del conocimiento (ya esclarecida, primero, por Hegel en su crítica a Kant y luego por Lenin en su refriega contra el empiriocriticismo), pueden servir las siguientes ideas del prestigioso semiólogo **Umberto Eco**, quien sentencia que: “Una tendencia muy peligrosa de los últimos años es la de afirmar que como todo se puede interpretar, no existen los hechos de por sí... Hay que tener en cuenta que a pesar de la interpretación, un núcleo duro queda siempre en el hecho, y pertenece a él” (Eco, Umberto, 1998, pág. 1) La objetividad no desaparece en la dialéctica perspectiva que incorpora la reflexión más atinada del constructivismo y la hermenéutica, sino que se comprende como *objetivación*, proceso este que supone el carácter dinámico de la realidad y la creatividad del sujeto. Por ello, es que tiene sentido decir que es preferible usar términos que terminen en “ción” que en “idad”, es decir, es más atinado hablar de *objetivación* que de *objetividad*, pues la verdad no se descubre, sino que “... la verdad se construye poco a poco en y por la historia y por el hombre a través de la historia” (Ardoino, Jacques, 1997, pág. 10)

A pesar de ese desliz subjetivista, que pretende desconocer o borrar de un plumazo la relación dialéctica entre el sujeto y el objeto, es muy interesante como se produjo una simbiosis muy fructífera entre la *Cibernética* y la *Teoría General de Sistemas* (Pakman, M., 1996, p. 21-22), ya que logró vincular **la idea de los sistemas abiertos** desarrollada por *Ludwig Von Bertalanffy*, *Ilya Prigogine* y otros, con la noción de **sistemas auto-referenciales** de la nueva *Cibernética* (Luhmann, N., 1991, p. 27). Hoy se reconoce que existen interesantes aplicaciones de estas ideas y principios constructivistas en el estudio de los sistemas sociales, pues “La cibernética de segundo orden de Heinz von Foerster y el Álgebra monovalente del británico George Spencer Brown son una de las decisiones conceptuales previas de Niklas Luhmann. Foerster recupera la noción del cálculo matemático como una operación capaz de realizar distinciones... La observación debe ser entendida como una operación mediante la cual un sistema es capaz de distinguir e indicar... El sistema es un observador que opera distinciones, esto es descripciones, y autogenera su propio ambiente,... el sistema es un constructor de realidades de segundo orden (producto de observaciones de observaciones)” (Berthier, A., 2002, tomado de León Del Río, Y., 2007, p. 62-63)

Desde la perspectiva constructivista “... los sistemas autorreferentes especifican la selección de determinados rasgos del entorno y la desconsideración inconsciente del resto.” (Bateson, 1992: 42-46)” (Sanz, B.E., 2002, p. 2-3).

Estas ideas tienen un significado muy especial para el desarrollo futuro de la sociología, pero sus aplicaciones aún están en pañales, pues las tesis constructivistas (con sus aciertos y exageraciones) todavía hoy entran en contradicción con otros estudios sobre la **auto-organización** social. Por tanto, urgen nuevos desarrollos que confirmen *la validez de las tesis constructivistas*, especialmente, la referente a la manera en que se expresa el denominado **papel del sujeto en la construcción del conocimiento**, la cual ha tenido una clara bifurcación, expresada en el relativismo extremo que enfatiza la primacía del sujeto sobre el objeto (desconociendo la causalidad y la objetividad de la realidad), así como manifestada en su interpretación más moderada que reconoce la dialéctica entre ambos momentos del proceso del conocimiento, es decir: relación sujeto – objeto y sujeto – sujeto: *intersubjetividad* y *omnijetividad* (Ardoino, Jacques, 1997) En fin, la polémica entre la comprensión clásica de la relación sujeto – objeto y la postura constructivista al respecto hoy sigue en pie y todavía falta arrojar muchas luz a esta controvertida interrogante filosófica que lejos de agotarse cobra más vigencia en las nuevas circunstancias en las que se está produciendo el conocimiento científico. Urge no solo el retorno a la reinterpretación del pensamiento clásico al respecto, sino también la atinada incorporación de los avances recientes en neurociencias, lógica borrosa, inteligencia artificial y otras híbridas áreas de integración inter y transdisciplinaria.

Así también, en el centro de los debates constructivistas se encuentra el **concepto de causalidad**, que desde hace ya algunas décadas, también ha sido revolucionado en el orden epistemológico y confirmado por la ciencia en procesos complejos concretos, algo que ha estado enriqueciendo su concepción dialéctica (Hegel, Marx, Engels y Lenin sentaron sus bases gnoseológicas revelando la relación dialéctica entre: causa, necesidad, efecto, casualidad, mediación, devenir, concatenación universal, etc.). Entre muchos científicos ya se está enraizando la idea de lograr una superación cualitativa de este concepto en base a la negación de la negación (aunque usualmente no se reconozca su espíritu hegeliano y marxista). La visión lineal clásica de la *causalidad* se ha criticado y enriquecido a la vez con la comprensión y la demostración del papel de la **retroalimentación** en la **relación causa – efecto** en los sistemas dinámicos complejos. La **no-linealidad** es un atributo esencial de estos sistemas, los cuales abundan más en la realidad que lo que usualmente se creía.

