

# **Discusión Metodológica sobre el estudio de Sistemas Dúctiles**

**Juan J. Oliveira Maurera**

Universidad de Oriente, Maturín, Monagas, Venezuela, joliveira@udo.edu.ve

## **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una discusión metodológica para una nueva perspectiva dentro del enfoque sistémico. Esta visión está orientada a romper la dicotómica aceptación que dentro de este pensamiento sólo existen sistemas duros o suaves, entendiéndolos los primeros como aquellos sistemas bien definidos, con problemáticas estructuradas y objetivos claros, generalmente asociados a realidades mecánicas; por el contrario, los sistemas suaves, son aquellos en donde el factor humano es determinante en su devenir, por ello, su problemática no es fácil de estructurar, como es el caso de los sistemas sociales. El trabajo representa una investigación exploratoria con diseño de fuente mixta, en cuanto al procedimiento utilizado, fue definido en cuatro fases: contextualización de la situación, formación de bases conceptuales, construcción metodológica y aplicaciones generales de la propuesta. Como resultado se obtuvo una nueva perspectiva sistémica denominada sistemas dúctiles (fusión entre los sistemas duros y suaves), además, se propuso una metodología específica para el estudio de este tipo de sistema. Con esta visión se le da respuesta a diversos fenómenos, principalmente aquellos relacionados con la integración de lo tecnológico y lo humano, propiciando un enfoque sistémico integrador e inclusivo, dejando a un lado antagonismos conceptuales heredados.

**Palabras claves:** enfoque sistémico, sistemas duros, sistemas suaves, sistema dúctil.

## **Methodological Discussion on the study of ductile system**

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to develop a methodological discussion for a new perspective within the systems approach. This vision is aimed at breaking the dichotomous acceptance into this thinking there are only hard or soft systems, understanding the former as those well defined systems, with clear objectives and structured problems, usually related to mechanical realities, by contrast, soft systems are those where the human factor is decisive in its evolution, therefore, his problem is not easy to structure, such as social systems. The work represents an exploratory research with mixed-source design, as the procedure used, was defined in four phases: contextualization of the situation, formation of conceptual, methodological construction and general applications of the proposal. The result was a new systemic approach called ductile systems (fusion between hard and soft systems) also proposed a specific methodology for the study of this type of system. With this vision he responds to various events, mainly those related to the integration of technology and humanity, promoting a systemic approach integrating and inclusive, apart from conceptual antagonisms inherited.

**Keywords:** systems approach, hard systems, soft systems, ductile system.

### **1. INTRODUCCIÓN**

La complejidad del mundo actual requiere de un dinamismo creativo para entender los planteamientos que sustentan el comportamiento institucional moderno; las organizaciones han variado mucho en las últimas décadas, en cuanto a su naturaleza y estructura, representando un gran reto la adecuación de sus procesos a las nuevas exigencias que le impone su entorno.

Por ello, apoyado en una serie de aportes significativos que ha traído consigo la evolución de la ciencia al que hacer investigativo de la sociedad contemporánea, se ha consolidado un conjunto de herramientas basadas en las nuevas perspectivas de la realidad, para el diagnóstico y tratamiento de las diversas problemáticas que enfrentan tales organizaciones; los cambios en los procesos de producción, sistemas de información, inventario, comercialización y distribución de productos, impulsados principalmente por la globalización y los avances tecnológicos, han generado la necesidad de adecuar las técnicas de análisis de problemas con el objeto de, al menor tiempo y costo posible, encontrar las soluciones pertinentes a las situaciones por las que atraviesan.

Una de estas técnicas, aunque no del todo nueva, es el enfoque de sistemas. Ya desde la era aristotélica (384-322 aC), se afirmaba que el todo es más que la suma de sus partes, sin embargo, cuando la visión de este filósofo fue derrotada por la llamada revolución científica del siglo xvii, este planteamiento quedó rezagado por las ideas reduccionistas que trajo consigo el método científico (Descartes, 1637) consolidadas en la obra el Discurso del Método.

A principios del siglo XX, la visión mecánica que se tenía del mundo se pone en peligro debido a la imposibilidad, o al menos por la poca efectividad, de explicar fenómenos relacionados con la complejidad propia del ser humano como lo son: su cuerpo, organización, sentimientos, ética, la emergencia de la vida, sistemas sociales, económicos y laborales, entre otros; razón por la cual, la necesidad de explicar estos conceptos originaron el surgimiento de una nueva teoría que estudiara tales acontecimientos.

Por ello, a mediados de ese mismo siglo, se fue consolidando un movimiento de sistemas, producto de las investigaciones de Bertalanffy (biólogo), Boulding (economista), Rapport (biomatemático) y Gerald (fisiólogo), preceptos que redundaron en lo que se conoce como la Teoría General de Sistemas, la cual tiene como fundamento una concepción orgánica de toda la realidad observable.

