

EL SISTEMA EDUCATIVO NACIONAL COMO UN SISTEMA ADAPTATIVO COMPLEJO

*Alejandro Gallardo Cano**

RESUMEN

La presente ponencia es un ejercicio de caracterización del Sistema Educativo Nacional desde la perspectiva de las Ciencias de la Complejidad. En tal sentido, se utilizan los procedimientos metódicos empleados dentro de esa perspectiva científica contemporánea para enmarcar al universo de agentes o participantes en la organización social educativa mexicana y obtener con ello una descripción útil para identificar y describir los problemas que plantean la diversidad de sus interacciones, la intensidad de estas mismas y los múltiples niveles en que ocurren.

El ejercicio inicia con el reconocimiento de las características más conspicuas de los sistemas adaptativos complejos (SAC), noción que será de gran ayuda para comprender la manera en que se articulan y relacionan los diversos niveles jerárquicos en que opera y se desarrolla la educación formal en México.

* Profesor e investigador de la Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: agallardocdos@gmail.com

De igual manera, este procedimiento de enmarcado permite identificar de manera sencilla la influencia, presión y direccionamiento que otros sistemas de mayor envergadura ejercen sobre el referido sistema educativo de una manera sinóptica, lo que a su vez permitiría, en un tercer momento, diseñar modelos de intervención transdisciplinaria encaminados a buscar soluciones a esos problemas.

Palabras clave: auto-organización, emergencia, educación, sistemas adaptativos complejos, no linealidad.

INTRODUCCIÓN

Ciertas organizaciones sociales son sistemas no lineales alejados del equilibrio. Son altamente sensibles a las innovaciones, a los propósitos políticos e ideológicos o al azar del ambiente económico, y sus patrones de comportamiento emergen sin intencionalidad. De hecho, los comportamientos generales de las organizaciones no siempre se corresponden con la intención de los individuos que los generan, lo que produce inesperados resultados intuitivos (Holland, 1995). Lo anterior pone de manifiesto la imposibilidad de predecir y controlar el futuro en tales organizaciones y hace necesario encontrar nuevas formas que faciliten su comprensión y eventualmente participar o intervenir en su re-direccionamiento.

En décadas recientes ha tenido lugar una eclosión teórico-metodológica conocida como Ciencias de la Complejidad, basada en la teoría del caos, la termodinámica del no equilibrio, el análisis de las redes sociales, el modelado computacional, la cibernética del segundo orden y la teoría de fractales, entre otras, y ha sido uno de los campos de investigación de mayor crecimiento para el estudio de las organizaciones como sistemas no lineales (Allen *et al.*, 2011). Destaca dentro de ese vasto campo la noción teórica de los sistemas adaptativos complejos (SAC), fundamentada a su vez en una amplia cantidad de propuestas (Stacey, 1995; Anderson, 1999; Mitleton, 2003).

PROPIEDADES COMUNES DE LOS SISTEMAS COMPLEJOS Y EN PARTICULAR, DE LOS ADAPTATIVOS COMPLEJOS

Aunque no existe un consenso generalizado sobre las propiedades universales de los SAC (Gell-Mann, 1994; Lara Rosano, 2010), destacan como características notables de tales sistemas las interacciones adaptativas entre los agentes que los integran (Holland, 1995), que pueden producir comportamientos sorprendentemente simples y predecibles o, en otras circunstancias, comportamientos imposibles de pronosticar.

Por tales razones, después de hacer una sumarisima relación de las características de los sistemas adaptativos complejos, y de revisar someramente sus peculiaridades teleológicas se intentará en esta presentación explorar las implicaciones de su utilización en el estudio y comprensión de una organización social compleja en particular: el Sistema Educativo Nacional (SEN). Lo anterior con base en las propuestas de Gell-Mann (1994), Holland (1992), Anderson (1999), Stacey (1995), Mitleton (2003, 2005) y Lara Rosano (2016). Gell-Mann y Holland, considerados como los pioneros en el uso y caracterización de los SAC, y los otros autores destacan porque han investigado organizaciones complejas a partir de esa categoría y dejado testimonio de que los SAC son un novedoso modelo para analizar el mundo que nos rodea y no un modelo para predecir lo que sucederá. O como lo afirma con precisión Cilliers (2001): la idea de la naturaleza no lineal e impredecible de los fenómenos socioeconómicos, y su interpretación a través del concepto de los SAC, ha venido a abrir nuevas perspectivas para las ciencias sociales.

Relacionados con sistemas de retroalimentación o *feedback* y comportamientos no lineales, los SAC se encuentran lo mismo en sistemas sociales naturales que en sistemas sociales humanos. Precisamente, los sistemas sociales humanos son complejos, como se verá, no sólo porque exhiben muchas de las características que se enuncian a continuación, sino porque son sistemas con sentido

(Luhmann, 1991), es decir, con intención de futuro, aunque esto no determina que sean del todo predecibles.