La siguiente referencia hace gala de esta espontánea posición dialéctica de los intérpretes de la nueva Revolución del Saber: “La mesa de billar newtoniana está siendo actualmente apartada a un rincón de la sala de juego cósmica. Se considera **la causalidad mecanicista** como un caso especial aplicable a algunos fenómenos, pero no a todos, y estudiosos y científicos del mundo entero están elaborando **una nueva concepción del cambio y la Causación** más acorde con nuestras concepciones, rápidamente cambiantes, de naturaleza, evolución y progreso, de tiempo, espacio y materia. El epistemólogo de origen japonés Magoroh Maruyama, el sociólogo francés Edgar Morin, teóricos de la información como Stafford Beer y Henri Laborit y muchos otros están proporcionando pistas de cómo actúa la causación en sistemas no mecánicos que viven, mueren, se desarrollan y experimentan evolución y revolución. El Premio Nobel belga Ilya Prigogine nos ofrece una sorprendente síntesis de las ideas de orden y caos, azar y necesidad, y de cómo se relacionan con la causación” (Toffler, A., 1980, p. 200). Además, sobre **causalidad** se puede consultar: Aristóteles, 1975, 2005a, b, Hegel, J.G.F., Marx, C., 1973, Engels, F., 1975, 1979, Maruyama, M., 1963, Forman, P., 1984, Boya, L. J., Carreras, A. y Escorihuela, J. L., 1990, Prigogine, I., Nicolis, G., 1994a, Luhmann, N., 1999e, Resik Habib, P., 2003, Ramis

Andalia, R., 2004, (Juarrero, Alicia, 2006), (Juarrero, Alicia, Rubino Carl A., et. al., 2008)

En este mismo espíritu se destacan otros investigadores que tributan a esa *renovada concepción dialéctica de la causalidad*, la cual constituye una de las tesis centrales de los fundamentos epistemológicos de lo que Toffler llama *Tercera Ola*. En el libro *Razón y Revolución* de los marxistas ingleses Alan Woods y Ted Grant (2005, p. 85-110) se desarrolla un detallado análisis de las implicaciones filosóficas de las nuevas concepciones científicas sobre la causalidad, en especial, sobre su interpretación desde los *Estudios de la Complejidad*. En la última década la perspectiva constructivista tiene muchos matices en la interpretación de la relación sujeto – objeto. Por ello, se sugiere consultar los trabajos no solo de autores de esa perspectiva, sino también de otras corrientes de pensamiento que polemizan sobre la relación sujeto - objeto: Husserl, E., 1913, Vigotski, L.S., 1931, 1934, 1984, 1995, Bachelard, B., 1934, Dewey, J., 1946, Polanyi, M., 1958, Piaget, J., 1965, 1975, 1981, 1990, 1991, 1995, Merleau-Ponty, M., 1975, 1976, 1979, Watzlawick, P., et. al., 1984a, 1984b, 1994, 1995, Gooding, D., Pinch T., Schaffer, S., 1989a, Bateson, G., 1984, 1992, 1993, Maturana, H. y Varela, F., 1984, 1990, 1992, 1995, 1996a, 1997b, Von Foerster, H., 1990, 1991, 1994, 1998, Luhmann, N., 1991, 1999b, c, Von Glaserfeld, E., 1995a,b, Valera Alonso, O., 1995, Pakman, M., 1996, González Rey, F., 1997, Jiménez, C., 1997, Rivas Hurtado, P., 1997, Santibáñez, D., 1997, Arnold Cathalifaud, M., 1997, 1998a, 2000, Zilberstein Toruncha, J., 1997, 1999, Eco, U., 1998, Torres Nafarrete, J., 1998, Pradenas, A., 1998, Toledo Nickels, U., 1998, Villarroel Muñoz, F., 1998, Roza, J., 1999, Sanz, B.E., 2002, Andrade, R., et. al., 2002, Vázquez Alonso, Á., et. al., 2003, León Del Río, Y., 2007, Ortega, D., 2008, Páramo, P., y Otálvaro, G., 2008. Tanto los cultores de la **Teoría de la Red de Actores** como de la **Hermenéutica** se pueden catalogar, no obstante a sus matices, de constructivistas.