Dentro de esta teoría se establece el denominado enfoque sistémico, el cual representa una aplicación de conceptos holísticos a situaciones problemáticas gerenciales, como las relacionadas con los problemas sociales, la investigación de operaciones, análisis de sistemas, dinámica industrial, cibernética organizacional, entre otras. Cuando se estudia un objeto como un sistema, no sólo se identifican las relaciones internas, sino también, las externas en función de su contexto actual y potencial. Así mismo, el interés fundamental de este enfoque no radica exclusivamente en la funcionabilidad de las partes del sistema, éste además incluye, las operaciones del todo que contiene dichas partes, fenómeno conocido comunmente como la trascendencia holística del objeto o globalidad trascendental.

Si bien es cierto, que el método científico cartesiano representa una herramienta mecanicista y reduccionista por excelencia, éste ha sido aplicado desde hace más de 370 años con mucho éxito a problemas cuyas estructuras están bien definida, a este tipo de sistemas, se denominaron sistemas duros (Checkland, 1972); sin embargo, para situaciones relacionadas directamente con el ser humano, esta técnica carece de efectividad, debido a que no se conocen con exactitud los problemas y sus inter relaciones causales, a estos fenómenos, el autor citado anteriormente, los identificó como sistemas suaves.

Sin embargo, lo que se pretende con este trabajo es cuestionar la efectividad de esta categorización dicotómica de los problemas dentro del enfoque de sistemas. Para ello, se plantearon una serie de fundamentos conceptuales que consolidaron la creación de los denominados sistemas dúctiles.

## **2. METODOLOGÍA**

El tipo de investigación está estrechamente relacionado con el objetivo que persigue, en tal sentido, este trabajo se sitúa dentro de los parámetros del tipo exploratoria, la cual es definida por Hurtado (2007) como:

Consiste en indagar acerca de un fenómeno poco conocido, sobre el cual hay poca información o no se han realizado investigaciones anteriores, con el fin de explorar la situación. Este holotipo permite que el investigador se familiarice con lo que está estudiando. El objetivo de una investigación exploratoria puede ser la identificación de aspectos para definir mejor algún aspecto o formular investigaciones en otros niveles (p. 98).

Por su parte, Arias (2006) la define como, “aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos” (p. 23).

Esta investigación contempló además, un diseño de fuente mixta, porque se utilizó un análisis de campo y documental, debido a que la información se recogió en el contexto natural, tanto de fuentes vivas como de documentos. Sabino (2000), define la investigación de campo así: “La investigación de campo se refiere a los métodos a emplear cuando los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad, mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo” (pag. 348). La investigación documental es interpretada como la parte esencial de un proceso de investigación científica, constituyéndose en una estrategia donde se observa y reflexiona sistemáticamente sobre realidades usando para ello diferentes tipos de documentos. El Manual de Trabajo de Grado de la UPEL (2010), define este tipo de investigación como “el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo principalmente, en trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos” (pag. 20).

En cuanto al procedimiento seguido para el desarrollo de una discusión sobre el estudio de sistemas dúctiles, se definieron las siguientes etapas: contextualización de la situación, formación de bases conceptuales, construcción metodológica y aplicaciones generales de la propuesta; por otro lado, fue necesario el uso de las siguientes técnicas de recolección de datos: observación directa, revisión documental y entrevistas.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1 CONTEXTUALIZACIÓN DE LA SITUACIÓN**

La ciencia moderna se debe principalmente a los griegos, que desde épocas muy antiguas guiaron la generación de conocimientos para ser luego aplicados en la obtención de medios para satisfacer las necesidades del ser humano. Con la llamada revolución científica se rompen los esquemas tradicionales con los que se venían trabajando desde la época de los antiguos filósofos griegos.

En este sentido, Copérnico (1473-1543) sugiere un nuevo modelo heliocéntrico del universo (en contraste con las teorías aristotélicas); Galileo (1564-1642) desafía también la visión de Aristóteles mediante trabajos sobre la mecánica; Descartes (1596-1650) propone su método científico basado en el reduccionismo; Newton (1642-1727) profundiza los conceptos de Galileo; mientras que Einstein (1879-1955) por su parte, establece una nueva visión que explica la observación de manera más completa que la perspectiva de Newton, y que además, sobrevive a verificaciones estrictas.

Este breve recorrido por la evolución de la ciencia, lleva a pensar en algunas realidades que se convierten en puntos oscuros para la ciencia tradicional, por no ser explicables en sus propios términos. A principios del siglo XX, comienza una era de cuestionamientos en la aplicación de los conceptos científicos previamente establecidos a problemas en donde el factor humano es el objeto de estudio; ejemplos de estos temas son: el surgimiento de la vida, los valores, la ética y la interacción entre individuos.

Específicamente, Descartes propuso un método científico general con aspiraciones universales para el estudio de la naturaleza humana; este método está compuesto por 3 etapas fundamentales: reducción, análisis y síntesis. La reducción significa la separación del objeto en estudio de su contexto, el análisis implica la separación en tantas partes como sea posible del objeto y finalmente, por medio de la síntesis, se logra la solución de la problemática existente y la integración del objeto en su entorno original.