La noción de Sistema Adaptativo Complejo introducida en 1968 por Walter Buckley (1967) y popularizada por Holland (1992) y Gell-Mann (1994), tiene su base en la biología, donde la adaptación implica acomodación pero también evolución. Algunos ejemplos de éstos son el sistema económico mundial, todo tipo de ecosistemas y aun el ciberespacio, entre otros muchos. Están compuestos, además, por elementos o agentes en activa interacción basada en reglas que cambian o se adaptan en la medida en que el sistema en cuestión acumula experiencia y aprende (Holland, 1995).

La figura 1 facilitará la pronta referencia a las propiedades comunes de los SAC, tomadas de distintos autores, las cuales se destacarán al caracterizar en los siguientes apartados al Sistema Educativo Nacional o SEN:

a)	Un gran número de integrantes es necesario, pero no suficiente.	Los elementos tienen que interactuar y esas interacciones deben ser dinámicas. Los granos de arena en una playa no interesan como sistema. Lo mismo ocurre con las moléculas en una sustancia o un gas (Kauffman, 1993; Lara-Rosano, 2012).
b)	Esos agentes son diversos y autónomos.	Deben estar interrelacionados, vinculados a través de interconexiones que los llevan a comportarse de un modo unificado.
c)	Los integrantes no son una mera agregación.	Los componentes interactúan y esa interacción genera estructuras complicadas y un orden nuevo o respuesta adaptativa. Cada agente reacciona a los cambios del medio ambiente, aprende de la experiencia y se adapta o ajusta a nuevas circunstancias.
d)	Tienen propiedades emergentes.	Que no se presentan en ninguna de las partes o integrantes del sistema si se consideran aisladamente. Resultan de una organización específica de integrantes, de su interacción, del estado evolutivo en que se encuentre y del contexto específico.
e)	Las interacciones no tienen que ser físicas.	También pueden ser mensajes o transferencias de información (Cilliers, 1998).

f)	Riqueza en la interacción.	Cualquier elemento o integrante influye y es influido por el sistema, así como por un buen número de otros integrantes. Pero el comportamiento del sistema no está determinado por una cantidad exacta de interacciones asociadas con elementos específicos.
g)	La interacción es no lineal.	La no linealidad garantiza que pequeñas causas puedan generar grandes resultados y viceversa. Enormes sistemas lineales colapsan en comparación con otros de menor rango que denotan dinámicas recursivas. Cambios más ligeros en las condiciones iniciales pueden conducir a resultados muy diferentes o dramáticos. Los cambios no necesariamente son malos. Hay un gran poder en los pequeños eventos (efecto mariposa). (Rosenau, 1997).
h)	Las interacciones usualmente son de rango corto.	La influencia de un integrante hacia otro es más rápida y eficaz si es cubierta en unos pocos pasos. Resultado de esto, es que la influencia puede ser modulada de varias maneras durante el camino: puede ser suprimida, ampliada o alterada. Las interacciones de rango largo no son imposibles, pero no garantizan una gran influencia y puede tener serias dificultades para llegar a su destino.
i)	Las interacciones son recurrentes.	El feedback o retroalimentación si es positivo, mejora, estimula e incrementa el cambio en el sistema; si es negativo, inhibe y estabiliza. Ambos son necesarios y suelen convivir en los sistemas complejos. Hay “bucles” en la interacción que dan como resultado la recurrencia.
j)	Son sistemas abiertos.	Establecen relaciones cooperativas con otros sistemas del entorno. Interactúan con su ambiente inmediato de manera tal que resulta difícil establecer los límites del sistema (Homans, 1950). El alcance del sistema está determinado por los propósitos de quien elabora la descripción del sistema (<i>framing</i> o enmarcado).
k)	Operan lejos del equilibrio.	Tiene que haber un flujo constante de energía para mantener la organización del sistema y asegurar su supervivencia. Equilibrio equivale a muerte. Su comportamiento no es rígidamente estable ni caótico, se mantiene al borde del caos. No son homeostáticos completamente para permitir movimientos aleatorios que estimulan la creatividad y la innovación.
l)	Cambian con el tiempo.	Los sistemas complejos tienen historia. Su pasado es corresponsable de su comportamiento presente. Su estudio debe ser diacrónico. La diferencia entre sistemas caóticos y sistemas complejos es su dependencia de su trayectoria o historia (<i>Path dependence</i>) (Arthur, 1999).

m)	Los integrantes son ignorantes del comportamiento del todo.	Cada integrante sólo responde a la información que está disponible en sus inmediaciones. La complejidad es el resultado de una rica interacción de elementos simples que responden a un rango limitado de información.
n)	Las interacciones entre elementos obedecen a reglas sencillas.	La acción colectiva de muchos elementos que se ciñen a reglas o leyes simples sin un control centralizado que hace emerger la complejidad. Hormigas, células cerebrales, creadores de sitios web, ejemplifican esta condición.
o)	Algunos sistemas son adaptativos.	Emergen de la interacción de sus integrantes y de la retroalimentación positiva. Cambian su comportamiento para adaptarse al entorno exterior de competencia y mejorar sus oportunidades de sobrevivencia y éxito, a través del aprendizaje o la evolución (o selección natural).
p)	Tienen resiliencia	Que es el grado de robustez a cambios en sus componentes. Surge de la redundancia de algunos de los componentes de nivel inferior del sistema.