ANEXO 12: “Epistemología de la Complejidad: principios, conceptos y métodos”.
Principios, ideas rectoras, nociones y conceptos:

| | | |
|---|--|---|
| Adaptación (Charles Darwin). | Aleatoriedad. | Alta sensibilidad a los cambios iniciales |
| Amortiguación. | Amplificación (Lorenz, Prigogine). | Anidamiento. |
| Antagonismo. | Aperiódicidad. | Armonía. |
| Artificialidad (Laszlo, Hayles). | Atractores extraños. | Auto-afinidad. |
| Auto-consistencia. | Autómatas celulares (Wolfram). | Autonomía. |
| Auto-organización (Kant, Haken, Prigogine, Maturana). | Auto-poiesis (Maturana, Varela). | Auto-referencia (Von Foerster). |
| Auto-reproducción (Maturana). | Auto-semejanza (Mandelbrot). | Auto-similitud. |
| Bifurcaciones (Lorenz, Feigenbaum). | Bootstrap (*) Chew. | Borrosidad (Zadeh, Munné). |
| Bucle retroactivo (Morín). | Caos: en su borde o frontera (Lorenz y Munné). | Catástrofes (Thom). |
| Catastrofismo (Federico Munné). | Ciclos límites. | Coherencia. |
| Complejidad (Gell-man). | Complementariedad. | Comunicación. |
| Concatenación universal (Hegel). | Conectividad (Bateson). | Conmensurabilidad (Maturana y Varela). |
| Constreñimiento o restricción posibilitante. | Convergencia. | Correlación (Bohm). |
| Corrimiento de la frecuencia de resonancia. | Criticalidad (Back, Kauffman, Wolfram, Solé). | Desarrollo (Hegel). |
| Desorden. | Dimensión fractal (Mandelbrot). | Dinámica compleja. |
| Discontinuidad. | Divergencia exponencial de las trayectorias. | Emergencia (Haken, Maturana y Varela). |
| Entropía. | Equilibrio. | Escalado. |
| Espacios de fase. | Estabilidad. | Estocasticidad. |
| Estructuras termodinámicas disipativas (Bénard, Prigogine). | Evolución (Darwin). | Fenómenos críticos. |
| Fluctuaciones. | Flujicidad. | Fractalidad (Mandelbrot, Munné). |
| Frentes de ondas no lineales. | Histéresis. | Holístico. |
| Hologramático (Mandelbrot, Morín). | Homeostasis. | Imaginación. |
| Impredecibilidad. | Incertidumbre (Heisenberg). | inclusión borrosa (Bohm, Kosko, Morín) |
| Indeterminación (Hegel, Heisenberg) | incomensurabilidad | Inestabilidad |
| Información | Intuición | Lagunaridad. |
| Metadimensionalidad (Kaku). | Modulación de ondas no lineales. | Morfogénesis (Sheldrake). |
| Neguentropía, | No-linealidad (Lorenz). | Omnijetividad (Sujeto – objeto – Sujeto de Izquierdo y Maturana). |
| Ondas de choque. | Ondas solitarias. | Orden. |
| Organización. | Oscilaciones auto-sostenidas. | Oscilaciones irregulares. |
| Oscilaciones no lineales. | Paradoja. | Pauta o Patrón (Pitagóricos, Bateson y René Thom). |
| Perturbaciones. | Plegabilidad (Bohm). | Ramificación. |
| Recursividad (Briggs, Horfstadter, Morín). | Red. | Redundancia. |
| Reflexividad (Barnes, Latour). | Resonancia (Sheldrake, Morín, Bateson). | Retratos de fases. |
| Retroalimentación (Shannon, Weber, Bateson, Von Neumann). | Rizoma (Deleuze, Guattari). | Robustez adaptativa. |
| Ruido. | Ruptura de simetría. | Salto de frecuencia. |
| Salto de magnitud. | Series de tiempo. | Simetría. |
| Sinergia (Haken, Eigen). | Singularidad (Prigogine, Gell-man). | Sistema conservativo. |
| Sistemas dinámicos complejos. | Sistema evolutivo. | Solitones. |
| Subarmónicos. | Transitividad topológica. | Turbulencia. |
| Ubicuidad. | Universalidad del Orden en el Caos (Feigenbaum). | Vórtices solitones. |