Por estas razones, en 1954, durante la reunión anual de la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (Van, 2006), se crea la Teoría General de Sistemas (TGS), propuesta por Ludwig Von Bertalanffy (biólogo), Kenneth Boulding (economista), Anatol Rapoport (biomatemático) y Ralph Gerald (fisiólogo). Esta teoría nació con el propósito de ayudar en el desarrollo de sistemas teóricos aplicables a más de una de las ramas tradicionales del conocimiento, investigar el isomorfismo de los conceptos, leyes y modelos en varios campos, minimizando la duplicidad de esfuerzos teóricos. Van (2006), afirma lo siguiente:

El método científico que nos ha sido de gran utilidad para explicar el mundo físico debe complementarse con nuevos métodos que pueden explicar el fenómeno de los sistemas vivientes. El enfoque de sistemas y la teoría general de sistemas de la cual se deriva, están animando el desarrollo de una nueva clase de método científico abarcado en el paradigma de sistemas que puede enfrentarse a procesos como la vida, la muerte, nacimiento, evolución, adaptación, aprendizaje, motivación e interacción (pag. 48).

Por su parte, Johansen (2007) destaca como a través de esta teoría se pudiera predecir el comportamiento de un sistema, específicamente establece:

La Teoría General de Sistemas a través del análisis de las totalidades y las interacciones internas de éstas y las externas con su medio, es, ya en la actualidad, una poderosa herramienta que permite la explicación de los fenómenos que se suceden en la realidad y también hace posible la predicción de la conducta futura de esa realidad. (pag. 14).

La TGS surge por la necesidad de crear una nueva ciencia, cuya aplicación sea exitosa en el estudio de la complejidad organizada, en contraste con la ciencia tradicional que se limitó al análisis del fenómeno de la complejidad desorganizada, es decir, la ciencia cartesiana y newtoniana se refirió al universo como una gran máquina que obedecía leyes determinísticas, comprender tal situación, significaba entonces, desintegrar conjuntos complejos de eventos en sus componentes elementales para analizarlas por separado. Sanabria (1995) afirma, “es una teoría generalista que ofrece una visión unitaria del mundo, hasta hace poco insospechada, devolviendo a la palabra universo, su carácter global absoluto” (pag. 82).

Según Bertalanffy (1968), cualquier organismo es un sistema, es decir, un conjunto de partes en un proceso dinámico con interacciones continuas entre dichas partes. Por lo tanto, como elemento fundamental de esta nueva teoría, se crea dentro ella, el enfoque sistémico, el cual busca fusionar elementos trascendentales como el perspectivismo (incluye múltiples perspectivas para una misma realidad), el organicismo (ver la realidad como un organismo vivo) y el holismo (estudiar totalidades), a la idea mecanicista del mundo, considerando de esta forma a una organización como un todo integrado, cuyo objetivo es lograr la efectividad del sistema general, además de armonizar los elementos internos que pudieran estar en conflicto dentro de sus partes que lo componen.

En este sentido, Pascal citado por Morin (2007), afirma que es “imposible conocer las partes sin conocer el todo y conocer el todo sin conocer particularmente las partes” (pag. 92). Por su parte, Maffesoli (1997) establece “habrá que cuestionar el corte que delimita unos dominios perfectamente herméticos y sin comunicación entre sí. La estructura tronchada pertenece al orden del mecanicismo, mientras que el embotamiento del que hemos hablado nos remite, por el contrario a lo orgánico” (pag 49). Mientras que Bohm (1987) en un intento de relacionar el reduccionismo con el holismo, propone, “La realidad es un todo por lo que el hombre, con su modo fragmentario de acercarse a ella, encontrará inevitablemente la correspondiente respuesta fragmentaria” (pag. 27).

Por otro lado, Cárdenas (1978) establece que, “el enfoque de sistemas representa beneficios concretos para quien toma decisiones, debido a que le permite evaluar y jerarquizar problemas con criterios cuantitativos y sobre bases comunes” (p. 13). Este enfoque se centra en la complejidad propia de los sistemas, la cual es entendida por Morin (1984) por el hecho de que “el todo posee cualidades y propiedades que no se podrían encontrar a nivel de las partes tomadas aisladamente, e, inversamente, de que las partes poseen cualidades y propiedades que desaparecen bajo el efecto de los constreñimientos organizacionales del sistema” (pag. 232).

Este enfoque a su vez, de acuerdo a autores como Checkland (1972), Forrester (1971), Van (2006), Hall (1962), Optner (1965), Senge (1994) entre otros, se divide en el estudio de problemas “duros” y “suaves”. Los primeros se refieren a problemas mecánicos bien estructurados y los segundos, a situaciones complejas y multivariables, en donde el complicado factor humano es el centro del estudio.