Figura 1. Elaboración propia con base en Gell-Mann (1994), Cilliers (1998), Mitchell (2009), Mainzer (2007), Yaneer Bar-Yam (1997), Kauffman (1993) y Lara-Rosano (1993, 2002 y 2012).

SISTEMAS SOCIALES COMPLEJOS Y TELEOLOGÍA

Los sistemas sociales humanos pueden ser considerados entre los más complejos del universo y, en consecuencia, muy difíciles de analizar y comprender, afirma sin más Wallerstein. No sólo están jalonados por una serie de relaciones complejas propias de todo sistema que se examine, sino que se le añaden elementos de *significación* y *sentido* que recrudecen las condiciones de competencia, colaboración, cooperación, lucha abierta y sometimiento entre sus múltiples agentes, condición que permanentemente mantiene al propio sistema en un equilibrio precario, alejado de la estabilidad: “Es decir, el libre albedrío supera las presiones del sistema existente por regresar al equilibrio...” (Wallerstein, 2001, p. 156).

El libre albedrío, según lo dicho, puede llegar a considerarse como una fuerza que iguala o supera las presiones del sistema. La acción humana –que no deja de ser intencional jamás, tamizada por la conciencia y la razón–, desempeña un papel importante dentro

de los sistemas sociales humanos, y aun en los sistemas naturales de su entorno.

Para clarificar un poco la naturaleza de los sistemas sociales, que pueden llegar a caracterizarse por el tipo de relaciones sociales que prevalecen en ellos, vale decir, la función específica que les caracteriza y les confiere una clausura operativa (Luhmann, 1991), cabe mencionar algunas ideas de Max Weber (1864-1920), quien dedicara buena parte de su obra a la construcción de un método sociológico de investigación-interpretación, el cual es conocido como “sociología comprensiva”.

De acuerdo con Weber, todos los actos humanos tienen un sentido aunque el sujeto que los ejecuta no esté consciente de esto (o en la mayoría de las ocasiones, no lo quiera reconocer), de ahí la diferenciación metódica que sugiere Weber para imputar un sentido o un significado a toda acción humana: la primera corresponde al sentido mentado o declarado por el actor social, y la segunda, la significación, a la tarea que efectúa quien interpreta y somete a estudio esas acciones (Weber, 1998, p. 26). La obra de Weber incluye cuatro *tipos ideales* básicos de acción social:

1. La acción racional *conforme a fines*, determinada por las expectativas del comportamiento en el mundo exterior, utilizando esas expectativas como medios para el logro de fines racionalmente sopesados.
2. La acción racional *con arreglo a valores*, determinada por la creencia en algún valor ético, estético o religioso de tal conducta, sin relación alguna con el resultado de ella.
3. La acción afectiva, *determinada por el estado emocional* del actor, y
4. La acción tradicional, que corresponde a la acción a la cual está habituado el actor, es decir, *a sus costumbres*.

Estos tipos de acción social impregnan de sentido la acción de los grupos humanos y de la sociedad misma. La relación social dentro de un sistema no se trata de algo ciego y mecánico, sino

que está plenamente organizado en una estructura con sentido y significación para sus actores, aunque los direccionamientos que surjan sean fundamentalmente impredecibles. En otros casos, se puede inferir de los estudios neurológicos de Antonio Damasio, que la intención o las reacciones humanas a estímulos del exterior pueden ser atribuidas al ritmo o ritmos derivados de la biología del propio individuo, pero que pueden ser también reactivos a ritmos o frecuencias del exterior. En estos casos no se puede argumentar una plena conciencia en la intención (Damasio, 2000, pp. 113 y ss.).

Lo mismo puede afirmarse de los postulados freudianos que señalan que muchos comportamientos de los individuos (no sólo de un individuo), únicamente pueden encontrar explicación en las respuestas de naturaleza inconsciente, son acciones sociales “irracionales” producto de un sentimiento olvidado, inconsciente o reprimido, pero que no dejan de tener impacto en el comportamiento y la manipulación de relaciones objetivas en la vigilia de los sujetos.

De la brevísima exposición de los postulados weberianos en los cuales se habla de una “impregnación de sentido” en los sistemas sociales, así como de la afirmación según la cual los sistemas sociales humanos están orientados por metas y propósitos, por lo que siempre apuntan hacia el futuro (Lara-Rosano, 2016), se desprende de la clásica tensión dentro de la teoría social entre la agencia y la estructura: ¿Qué determina el sentido de un sistema, tal como lo enuncia Luhmann? ¿El aporte o procesamiento de los agentes es irrelevante para determinar el direccionamiento de un sistema? En la siguiente cita salta a la vista esta dicotomía. Una relación humana, señala Lara-Rosano:

es transformada por la experiencia humana viviente como coherencia de continuidad y transformación y surge sin ningún plan o visión. Quizá los planes y visiones simplemente son la forma que toma la interacción local de los más poderosos (Lara-Rosano, 2016).