Esta cartografía de conceptos utiliza la propuesta de (Andrade, Raiza, et. al., 2002, págs. 4-10, 45-47), la cual ha sido enriquecida en todo el texto de la tesis. Entre los estudiosos de la Complejidad **no hay consenso**, algo muy natural en esta fase de maduración teórica, sobre las diferencias entre las ideas rectores, principios, nociones, conceptos y propiedades. Por ello esta diversidad de términos hace que se confundan, complementen y hasta que utilicen indistintamente. De hecho es muy evidente que todavía la o las **Epistemología de la Complejidad**, en sus tres dimensiones como: *Pensamiento* (cosmovisión), *Ciencia y Métodos de aplicación*, está en incipiente construcción. Las generalizaciones filosóficas y epistemológicas están todavía en pañales, se necesita de un trabajo transdisciplinario sistemático y sostenido para lograr hacer que las teorías, enfoques y métodos maduren y sean cada vez más aplicados y validados en y por la práctica académica y social. Además, los **nombres** que aparecen entre paréntesis solo refieren a quienes han introducido o enriquecido el término y el concepto. Colocarlos allí siempre es muy riesgoso, pues otros nombres pudieran ser más representativos, por lo que debiera completarse y enriquecerse mucho más. Sin embargo, aquí el interés es más bien didáctico y para ello se ha tomado y ampliado varios intentos de sistematización de la *Epistemología de la Complejidad*. Entre los autores que han logrado cierta sistematización, cartografías o glosarios de términos, nociones, principios y conceptos se destacan: (Gleick, James, 1988), (Atlan, Henri, 1990), (Sametband, Moisés José, 1991), (Morín, Edgar, 1994), (Prigogine, Ilya; Nicolis, Grégoire, 1994a), (Munné, Frederic, 1994), (Munné, Frederic, 2000), (Clayton, Keith, 1997), (Bar-Yam, Yaneer, 1997), (Bar-Yam, Yaneer, 2000), (González Moena, Sergio (Comp.), 1997), (González Moena, Sergio, 1999), (Maldonado, Carlos, Eduardo, et. al., 1999), (Maldonado, Carlos Eduardo, 2007c), (Le Moigne, Jean-Louis (Comp.), 2000), (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2001), (Aguado Terrón, Juan Miguel, Gutiérrez, Juan Antonio, 2002), (Aguado Terrón, Juan Miguel, 2008), (Andrade, Raiza, et. al., 2002), (Najmánovich, Denise, 2002), (Ciurana, Emilio Roger, 2003), (CNA Corporation, 2004), (Cornejo Álvarez, Alfonso, 2004), (González Mora, Ania, 2007), (Rodríguez De Rivera, José, 2008), (Rodríguez De Rivera, José, 2009), (Martínez Álvarez, Fidel; Ortiz Hernández, Eloy, González Mora, Ania, 2009a).

Métodos, técnicas y procedimientos científicos no-lineales.

- Análisis topológicos cualitativos.
- Programas de control borroso.
- Ecuaciones y transformadas para el estudio de dinámicas no-lineales.
- Estudios de los espacios y retratos de fases de los atractores en sistemas dinámicos complejos.
- Análisis no lineales de redes Bayesianas y de Markov.
- Metodologías de Autómatas Celulares.
- Imaginología fractal cualitativa.
- Modelos de redes neuronales.
- Programación basada en Agentes.
- Software, Programas y modelos de Inteligencia Artificial que simulan los procesos dinámicos no-lineales.
- Las metodologías multivariadas y probabilísticas de la Estadística no lineal, específicas de cada teoría que integran los análisis cuantitativos y cualitativos.
- Modelos y análisis no lineales de series de tiempo en fenómenos biomédicos, epidemiológicos, poblacionales y organizacionales.
- Modelos, índices, exponentes y dimensiones que registran y explican el comportamiento complejo, que han recibido el nombre de sus creadores. Para solo citar algunos: Exponente de Lyapunov, Ecuación de Verhulst, Oscilador Van der Pol, Ecuaciones de Korteveg de Vries, Modelo de Fermi-Ulam, Ondas de Rossby, etc. Para profundizar en el estudio de *algunos nuevos métodos y técnicas científicas no lineales* consultar (Kosko, Bart, 1995), (Arnold Cathalifaud, Marcelo, 1999b), (Navarro Cid, José, 2001), (Panyella Roses, Magi, 2002), (Diegoli, Samantha, 2003), (Diegoli, Samantha, 2004), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2000), (Sotolongo Codina, Pedro Luís, 2003), (Morillas Raya, A., 2006), (Betancourt, José, Brito Santana, H., Martínez de Santelices, A., 2007), (Romero, Jesús, 2008), (Toledo Amador, Arelis, Escobar, M.A., Ortiz Hernández, E., 2007), (Kantrowitz, M., et al., 2008), (Sampedro, Javier, 2008), (Portuondo Padrón, Roberto; Cámara, Martínez, A., 2010), (Filgueiras Sainz de Rozas, Miriam, 2010)

(*) Para algunos autores las ideas del denominado **"Bootstrap"** de Geoffrey Chew es una teoría, sin embargo, casi todas las ideas sobre este asunto más bien se puede resumir en un enfoque o **principio de auto-consistencia**, pues el universo y sus formas particulares de existencia en calidad de sistemas abiertos y concatenados se expresan no tanto por leyes como por la regularidad de la *auto-consistencia*, resultante de la interacción de sus componentes esenciales. En fin, constituye el reconocimiento de que la realidad se expresa no tanto como un sistema de leyes, sino como *un sistema abierto en rico entramado (rizoma) sin jerarquías y de ciertas regularidades que también evolucionan y se transforman (sin leyes fundamentales), del cual emerge dicha auto-consistencia*. Esta idea se opone a la racionalidad científica clásica fundada en la linealidad y las leyes deterministas, pues, más bien se nutre del pensamiento holístico oriental, concretamente de la noción budista del *Mahayana*, idea que no privilegia ningún principio ni jerarquiza o centraliza ninguna estructura o funciones de la vida (Capra, F., 1994, p. 58, Andrade, R., et. al., 2002, p. 16-19)

ANEXO 13: “Tesis epistemológicas para la construcción de una Educación Transdisciplinaria”.