### **3.2 FORMACIÓN DE BASES CONCEPTUALES**

El estudio organizacional no puede limitarse a una consideración dicotómica entre lo estructurado y lo no estructurado, en otras palabras, entre lo asumido como un sistema duro y un sistema suave. Tal situación, sumerge

inevitablemente al enfoque sistémico en un reduccionismo relativista, característica predominante en el modelo científico cartesiano, el cual es atacado por el propio movimiento de sistemas. Tal consideración cobra fuerza en las últimas décadas producto de los avances tecnológicos y la globalización en general; existen entonces, situaciones medianamente estructuradas y por ende, no necesariamente conducen su estudio por medio de los conceptos de los sistemas duros o suaves.

Los sistemas suaves se pueden relacionar y comparar analógicamente con el conocimiento científico, pues pretenden estudiar problemáticas sin tener una solución preestablecida; por el contrario, los sistemas duros están vinculados con la tecnología, debido a su interés en ofrecer soluciones prácticas definidas para cubrir ciertas necesidades preestablecidas (verdaderas o no). En tal sentido, Checkland (2006) afirma lo siguiente:

Cualquier actividad humana que tiene un propósito o fin determinado implica un cometido con un rango particular de valores. La ciencia implica la creencia de que el valor más alto se asigna al avance en el conocimiento. La ingeniería y la tecnología por otra parte, premian con mayor mérito el logro eficiente de algún propósito definido. Donde los científicos se preguntan: “¿Hemos aprendido algo?”, el ingeniero y el tecnólogo se preguntan: “¿Funciona esto?”(pag. 148).

Por ello, surge la necesidad de fusionar lo científico con lo tecnológico en una nueva visión sistémica para estudiar los problemas holísticamente y verificar si la solución establecida a priori, es la mejor, y de no ser así, evaluar otras alternativas igualmente factibles y deseables.

Nótese como los sistemas duros, a diferencia de los sistemas suaves, nacen con la propia ingeniería, para satisfacer las necesidades del ser humano por medio de la tecnología; es decir, se aplican una serie de conocimientos para cumplir con los requerimientos establecidos, independientemente de cómo se llegaron a estos requerimientos; por lo tanto, la construcción de un puente es un ejemplo de un sistema duro; en este caso, se tiene el problema y la “solución puente” bien estructurada.

Por otro lado, conocer las diversas realidades de los habitantes de las comunidades que están separadas por un río, no es una situación que se puede definir con una estructura rígida, cada individuo tendría una percepción, probablemente distinta, de la misma realidad, para algunos será una ventaja tal separación y para otros, un grave problema. Dada la naturaleza del conflicto y debido a las múltiples variables inherentes, este fenómeno debe ser estudiado mediante la perspectiva de los sistemas suaves.

En este sentido, Checkland (2006) establece la diferencia específica en el tratamiento de estos dos tipos de sistemas:

La principal diferencia entre los enfoques “duros” y “suaves” es que donde el primero puede dar inicio a preguntarse “¿Qué sistema se tiene que ingenierear para resolver este problema?” o “¿Qué sistema satisficará esta necesidad?” y puede tomar al problema o la necesidad como “dada”; el último tiene que permitir que emerjan respuestas completamente no esperadas en estadios posteriores (pag. 216).

Luego, se presenta la siguiente interrogante, cómo tratar situaciones con características duras y suaves simultáneamente; que pasaría, si dado un estudio previo los habitantes y las autoridades han decidido la construcción de un puente para unir 2 comunidades, pero sobre el cual no hay acuerdos en cuanto a las longitudes, facilidades, recursos, tecnología y mano de obra a utilizar. Hasta ahora no hay respuesta efectiva a este planteamiento.

En este sentido, se intenta resaltar la importancia que tiene el estudio de estos fenómenos que presentan la dualidad de ser duros y suaves simultáneamente (quizás en diferentes grados) por ser situaciones con un alto nivel de ocurrencia en todo tipo de organizaciones. Por otro lado, de acuerdo a la experiencia propia del autor como docente de la asignatura Enfoque Sistémico desde el año 2005, en el Núcleo Monagas de la Universidad de Oriente, existen situaciones duales en donde se presentan características de sistemas suaves y duros simultáneamente; e incluso, hay fenómenos que no presentan claramente tales características; entonces ¿cómo atacar estos problemas?, ¿cuál sería su filosofía de abordaje para determinar las mejores soluciones?

Algunos ejemplos que demuestran claramente la necesidad de presentar reajustes metodológicos y conceptuales, más allá de lo puramente suave o duro, pudieran ser los siguientes: implantación de sistemas expertos, adecuación tecnológica de procesos, construcción de viviendas, requerimientos del sector transporte, sistemas de seguridad, educación a distancia, sistemas de inventario, ventas, producción y de acceso; en general, toda situación que implique fusionar directamente elementos tecnológicos a problemas sociales o humanos, no debería ser tratada bajo los parámetros tradicionales que implican la disyunción entre lo duro y lo suave.