Lo anterior implica que la información que vincula las relaciones intrasistémicas pueden ser determinadas (o direccionadas) por el flujo vertical desde los grupos de poder o incluso por el sentido que determina el sistema mismo, y a su vez, por los suprasistemas. Por otro lado, el manejo de la información local entre agentes es lo que tarde o temprano determina el direccionamiento del sistema: “contra todo lo que pudiera pensarse, en el extraño universo de la comunicación, nada puede ser colectivo si no es primero individual; pues, por su producción informativa, cada individuo aquí, es el centro de todo” (Escarpit, 1981, p. 16).

Ackoff proporciona una visión conciliatoria de este problema cuando afirma que los sistemas teleológicos muestran elección tanto en el medio cuanto en el fin:

Casi todo el interés que tienen los sistemas puramente mecánicos proviene de su uso como herramientas por parte de los sistemas con un propósito... aquellos sistemas con un propósito cuyos componentes tengan también un propósito, con grupos (en especial, en los grupos cuyos componentes realizan distintas funciones, las organizaciones) (Ackoff, 1979, pp. 22-23).

Los sistemas de tipo teleológico, en síntesis, no prescinden –no podrían– de las relaciones causales, pero denotan un entresijo de relaciones teleológicas hacia adentro de sus subsistemas hasta llegar al último de sus componentes, como hacia “arriba”, en su relación con su entorno o con sistemas similares o de mayor rango.

De los dos apartados anteriores, es posible sintetizar las propiedades someramente enunciadas en cuatro grandes categorías generales: *a*) la auto-organización, *b*) la evolución (que implica adaptación, transformación y co-evolución); *c*) la emergencia, y *d*) la teleología. Tales categorías serán el referente más claro para la deconstrucción sistémica que sigue.

EL SISTEMA EDUCATIVO NACIONAL COMO UN SAC

¿Es posible afirmar que el Sistema Educativo Nacional (SEN) exhibe características de un SAC? Más allá de buscar una respuesta fácil a esta pregunta con base en las cualidades obvias que a continuación serán enumeradas, conviene no perder de vista las cuatro grandes categorías enlistadas al final del apartado anterior.

Al SEN puede definírsele de entrada como un sistema social artificial, pues su origen es equiparable a una organización diseñada y creada con fines perfectamente definidos (Prigogine, 1983; Kauffman, 1995; Gell-Mann, 1994; Stacey, 2011; Anderson, 1999), cuyos inicios o rudimentos pueden rastrearse hasta dos centurias atrás, pero que asume sus características más conspicuas a inicios del siglo XX, poco después del término de la Revolución mexicana.

Sin embargo, tales características primigenias han desembocado en una estructuración actual con un alto grado de complejidad debido al número de agentes que la integran, a su organización en múltiples niveles jerarquizados, a las formas peculiares en que dichos agentes están conectados y a la evidencia –que se tratará de argumentar en la medida de lo permitido por el espacio de esta disertación– de que tales interconexiones, con sus interacciones inherentes, han propiciado fenómenos de emergencia, de auto-organización y respuestas de aprendizaje, adaptación y autopoiesis del sistema, que poco o nada tienen qué ver con los dictados de entidades centralizadas o directivas ubicadas dentro del propio sistema (es decir, que son agentes del sistema), o de entidades externas a éste (manifestadas en la forma de otros sistemas sociales del entorno).

En tal sentido, si bien el SEN es una organización social estructurada para dar respuesta a objetivos y funciones determinados, se trata de una organización *sui géneris* (compleja y en algunos aspectos, adaptativa) dada la cantidad de sus agentes, sus múltiples interacciones donde abundan los bucles, y donde no se puede afirmar que un componente individual dicta el comportamiento colectivo del sistema. Es una organización con una evolución relativamente

acelerada que es sensible al intercambio de información y presiones de su entorno, lo cual mantiene al sistema en una permanente inestabilidad, debido al comportamiento recursivo-reactivo-adaptativo de sus agentes. En los siguientes apartados se exploran algunas evidencias que sustentan estas afirmaciones.

Sobre la naturaleza de los agentes

Son múltiples los agentes individuales que integran el SEN, del orden de los millones, pues abarcan la totalidad de los niveles educativos en el país. Si los agrupamos en las categorías más identificables, de acuerdo con lo reportado por el Sistema Nacional de Información Estadística Educativa (www.sniesep.gob.mx) nos encontramos con la siguiente composición:

- *Agente tipo 1 (A1)* Autoridades reguladoras y de alta dirección (SEP y sus émulos y sucedáneos en cada una de las entidades federativas).
- *Agente tipo 2 (A2)* Gestores o directores de agrupamiento (directores de planteles, de escuelas, etcétera).
- *Agente tipo 3 (A3)* Docentes (incluidos los asesores, facilitadores, asistentes educativos, etcétera).
- *Agente tipo 4 (A4)* Trabajadores no docentes y de apoyo (o trabajadores “administrativos”).
- *Agente tipo 5 (A5)* Padres de familia o tutores.
- *Agente tipo 6 (A6)* Estudiantes.

Tal cantidad de agentes caracterizados por las funciones elementales y obvias que ejecutan, interactúan entre sí de forma no necesariamente lineal en varios niveles de organización, a saber:

- Educación preescolar.
- Educación primaria (general, indígena, comunitaria).
- Educación secundaria (telesecundaria, técnica y general).