1. La necesidad de reinterpretar, desde los enfoques: dialéctico, inter y transdisciplinario, los fundamentos de la filosofía, de la ciencia y de la educación sobre el proceso de integración del saber y su divulgación.
2. Determinación de los factores que dieron origen a la gnoseología y la epistemología como teorías sobre las formas filosófica y científica del conocimiento, así como la necesidad del acercamiento y fertilización mutua entre ambas en el actual proceso de integración del saber.
3. La crítica a las influencias negativas del reduccionismo del ideal clásico de racionalidad científica y del neopositivismo que generó la demarcación dicotómica o exagerada de la gnoseología y la epistemología, de la filosofía y la ciencia, de la razón y la empiria, de la deducción y la inducción, etc.
4. La crítica al aislamiento filosófico, epistemológico y cultural por la fuerza de las tradiciones, prejuicios, mitos y el predominio del enfoque disciplinar y simplificador que han caracterizado la racionalidad moderna.
5. La necesidad de acelerar el proceso de integración del saber desde las perspectivas dialéctica, inter y transdisciplinaria y aprovechando las diferentes tradiciones en el estudio del conocimiento.
6. La caracterización del egocentrismo intelectual de la cultura occidental que menosprecia los aportes de las demás culturas.
7. El rescate de la visión *holística* del pensamiento oriental que enfatiza el equilibrio dinámico del hombre con su entorno, el cual estuvo presente en la obra de los pensadores griegos antiguos y que es una fuente esencial para el desarrollo de los paradigmas emergentes de integración del saber.
8. El rescate de lo mejor del pensamiento multidisciplinar griego antiguo y su vocación dialéctica y de integración del saber, en la que la filosofía y ciencias estaban fundidas en una pieza.
9. La polémica presocrática sobre *Cosmos* y *Caos* (orden y desorden), que generó dos tendencias en la interpretación del conocimiento: monismo y pluralismo, optimismo y pesimismo, una que apostaba por el estudio del *orden* y las *regularidades* y la otra que enfatizó la necesidad de considerar el *caos* y el *azar* como atributos de la realidad.
10. El reconocimiento de que con *Tales* de Mileto se origina el ideal clásico de racionalidad científica, fundado en la causalidad lineal y la simplificación lógica de la realidad, que fue cultivado por el programa monista y que a la postre se perpetuó por milenios.
11. La noción pitagórica del valor metodológico del *patrón* numérico para el estudio de la realidad, la cual representa la tendencia pluralista y pesimista que enfatiza la necesidad de comprender los fenómenos irregulares, el azar y el caos, como fenómenos inherentes a la realidad y al propio conocimiento humano. Este programa fue opacado por el triunfalismo del monismo y su perpetuidad en la Época Moderna.
12. Desde los pitagóricos se dio la clarinada del valor de las matemáticas como modelación, tanto en *el orden cuantitativo como cualitativo*.
13. El valor gnoseológico del Holismo dialéctico de *Heráclito* y sus seguidores, así como la anticipación de ideas, hoy constitutivas de los enfoques de la Complejidad, como la seminal idea de Anaxágoras del principio geométrico fractal *hologramático* en su noción de la relación dialéctica entre el todo y la parte.
14. La vigencia de los aportes de la compleja lógica silogística de los Estoicos megarenses para el desarrollo de los principios de la actual *Lógica borrosa*.
15. El valor heurístico del estudio dialéctico e ingenioso desarrollado por Parménides y Zenón de las *paradojas*, *aporías*, *antagonismos* y *crisis* en los procesos naturales y en el conocimiento.
16. La anticipada noción constructivista de *Protágoras* con su *visión del hombre como la medida de todas las cosas*, en la que intuye *la relación de lo objetivo y lo subjetivo en la verdad y la naturaleza social del conocimiento*.
17. La reinterpretación de la muy avanzada **teoría atomística** de *Demócrito*, que **intenta integrar las visiones monista** (énfasis en lo permanente e inmutable) y **pluralista** (énfasis en el cambio) de la realidad.
18. El reconocimiento del valor de la Geometría euclidiana para el establecimiento del ideal clásico de racionalidad científica, así como la crítica a sus limitaciones que luego fueron superadas por las *Geometrías no-euclidianas*, la *Topología dinámico-cualitativa* (Gaus, Lobachevski, Bolyai, Riemann, Poincaré, Sierpinski, Lefschetz, Thom, Smale, entre otros) y la *Geometría fractal* de Benoît Mandelbrot.
19. El rescate de la concepción de *Platón* resumida en su tesis de la *Symploké* (complexus como conexión y desconexión) y su valor para el pensamiento dialéctico-complejo.
20. La reinterpretación del papel de la lógica formal aristotélica, así como el valor metodológico de su teoría de las *categorías*, su ordenamiento y estratificación para el ulterior desarrollo de las ciencias.
21. El valor de la idea aristotélica de la *entelequia* como auto-mejoramiento, lo cual ha sido premisa para la comprensión del proceso de *auto-organización* de los sistemas complejos.
22. El reconocimiento de la concepción dialéctica de Aristóteles sobre la *causalidad* y la *mediación*, en la que anticipa la naturaleza social del conocimiento.
23. El rescate de las avanzadas ideas aristotélicas sobre el *silogismo práctico* y la distinción entre *explicación* y *comprensión*, las cuales fueron desarrolladas en la Modernidad.