Por esta razón, se hace necesario establecer un nuevo camino, una tercera opción; una alternativa distinta a las tradicionales, que rompa con la inflexibilidad de las categorías descritas anteriormente, el autor ha denominado a este tipo de situaciones como *sistemas dúctiles*; este nombre se origina por la característica que poseen algunos metales en admitir grandes deformaciones mecánicas sin llegar a romperse. Obsérvese, como se destaca en la metáfora la analogía entre lo metálico (duro) con la deformación (suave), estableciendo un nuevo sistema que mezcla características duras y suaves en una misma entidad.

La propuesta genera una solución para estudiar estos fenómenos, sin necesidad de ajustar su estructura para satisfacer las consideraciones previamente establecidas; es decir, no se debe adaptar la realidad a la herramienta, al contrario, la técnica debe ser lo suficientemente versátil para estudiar las variantes naturales de la realidad. Para ello, se debe desmontar la cultura excluyente del estudio de los fenómenos bajo el enfoque sistémico.

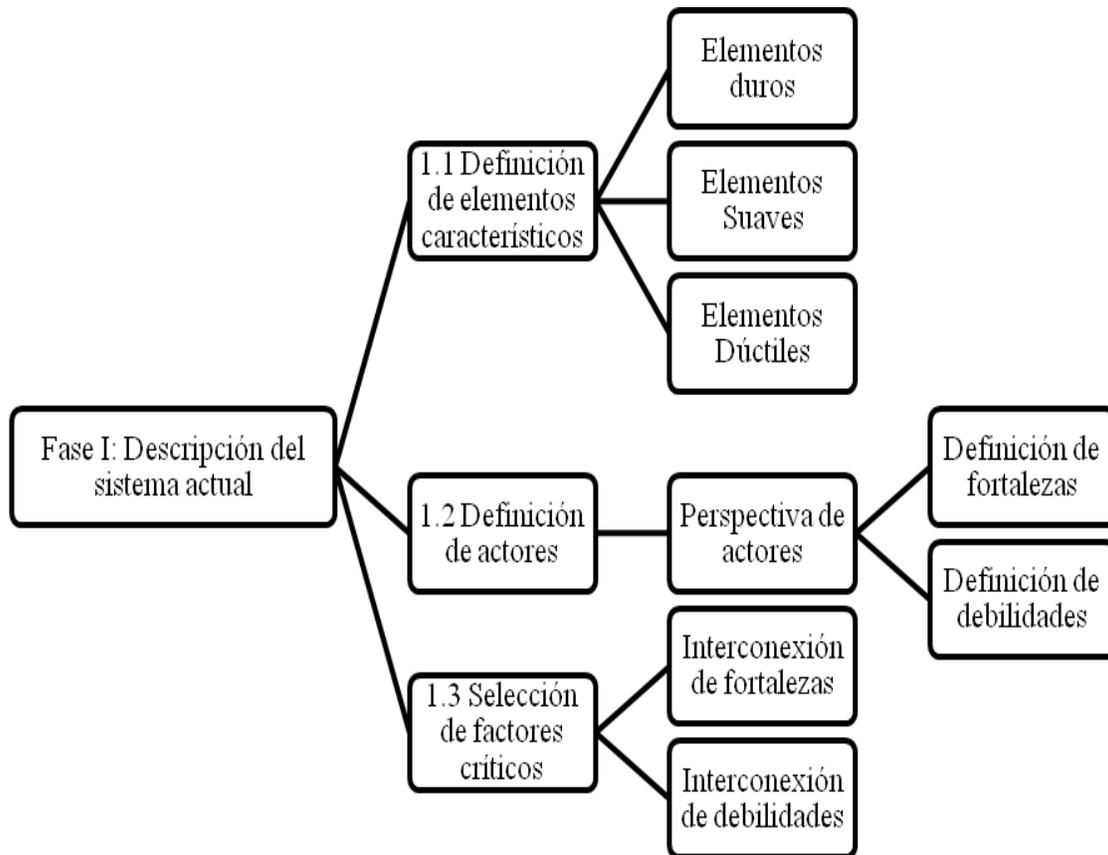
Este nuevo enfoque propicia, dentro del mundo sistémico, un escenario cada vez más flexible, adaptativo e inclusivo, que elimine las dicotomías y antagonismos heredados. El pensamiento sistémico es un pensamiento integrador, unificador de lo diverso, por lo tanto, un pensamiento genérico. Es por ello, que con esta propuesta se pretendió presentar una discusión reflexiva sobre una nueva categoría y conceptualización sistémica, entendiendo la categorización como un elemento esquemático natural en el ser humano, como lo establece Aristóteles citado por Martínez (1999), “el ser nunca se da así mismo en su plenitud, sino sólo según ciertos aspectos o categorías” (pag. 17). En este sentido, también Kant, citado por Bohm (1987), expone que “Toda experiencia está organizada según categorías de nuestro pensamiento, es decir, de nuestros modos de pensar sobre el espacio, el tiempo, la materia, la sustancia, la causalidad, la contingencia, la necesidad, la universalidad, la particularidad, etcétera” (pag 25).