- Educación media superior (bachillerato general, tecnológico, profesional técnico bachiller y profesional técnico).
- Educación superior (normal licenciatura, licenciatura, posgrado)

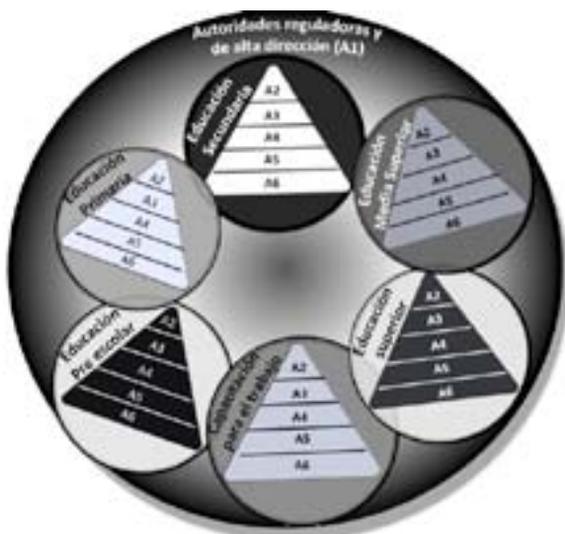


Figura 2. Organización sistémica de primer orden que destaca las relaciones interactivas elementales y en su mayoría secuenciadas (por la necesaria progresión de grados escolares) de los agentes sociales y los niveles en que participan. En el mismo plano se destaca el “bucle” conformado por los profesores normalistas, formados por el Subsistema de Educación Superior, que inciden sobre los otros subsistemas, sobre todo los de Educación Básica y Media Superior.

A su vez, esos niveles discurren en aquello que se denomina ámbito público (dependientes del gobierno) y privado (negocios o iniciativas ajenas al gobierno, pero supervisados por éste), lo cual determina otro tipo de relaciones que ya no son tan obvias: por ejemplo, un agente social proveniente de la educación media superior pública, puede “migrar” hacia la enseñanza superior, pero del ámbito privado. O, como ha sido la tendencia ante la restricción presupuestal a la educación pública: es cada vez más frecuente que agentes sociales de la educación media superior pública “emigren” hacia la educación superior privada, dada la creciente falta de cobertura (*La Jornada*, 16/04/2016).

Además de esos ámbitos y relaciones que hacen evidente una complejidad creciente, es posible distinguir en buena parte de los niveles educativos aquello que se enuncia como modalidades o tipos, donde se destacan:

- Educación indígena/intercultural
- Educación especial o inclusiva (CAM)
- Educación para adultos (NORMA)

Es decir, otros sub-niveles sistémicos que determinan que las relaciones entre agentes tengan un grado más elevado de complejidad, como se representa en la figura 3.

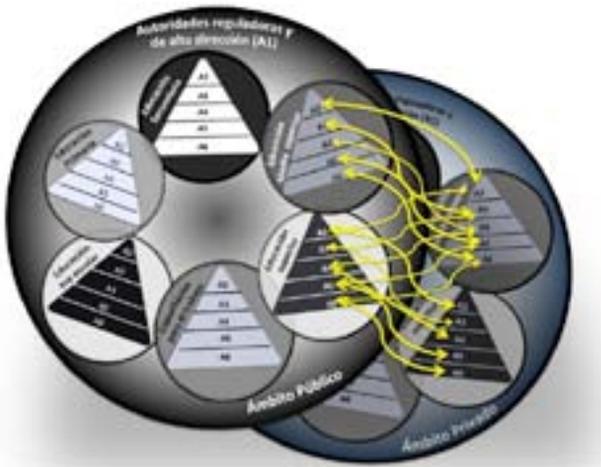


Figura 3. Organización sistémica de segundo orden, donde se destacan relaciones interactivas de los agentes sociales del ámbito público con los agentes en niveles equivalentes del ámbito privado.

Visto de manera esquemática, pese al intrincado grado de relaciones que mantienen los agentes entre los distintos niveles educativos del ámbito privado, público e incluso de los niveles correspondientes a la educación indígena, especial y para adultos, tal composición no basta para determinar que el vasto Sistema Educativo Nacional sea un SAC, puesto que obedece a una estructuración intencional, determinada por los niveles naturales de instrucción por edades y

grado de progresión en la instrucción. En este punto se podría afirmar que estamos ante una organización meramente “complicada”, dada su envergadura, el número de agentes sociales interactuantes y las dificultades naturales que implica la dirección y administración de una entidad de esa naturaleza.

Sin embargo, si se consideran algunos resultados de las interacciones que agentes específicos mantienen y han mantenido durante la evolución histórica del sistema, comienzan a aparecer “estructuras” nuevas que sólo pueden ser explicadas en términos de auto-poesis a partir de fenómenos de emergencia.