24. La tesis aristotélica: "*El todo es más que la suma de las partes*" (*Sínonon*), en la que intuye el fenómeno de la *emergencia* de propiedades gracias a las interrelaciones de las partes en los sistemas naturales y sociales, lo cual expresa su riqueza y complejidad.
25. La crítica anticipada de *Aristóteles* a las matemáticas abstractas.
26. La crítica a los mitos y prejuicios establecidos por el pensamiento griego sobre *el primado intelectualista* del conocimiento científico sobre el conocimiento técnico y del *carácter amenazador* de la ciencia y la técnica.
27. El reconocimiento de que no obstante a la represión de la Santa Inquisición el nominalismo y los experimentalistas realizaron aportes al estudio del conocimiento en la Edad Media.
28. El enfoque *holístico* y el *trabajo multi e interdisciplinario* espontáneos de los Titanes del Renacimiento.
29. El valor de las obras de varios pensadores de la modernidad (Sade, Rousseau, etc.) para la crítica al *optimismo ingenuo*, que exageró las potencialidades de la ciencia y la técnica para el desarrollo social.
30. El significado epistemológico de *los cuatro ídolos*, criticados por *Francis Bacon* sobre el conocimiento.
31. La crítica al *exceso de cuantificación matemática* en la medición y del *mito de la necesidad de la simplificación matemática*, que ha subestimado sus potencialidades para el estudio cualitativo de la realidad.
32. La crítica al *ideal de racionalidad científica* basado en el *método experimental*, el *reduccionismo* y la *simplificación*.
33. La reivindicación de la epistemología del empirismo inglés y de otros ismos de la Modernidad.
34. El rescate del aporte de *Kant* contenido en su idea del *carácter activo del sujeto*.
35. La crítica dialéctica a las interpretaciones subjetivistas y constructivistas de la obra de *Kant*.
36. El reconocimiento de la avanzada idea kantiana sobre la *auto-organización* en los sistemas vivos.
37. La importancia de la *Hermenéutica* y su concepto de *comprensión*, así como el valor del *sentido personal y social* del conocimiento.
38. El reconocimiento del *Marqués de Sade* como precursor del pensamiento crítico-dialéctico de los mitos de la Modernidad.
39. La crítica a los bandazos entre los métodos empirista y racionalista, inductivo y deductivo en la investigación.
40. La reivindicación de la *Lógica dialéctica hegeliana* y la vigencia de la mayoría de sus ideas, tesis y conceptos.
41. El reconocimiento de que los *Estudios CTS* y de la *Complejidad* tienen como premisas ideas, tesis y conceptos del Marxismo. En especial, la confirmación de la vigencia de los principios marxista fundamentales: *desarrollo, concatenación universal, análisis histórico-concreto y de la unidad teoría – práctica*.
42. El valor de la dialéctica marxista para la crítica a las corrientes positivistas, neo-positivistas y subjetivistas.
43. La intuición de conceptos de la complejidad en la obra de *Charles Darwin*, *Claude Bernard* y otros biólogos.
44. El papel de las ideas avanzadas de *Ludwig Boltzmann* en su Mecánica estadística y sus aportes a la comprensión probabilística de los fenómenos dinámicos no-lineales.
45. El alcance epistemológico de la obra de *Henri Poincaré* como precursor de la Teoría del Caos.
46. La reacción de las tradiciones *dialéctica* y *hermenéutica* contra el ideal clásico de racionalidad científica.
47. La crítica a la Concepción heredada del conocimiento científico como enfoque disciplinar, a través de la caracterización de sus rasgos fundamentales y sus repercusiones epistemológicas e ideológicas.
48. La crítica al *mito del dominio del hombre sobre la naturaleza* y sus impactos sobre el medio ambiente y la salud.
49. La reivindicación del papel de la filosofía en la sistematización de los avances científicos.
50. La fundamentación de la dimensión ideológica de la ciencia y la crítica al carácter manipulador en el capitalismo.
51. El Ethos de la ciencia contra el mercantilismo, el fraude, el celo profesional, el elitismo, etc.
52. La crítica al burocratismo, al elitismo y la gerontocracia en la ciencia que monopolizan las publicaciones, eventos y el financiamiento de los proyectos, etc.
53. La crítica al mimetismo en la transferencia tecnológica y el reconocimiento del valor social de una nueva cultura de la asimilación endógena según el contexto de cada región, país y localidad.
54. La fundamentación del valor de la teoría kuhniana de los paradigmas para la crítica al ideal clásico de racionalidad y el reconocimiento de la dialéctica entre revolución y reforma, es decir, de las etapas "extraordinaria" y "normal" en el desarrollo de la ciencia.
55. El valor de los *tres argumentos epistemológicos* para la crítica al ideal neopositivista de ciencia (carga teórica de la observación, la fragilidad del conocimiento inductivo y el problema de la infradeterminación)
56. El significado de los fundamentos dialéctico y hermenéutico de los conceptos de *explicación* y *comprensión* como premisa para la determinación de las diferencias cualitativas de las racionalidades científico-natural y social.
57. La necesaria caracterización y crítica constructiva de los *Estudios interdisciplinarios CTS*.
58. La sistematización de las *ideas, principios y conceptos fundamentales* de los *Estudios CTS*: ciencia, técnica, tecnología, tecnociencia, descubrimiento, invención, innovación, etc.
59. Los rasgos que caracterizan la *nueva visión social* de la actividad tecnocientífica.
60. La *Teoría de la Red de Actores* y la necesidad de su asimilación crítica y endógena en Cuba.
61. La crítica a las limitaciones e insuficiencias del *Enfoque CTS* en el orden metodológico, no obstante a sus aportes para el análisis social interdisciplinario de la actividad tecno-científica.