### **3.3 CONSTRUCCIÓN METODOLÓGICA**

Así como los sistemas duros y suaves, presentan una serie de herramientas metodológicas para su tratamiento, se propone ahora, producto de diversas experiencias profesionales y académicas, una estructura operativa para trabajar con los sistemas dúctiles, adecuada por supuesto, a sus principales características, es decir, además de aprovechar las bondades de los sistemas duros, considere también los elementos suaves intrínsecos en su devenir. A continuación, se hace un bosquejo general de la propuesta metodológica para el tratamiento de los sistemas dúctiles (MSD).

#### **3.3.1 FASE I: DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL**

Esta etapa se convierte en una referencia como punto de partida para el estudio de situaciones, problemas o sistemas, que por su propia naturaleza, son denominados dúctiles. Por tal motivo, es necesario tener claro que el fenómeno en estudio, por diversas razones, no puede ser considerado netamente duro o suave de forma exclusiva. Por consiguiente, se procede con la definición de los diferentes elementos que lo componen y que lo caracterizan como dúctil, para luego conceptualizar la perspectiva de cada actor, aspecto fundamental del enfoque sistémico, y definir según estas visiones las fortalezas y debilidades del sistema actual; posteriormente, mediante técnicas cuali cuantitativas, propias o no de este enfoque, se interconectan los elementos claves identificados para seleccionar, de una forma más objetiva, los factores críticos determinantes para el éxito o fracaso del sistema en cuestión. Las subetapas contenidas en esta primera fase, se muestran en la Figura 1.



**Figura 1. Primera Fase de la MSD**

### 3.3.2 FASE II: IDENTIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS

Habiendo definido los factores críticos del sistema actual, se procede a la búsqueda de los requerimientos necesarios para enfrentar estos factores, ya sea, para aprovecharse de las fortalezas y/o contrarrestar las debilidades existentes. Estas exigencias se deben presentar de acuerdo a sus niveles: duros, suaves y dúctiles.

### 3.3.3 FASE III: CONSTRUCCIÓN DE MODELOS DE REFERENCIA

Esta etapa es fundamental en el proceso de diseño de futuros cambios pertinentes a la situación actual. Aquí se pretende estudiar al menos 2 sistemas reales con características análogas al sistema dúctil que originó la aplicación de esta metodología. Estos nuevos sistemas (obviamente también dúctiles), deben cumplir con algunos de los requerimientos previamente establecidos, para su posterior consolidación en un modelo fusionado que se denominará, en la siguiente fase, modelo conceptual.

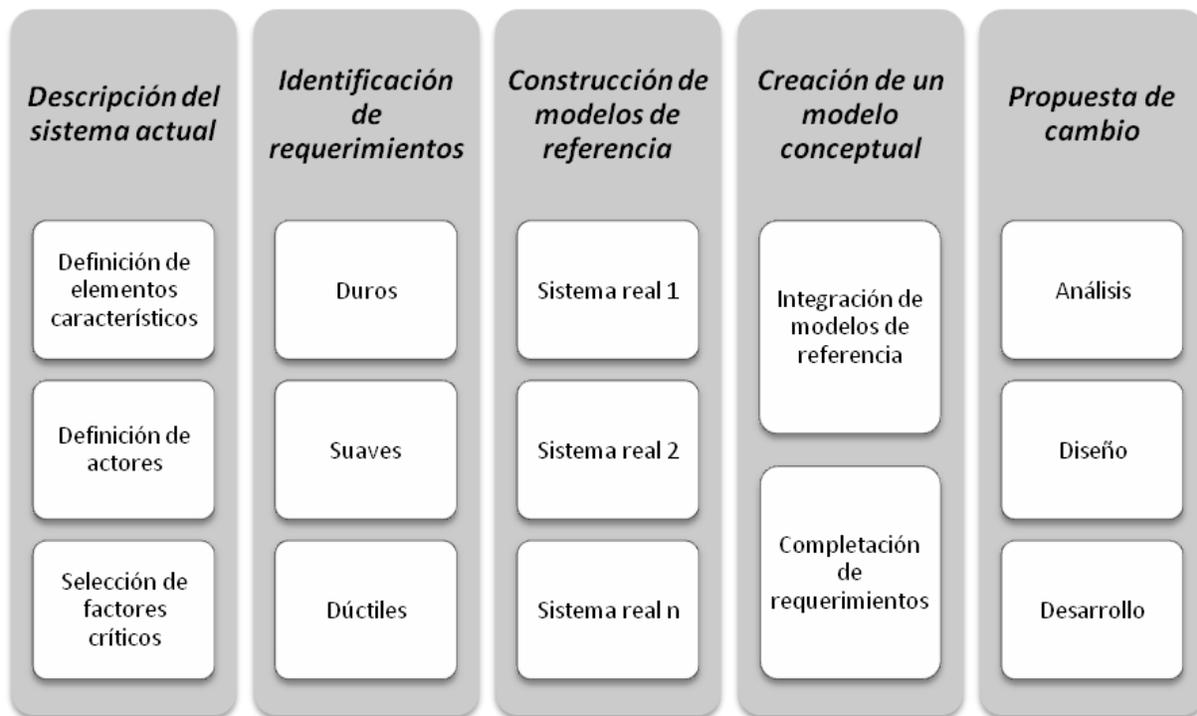
### 3.3.4 FASE IV: CREACIÓN DE UN MODELO CONCEPTUAL