Un ejemplo claro, incluso obvio, es la relación que han mantenido los agentes A1 y A2, mediadas, entorpecidas o prohijadas por los agentes A3 (figura 4). Tal sería el caso del surgimiento del Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación (SNTE), entre 1940-1946, como resultado de la combinación de fuerzas entre los docentes (A3), las autoridades de gestión (A2) y las autoridades directivas (A1), estas últimas, a su vez, fomentaron el surgimiento de dicho sindicato en avenencia con el Gobierno del Estado de la época (un macrosistema del entorno transaccional), y las tendencias mundiales en la materia (un suprasistema de los procesos políticos, correspondiente al entorno contextual) (Lloyd, 2011).

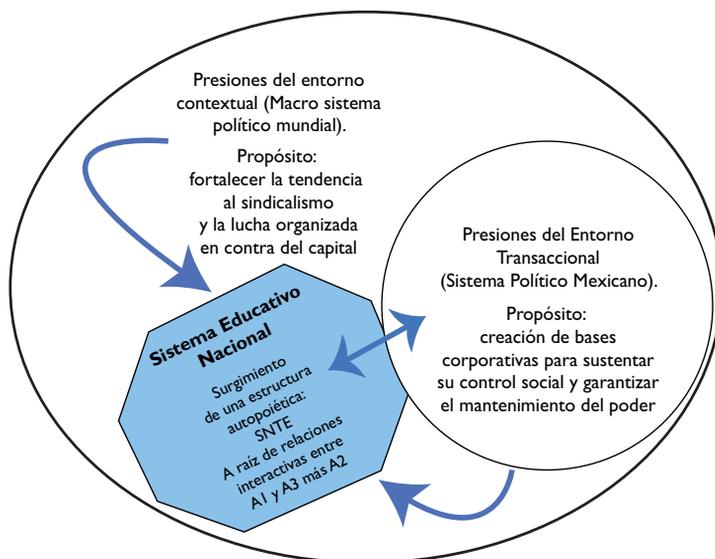


Figura 4. La estructura sindical del SNTE, surgió a raíz de las relaciones intrasistémicas entre los agentes A1 y A3 (autoridades de primer nivel y el enorme y creciente grupo de docentes de los niveles que existían en la época). De igual manera, intervinieron los agentes A2 (de dirección y gestión), tal como lo señalan la mayoría de las investigaciones históricas sobre el periodo (Lloyd, 2011). Finalmente, un par de impulsos de direccionamiento provinieron del exterior del sistema: a) la intención política de fomentar un corporativismo proclive al mantenimiento del poder político en el país, (entorno contextual), y b) las tendencias mundiales vigentes en la época en materia de lucha de los obreros y trabajadores asalariados, muy activa en ese periodo. El esquema abona a la argumentación en el sentido siguiente: el SNTE fue originariamente una respuesta de los actores a la necesidad concreta de proteger sus logros y prebendas (autopoiesis); al tiempo que evidencia una relación abierta con su entorno (típica de los SAC).

Si se continúa con la deconstrucción sistémica del SEN en el sentido propuesto, se hace evidente su perfil adaptativo. Tal afirmación puede sustentarse con la evolución y respuesta adaptativa del propio sistema a las presiones generadas por el entorno y los agentes tipo A1: el resurgimiento de la Coordinadora Nacional de Trabajadores de la Educación (CNTE, creada en 1979), que adquirió fuerza y protagonismo en el 2010 a raíz de la relación interactiva de los agentes A3 y A4, derivadas de las medidas político-administrativas de la Reforma Educativa impuesta por los agentes A1. En aquello que se podría caracterizar como una respuesta adaptativa para no abandonar el atractor en el cual se ubicaba el SEN, o para oponerse a un mecanismo direccionador proveniente del entorno contextual:

las políticas neoliberales impuestas al país por parte de los grandes poderes financieros y corporativos en alianza con el corporativismo nacional (Hernández, 2016; Harvey, 2005).

Sobre la jerarquía sistémica

En los anteriores ejemplos se aludió ya a la jerarquía sistémica en la cual se encuentra anidado el SEN e incluso se comentó brevemente el tipo de relaciones que mantiene el SEN con otros sistemas o macrosistemas. De acuerdo con la jerarquía sistémica propuesta por diversos autores, a todo sistema enmarcado corresponde un entorno transaccional o directo y otro contextual o indirecto (Lara-Rosano, 2010).

Dentro de los sistemas que mantienen una relación activa y directa con el SEN y que hacen su entorno transaccional se pueden destacar las secretarías o ministerios más obvios que configuran un suprasistema político. Pero más allá de la obvia anidación que formalmente puede asignársele al sistema enmarcado, destacarían los agentes sociales integrantes del suprasistema económico, cuyos agentes –las estructuras económico-financieras del sector productivo–, incluyen órganos de participación social como “Mexicanos primero” y otros agentes similares que han ejercido fuertes presiones sobre las estructuras políticas encaminadas a “liberalizar” la educación, esto es, privatizarla o “tercerizarla”. Otro gran suprasistema que rodea y genera presión sobre el SEN sería el de la innovación tecnológica y la comunicación (Televisa, TV Azteca, Iusacell, Telcel, Movistar, etc.), que en México tienen fuertes vínculos con el sistema político nacional y el internacional, a grado tal que resulta difícil distinguir sus límites.