62. La caracterización de las formas históricas de integración del saber: sus retardos y evolución.
63. La comprensión de la verdad científica como un proceso dialéctico: objetivo y subjetivo, absoluto y relativo, abstracto y concreto, vinculado a otros conceptos y principios gnoseológicos.
64. La renovación del concepto de racionalidad científica, que se nutre del pensamiento CTS y dialéctico-complejo.
65. La necesaria aceleración del acercamiento entre los enfoques sistémico y dialéctico y de otros paradigmas para el proceso de integración del saber.
66. La fundamentación de la naturaleza flexible y dinámica de los conceptos, teorías, métodos y técnicas.
67. El valor del conocimiento empírico-cotidiano, de las tradiciones y de las costumbres para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
68. La crítica al reduccionismo: genético y epistemológico-tradicional.
69. La demostración de las dimensiones axiológica e ideológica de la ciencia que se oponen a la pretendida "neutralidad ideológica".
70. La crítica al mito de las Dos Culturas: la anticipación martiana, el papel de la crítica de C.P. Snow y del proceso de integración del Saber como vía para superar ese mito.
71. La crítica a la ignorancia globalizadora a través de la promoción de lo mejor del conocimiento desde la diversidad y la concepción dialéctica sobre la relación entre lo universal, lo nacional y lo local.
72. El papel de la globalización solidaria e internacionalista vs. la globalización neoliberal y sus impactos negativos.
73. El reconocimiento del necesario papel del criterio del experto, en tanto considere la participación activa y democrática del profano y de las masas.
74. La fundamentación del *carácter humanista* de la actividad tecnocientífica y el cultivo de sus *valores éticos* universales y sus particularidades según el contexto histórico cultural.
75. La promoción de la educación ambiental inspirada en la sostenibilidad sin excesos ecologistas.
76. La sistematización de los antecedentes y precursores de los estudios científicos no lineales, así como la demostración de su papel como reacción anticipada al ideal clásico de racionalidad científica.
77. La caracterización e importancia de los antecedentes e iniciadores de la *Revolución Contemporánea del Saber* y la necesidad de su asimilación endógena en Cuba para la Educación Transdisciplinaria.
78. La revelación de las coincidencias históricas en el surgimiento y en los fundamentos teóricos de los *Estudios CTS* y de la *Complejidad*, así como la urgencia del necesario acercamiento entre ambas áreas de integración del saber.
79. La Sistematización de los *antecedentes, precursores e iniciadores* de los *Estudios de la Complejidad*, así como de la Hermenéutica y del Constructivismo radical y la crítica a la academia científica conservadora que subestima sus avances.
80. El papel fundacional de la *Teoría del Caos* de *Edward Lorenz*, así como el valor epistemológico y metodológico de sus principios.
81. El valor de las *Teorías de Sistemas* de Bertalanffy y Boulding, que enriquecen la *Teoría del Caos* y su vínculo con otras emergentes áreas de integración del saber, a través de decenas de ideas y conceptos.
82. La importancia del enfoque gnoseológico de Gustavo Bueno para el análisis de la historia del pensamiento holístico.
83. El papel de los estudios topológicos de Smale y Thom y sus aplicaciones en varias esferas de la actividad humana.
84. La importancia de la Geometría fractal para el enfoque holístico y sus aplicaciones crecientes en la actividad científica.
85. El valor práctico y las aplicaciones metodológicas de la Lógica borrosa en los diferentes ámbitos de la actividad humana.
86. El reconocimiento de la necesaria relación entre el *Pensamiento de la Complejidad* y la *Dialéctica materialista*.
87. Las connotaciones: epistemológicas, ideológicas y metodológicas de los *Estudios de la Complejidad*.
88. El valor gnoseológico y epistemológico de los estudios de la *Auto-organización*.
89. La sistematización de los *fundamentos epistemológicos* (teorías, ideas, principios, conceptos, métodos, etc.) de los *Estudios transdisciplinarios de la Complejidad* que todavía están en construcción.
90. La caracterización y fundamentación del papel del proceso de integración del saber en la historia, así como la definición de sus conceptos fundamentales y su interrelación: multi, inter y transdisciplinariedad.
91. La crítica a las exageradas clasificaciones filosóficas, epistemológicas y metodológicas que han acentuado más el aislamiento entre disciplinas que el *Diálogo de Saberes* hacia la transdisciplinariedad.
92. La crítica constructiva a la situación de la Educación en Cuba y la fundamentación de la necesidad de su renovación epistemológica.