Como se indicó anteriormente, se genera un nuevo sistema dúctil, producto de la mezcla entre las características fundamentales de los sistemas de referencia elaborados. En tal sentido, sería perfecto, que este modelo conceptual respondiera a todos los requerimientos establecidos en la Fase II; sin embargo, de no ser así, se pudiera complementar con un esfuerzo lógico y creativo por parte del analista del sistema, es decir, del responsable de la conducción de esta aplicación metodológica. Deliberadamente, no se presenta una guía específica para la construcción de este modelo, lo que se intenta es que el investigador desarrolle de forma gráfica, esquemática, tabular o discursiva, un sistema ideal, que represente la mixtura entre los modelos de referencia preestablecidos.

### 3.3.5 FASE V: PROPUESTA DE CAMBIO

Finalmente, se proponen ciertos cambios, que emergen de forma casi espontánea e inmediata al cotejar los resultados obtenidos en la Fase I y la Fase IV de esta metodología; es decir, se compara el sistema actual con el modelo conceptual creado, resaltando los cambios que han de producirse en los niveles duros, suaves y dúctiles del sistema bajo estudio.

En esta etapa, se permite el uso de diversas herramientas teóricas y prácticas, incluidas dentro de la Teoría General de Sistemas o relativas a ella, para el análisis, diseño y desarrollo de los cambios propuestos; estas técnicas deben ser aplicables tanto a sistemas duros como a blandos, entre ellas destacan: la reingeniería de software, reingeniería de procesos, modelado de negocios, teoría de la información, modelo de sistema viable, investigación de operaciones, arquetipos sistémicos, control de calidad, desarrollo de sistemas, entre otras. Por ejemplo, si la propuesta de cambio es el desarrollo de un Software, esta última fase estará apoyada en cualquier metodología utilizada para ello, en todo caso, el análisis, diseño y desarrollo que se plantea será del software en cuestión. Nótese el alto grado de flexibilidad en esta etapa, pues dependiendo de la orientación del cambio se seguirán lineamientos específicos sobre esa particular área de la ingeniería. En la Figura 2, se muestra un resumen de la estructura metodológica para el estudio de sistemas dúctiles previamente descrita.



**Figura 2. Metodología para el estudio de Sistemas Dúctiles (MSD)**

## 4. APLICACIONES GENERALES DE LA PROPUESTA

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una discusión metodológica sobre el estudio de sistemas dúctiles, sin embargo, es pertinente expresar que el esquema propuesto conduce verdaderamente al planteamiento de bases funcionales para una nueva perspectiva dentro del enfoque sistémico. Por ello, de manera de referencial en la Tabla 1, se presentan algunos trabajos no publicados, en donde ya se ha aplicado de forma empírica, la denominada Metodología de los Sistemas Dúctiles (MSD), identificando además sus elementos característicos. Obviamente, por lo extenso de cada uno de estos proyectos, y por no formar parte del alcance de esta investigación, no se muestran los resultados específicos obtenidos en ninguno de los casos ilustrados.

**Tabla 1: Aplicaciones de la MSD**

<b>Nombre del Proyecto</b>	<b>Elementos Suaves</b>	<b>Elementos Duros</b>	<b>Sistema Dúctil</b>
Aplicación de la Metodología de los Sistemas Dúctiles para el control de la unidades de transporte de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas	Capacitación del Recurso Humano, Fenómeno de espera	Autobuses, Sala de espera	Adecuación del sistema integral de transporte
Mejoramiento del sistema de seguridad a través de la Metodología de Sistemas Dúctiles en el Dorado, C.A.	Proceso de Facturación, Sistema de Inventario, Revisión personal	Sistema de alarmas, Espejos	Sistema de Seguridad
Desarrollo de un enfoque sistémico para optimizar el funcionamiento de la empresa Urban Casa Pro S.A.	Cultura organizativa, Clientes	Computadora, Cartelera, Buzón	Página Web
Enfoque sistémico para los servicios en línea del portal web del Grupo BBVA, Banco Provincial	Cultura organizativa	Computadoras, Sistemas de comunicaciones	Aplicación Web
Estudio sistémico del sistema de transporte de la empresa POLAR, Maturín.	Sistema de calidad, Programa de Mantenimiento	Vehículos, Productos fabricados, Montacargas	Sistema de distribución de cargas
Aplicación de la Metodología de los sistemas dúctiles para el proceso de restauración de áreas verdes de la Universidad de Oriente	Cultura ambiental de la comunidad universitaria	Depósitos de basura, Equipos y maquinarias para el mantenimiento de áreas verdes	Programa de mantenimiento
Aplicación de la Metodología de los sistemas dúctiles para el control de acceso al comedor de la Universidad de Oriente, Núcleo Monagas	Fenómeno de espera	Mecanismos de acceso	Sistema general de admisión
Aplicación de la Metodología de sistemas dúctiles para mejorar el sistema de archivos en la Jefatura de Agronomía de la Universidad de Oriente.	Cultura Organizativa, Procedimientos	Archiveros, Carpetas, Estantes	Sistema de Almacenamiento y Respaldo