En el caso del entorno contextual, el SEN obtiene fuertes direccionamientos por macrosistemas económicos y políticos, como serían los grandes organismos financieros (OCDE y el FMI, los grandes corporativos de la comunicación, la conectividad y el entretenimiento,

como Google, Yahoo, Microsoft, Macintosh, entre otros). Corporativos y organizaciones financieras de cobertura mundial que, incluso, han dictado por décadas las formas en que deben organizarse los currículos y formas de enseñanza en numerosos países. Estas relaciones se muestran de manera sinóptica en la figura 5.

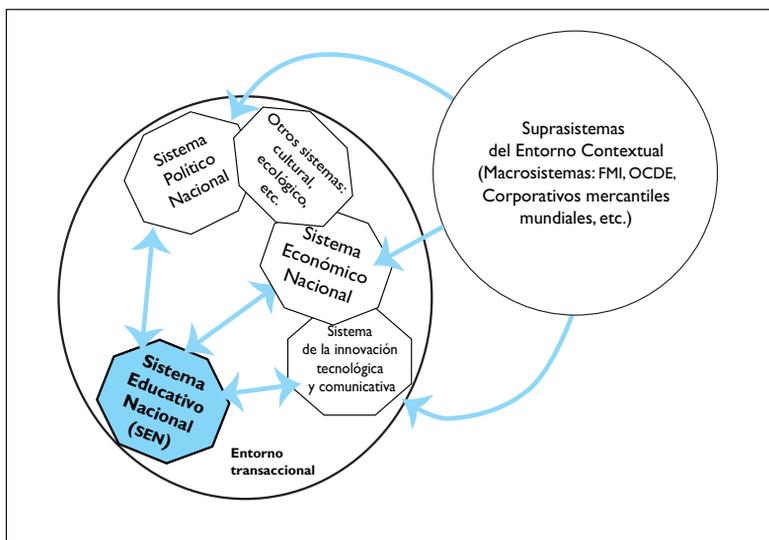


Figura 5. Jerarquía y heterarquía fractal que conforman los entornos transaccional y contextual del SEN. El sistema político nacional, el económico y el de la innovación y la comunicación operan en realidad como verdaderos apéndices de los direccionamientos establecidos por los suprasistemas del entorno contextual.

La teleología del SEN

¿Cuál es la teleología del SEN? Al tratarse de una organización diseñada originalmente para enfrentar un problema social de gran envergadura, la educación formal de un país de grandes dimensiones, compuesto por diversos entornos culturales, el SEN nació signado por propósitos y metas de futuro bien delimitadas, manifiestas –además de en diversos documentos– en el Artículo 3º de la Constitución de 1917, donde se enuncian con claridad esos propósitos

(laicidad, gratuidad, obligatoriedad, calidad) que no reproduciremos aquí por falta de espacio.

A resultas de las frecuentes evaluaciones internacionales sobre cobertura, analfabetismo, dominio de las matemáticas y la lengua nacional, es evidente que tales propósitos, a un siglo exacto de ser planteados, aún no se cumplen. Lo anterior sin contabilizar aquellos propósitos planteados posteriormente para dar respuesta a requerimientos emergentes del sistema social, como: la educación especial, el bilingüismo, la atención a los pueblos indígenas y otros.

En vista de los resultados variados y los altibajos en el logro de sus funciones, es evidente que a lo largo de su trayectoria histórica en el SEN han operado otras teleologías que han reorientado continuamente la función del sistema enmarcado. Aquello descrito por Ackoff (1979) acerca de los sistemas complejos que operan en una permanente inestabilidad por la oposición entre:

- a) los propósitos del sistema mismo;
- b) los propósitos de sus componentes, y
- c) los propósitos de los suprasistemas del cual forma parte el sistema.

Es evidente, a juzgar por las convulsas dinámicas del SEN en el lustro reciente, que la teleología con propósitos direccionadores u organizativos (Buckley, 1967) del entorno y de los agentes tipo A1, han determinado diversas respuestas de otros agentes del sistema (en particular de los tipo A3, los docentes), quienes han ofrecido una respuesta a la irritación en la forma de oposición y defensa de estructuras previamente establecidas (como la permanencia de profesores en servicio sin realizar concurso de oposición alguno).

La situación indicada relativa a la intervención direccionadora del SEN, por parte de los agentes tipo A1, sin considerar que se trata de un sistema complejo, quedaría perfectamente ilustrado con la cita siguiente de Buckley:

El Cambio orientado conscientemente, puede llegar a ser un problema para uno o varios líderes (no un problema para el sistema en sí); y ese problema es el de la manipulación... de las relaciones de los elementos del sistema, de modo que cualquier movimiento que suponga apartarse del camino a la meta suscite cambios que la contrarresten (Buckley, 1967, p. 59).