Todas estas temáticas, con otras ideas contenidas en el texto del trabajo y en las notas y los anexos, constituyen solo algunas *tesis epistemológicas para la construcción de una Educación Transdisciplinaria*, que se han tratado de sistematizar aquí. Estas ideas deben ser divulgadas a través de creativas estrategias que las hagan llegar a todos los niveles y estratos de la sociedad cubana.

ANEXO 14: “Propuesta de temáticas para cursos y diplomados de la Educación Transdisciplinaria”.

I. Presupuestos teóricos del conocimiento científico en la historia.

Presupuestos generales del conocimiento: ¿Epistemología y/o Gnoseología? Reflexiones filosóficas sobre el conocimiento en la Antigüedad. El conocimiento científico en la Edad Media. Fundamentos del conocimiento científico en la Modernidad. Las concepciones dialéctica y hermenéutica como antecedentes de las reacciones a la racionalidad científica clásica. La Tradición marxista y su crítica del positivismo y del neopositivismo. Otras reacciones en el siglo XIX ante el ideal clásico de racionalidad científica. El valor de los tres argumentos epistemológicos ante el neo-positivismo. La Concepción heredada de la Ciencia como enfoque disciplinar. La anticipación martiana a la crítica del Mito de las Dos Culturas.

II. Los Estudios interdisciplinarios CTS como antesala de la Revolución contemporánea del Saber.

Los *Estudios CTS* como antesala de la Revolución contemporánea del Saber. Las tradiciones fundamentales del Movimiento internacional de Estudios CTS. Los Principios y conceptos fundamentales del Enfoque CTS: ciencia, técnica, tecnología, tecnociencia, descubrimiento, cambio tecnológico, invención, innovación, transferencia tecnológica, clasificación de las tecnologías y de las innovaciones. La Teoría de la Red de Actores, su metodología y aplicaciones. Los estudios de riesgos y conflictos sociales de la actividad tecnocientífica. Las simulaciones educativas y las controversias tecnocientíficas. Antecedentes y presupuestos teóricos de la Ideología científica. Tecnociencia, Poder, Ideología y Globalización. El Enfoque interdisciplinario CTS como metodología de análisis y transformación social: su alcance, limitaciones y perspectivas. La Educación CTS: limitaciones y perspectivas. Sus particularidades en Cuba.

III. La nueva Revolución del Saber y los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad.

Antecedentes de los estudios científicos sobre los fenómenos no lineales. La nueva Revolución del Saber, Aportes epistemológicos de la Teoría de los Juegos, Cibernética y Teoría de la Información. La Teoría del Caos, Otras teorías y corrientes: Teoría General de Sistemas y los avances posteriores del enfoque sistémico, los Estudios de las estructuras disipativas, la nueva Topología, la Teoría de las Catástrofes, la Geometría fractal. Los fundamentos y aplicaciones de la Lógica borrosa, los Autómatas celulares y sus aplicaciones metodológicas. Los Estudios transdisciplinarios de la Complejidad: principios y conceptos fundamentales. Los métodos no lineales y sus aplicaciones en los diferentes ámbitos de la realidad. Multi, Inter y Transdisciplinariedad en la historia del Conocimiento. Los estudios sobre la Auto-organización y su valor para el proceso de integración del Saber. Otros paradigmas emergentes: Epistemologías hermenéutica y constructivista, Holismo ambiental y Bioética global.

IV. Hacia una Educación Transdisciplinaria en Cuba.

La evolución y la actual política científico-tecnológica en Cuba. Potencialidades y perspectivas del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica. El *Enfoque transdisciplinario de la Complejidad* como fundamento para la renovación de la educación en Cuba. La irrupción de las nuevas tecnologías en Cuba: sus impactos en la vida doméstica, en la industria y las instituciones educacionales y de salud. Necesidad del *Enfoque transdisciplinario de la Complejidad* para la asimilación endógena de las nuevas tecnologías. Nuevas metodologías y experiencias en las aplicaciones del *Enfoque transdisciplinario de la Complejidad*: en las ciencias sociales y en los estudios de los problemas de la educación. Los *Estudios de la Complejidad* en Cuba, sus antecedentes, potencialidades y perspectivas de desarrollo y aplicaciones. Fundamentos epistemológicos de la Educación Transdisciplinaria. Metodología para trabajo en equipo a partir de la elaboración y gestión de proyectos de colaboración e investigación desde la *perspectiva transdisciplinaria de la Complejidad* en la esfera de la educación.