## 5. CONCLUSIONES

Los sistemas duros están relacionados con la tecnología (el cómo se va a hacer algo), mientras que los sistemas suaves se vinculan con la ciencia (qué es lo que se va a hacer). Sin embargo, parece recomendable hilvanar qué es lo que se va a hacer con el cómo se va a hacer, generando un contexto situacional en donde, tal vez, se sepa qué es lo que se quiere como solución, pero no resulta fácil determinar los diversos requerimientos de dicha solución.

En este sentido, los sistemas no pueden categorizarse como blanco o negros exclusivamente, sino que entre un tipo y otro, existen infinitos tipos de sistemas, que ahora pudieran tener una clasificación particular, denominada *sistemas dúctiles*. Esta categoría representa una alternativa para analizar aquellas situaciones en donde existan dudas sobre su naturaleza o que no encajen en la clasificación dicotómica que hasta ahora se había manejado: sistemas duros o suaves.

La propuesta metodológica establecida para el estudio de sistemas dúctiles representa una referencia conceptual inédita, adecuada a las realidades organizacionales contemporáneas, para la discusión y aplicación, inicialmente, por parte de los estudiantes de la carrera ingeniería de sistemas del Núcleo Monagas de la Universidad de Oriente

(Venezuela). Se pretende que posteriormente, con el transcurso de los años, el estudio de sistemas dúctiles se convierta en una teoría moderna dentro del enfoque sistémico, que sea utilizada en las diversas áreas de conocimiento en cualquier universidad del mundo.

## REFERENCIAS

- ARIAS, F. (2006). *El Proyecto de Investigación*, 5<sup>ta</sup> edición, Episteme, Caracas.
- Bohm, D. (1987). *La totalidad y el orden implicado*, Editorial Kairos, Barcelona.
- Bertalanffy, L. (1968). *General System Theory*, Braziller, Nueva York.
- Cárdenas, M. (1978). *El Enfoque de Sistemas*, Limusa, México.
- Checkland, P. (2006). *Pensamiento de sistemas, Práctica de sistemas*, Liumusa, México.
- Checkland, P. (1972). "Towards a systems-based methodology for real-world problem-solving", *Journal of Systems Engineering*.
- Descartes, R. (1637). *El discurso del Método*, Leyda.
- Forrester, J. (1971). *Word Dynamics*, Wright-allen, Cambridge.
- Hall, A. (1962). *A Methodology for Systems Engineering*, Van Nostrand, Priceton.
- Hurtado, J. (2007). *El Proyecto de Investigación*, 5<sup>ta</sup> edición, SYPAL, Caracas.
- Johansen, O. (2007). *Introducción a la Teoría General de Sistemas*, Limusa, México.
- Maffesoli, M. (1997). *Elogio de la Razón Sensible*, Paidós, Barcelona.
- Martínez, M. (1999). *La nueva Ciencia*, Trillas, México.
- Morin, E. (2007). *La Cabeza Bien Puesta. Repensar la Reforma, Reforma del pensamiento*, Ediciones Nueva Edición, Buenos Aires.
- Morin, E. (1984). *Ciencia con Conciencia*, Editorial Anthropos, Barcelona.
- Optner, S. (1965). *System Analysis for Business Management*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Sabino, C. (2000). *El Proceso de la Investigación*. Panapo, Caracas.
- Sanabria, A. (1995). *Teoría General de Sistemas*, Isdefe, España.
- Senge, P. (1994). *La quinta disciplina en la práctica*. Argentina: Granica.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2010). *Manual de trabajos de grado de especialización y maestría y tesis doctorales*, 4<sup>ta</sup> edición, Fedupel, Caracas.
- Van, J. (2006). *Teoría General de Sistemas*, 3<sup>ra</sup> edición, Trillas, México.

## **Autorización y Renuncia**

*Los autores autorizan a LACCEI para publicar el escrito en las memorias de la conferencia. LACCEI o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que esta expresado en el escrito.*