CONCLUSIONES

Evidencias de múltiples agentes con interacciones no lineales

¿Es posible distinguir en el SEN propiedades típicas de un SAC? Es indudable que sí. No sólo es posible identificar interacciones variadas, recursivas y no lineales entre múltiples agentes con un alto grado aleatorio, sino que éstas muestran grados variables de conectividad: lo mismo se observan lazos fuertes y duraderos (equivalentes a estabilidad), que una gran variedad de vínculos débiles (que proporcionan variedad a la organización). Muchas de tales interacciones han llevado al sistema a sufrir transformación en sus funciones en el tiempo, lo cual revela capacidad de adaptación y aprendizaje. Se trata no de una “simplicidad organizada”, como la que correspondería a una organización social empresarial, sino de una complejidad caótica (Buckley, 1969).

Composición sistémica, auto-organización y autopoiesis adaptativa

Igualmente, es evidente que el sistema enmarcado tiene una composición sistémica en varios niveles que se intersecan e interinfluyen entre sí, propiciando relaciones no lineales y recursivas que abren posibilidades a la auto-organización, como lo denotan las múltiples estructuras efímeras y duraderas que constituyen respuestas adaptativas.

Ejemplos de lo anterior son el constante surgimiento de secciones sindicales de todo color y bandera; el surgimiento de escuelas rurales multigrado; la fluctuante lucha de las normales rurales autogestivas, eternamente proscritas por los agentes directivos tipo A1, etcétera. Todas ellas son manifestaciones de estructuras disipativas alejadas del equilibrio (Prigogine, 2007), que llevan al sistema a permanecer en procesos de exploración y explotación de su espacio de posibilidades, con lo cual se generan nuevas variedades y respuestas (Kauffman, 1995) y dan cuenta de un sistema con robustez y resiliencia.

Aprendizaje, evolución y co-evolución

El flujo informativo entre todos los niveles y hacia fuera del sistema garantiza la auto-organización, pero el flujo de información en ciclos de *feedback* aseguran el aprendizaje del sistema —un fenómeno de emergencia por excelencia—, pues se deriva del conocimiento y las ideas innovadoras compartidas. No es la suma de ideas existentes ni la presencia de directrices centrales, sino el producto de ciclos de la información disponible reiteradamente compartidos entre múltiples agentes y de la transformación de la experiencia con base en esos conocimientos (Holland, 1995).

Circunstancias similares han ocurrido en el SEN, particularmente en los niveles más densos de interconexión entre agentes (A3, A5 y A6), dadas las respuestas adaptativas que han generado: desde las escuelas que operan con nulos recursos en las comunidades más remotas —que han permanecido en las comunidades más alejadas pese a las prohibiciones y las restricciones presupuestales—, hasta los aportes e innovaciones generados en las formas de uso de las tecnologías disponibles —muchas veces, tecnologías elementales y obsoletas, no electrónicas—, la generación de dinámicas y métodos novedosos de aprendizaje creados por los agentes incluso a contracorriente de las directrices y normas generales.

Si la evolución, según Darwin y los neo-darwinistas, es un proceso de cambio de las especies manifestado en un nivel macrosκόpico a partir de interacciones ocurridas en niveles microsκόpicos, puede afirmarse que la adaptación de un sistema a un entorno cambiante dado surge del esfuerzo de adaptación de sus agentes individuales por mejorar sus propios ajustes (Holland, 1992). Entonces el SEN, enmarcado como una organización compleja, ha dado muestra de flexibilidad adaptativa al modificarse a sí mismo (a partir de la competencia, cooperación y mutua causalidad entre actores del propio sistema y del entorno), de modificar el ambiente en que se encuentra, y de adaptarse a las modificaciones del ambiente. Todo ello a partir de mecanismos de auto-organización, emergencia y co-evolución.

REFERENCIAS

- Allen, P.; Maguire, S.; McKelvey, B. (2011). *The Sage Handbook of Complexity and Management*. Londres: Sage.
- Anderson, P. (1999). Complexity theory and organization science. *Organization Science*, 10 (3), pp. 216-232.
- Bar-Yam, Y. (1997). *Dynamics of Complex Systems*. Massachusetts: Addison-Wesley, Reading.
- Bar-Yam, Y. (2004). *Making Things Work. Solving Complex Problems in a Complex World*. Cambridge: NECSI-Knowledge Press.
- Bedau, M. A.; Packard, N. H. (1992). Measurement of Evolutionary Activity, Teleology. *Artificial Life II - Santa Fe Institute Studies in the Sciences of Complexity*. X. Redwood City: Addison-Wesley, pp. 431-461.
- Bedau, M. A.; McCaskill, J. S.; Packard, N.H.; Rasmussen, S. (2010). Living technology: Exploiting life's principles in technology. *Artificial Life*, 16 (1), pp. 89-97.
- Buckley, W. (1967). *Sociology and Modern Systems Theory*. Englewood Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Checkland, P. B. (1998/1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. 3ª ed. Inglaterra: John Wiley & Sons, Ltd.
- Colliers, P. (1998). *Complexity and Postmodernism. Understanding Complex Systems*. Londres: Routledge.

- Gallardo Cano, A. (2017). *La información: un componente básico para la interacción en el universo. Cibernética y teleología humana*. México: Instituto de Estudios Jurídicos.
- Gell-Mann, M. (1994). Complex adaptive systems. En G. A. Cowan, D. Pines y D. Meltzer (eds.). *Complexity: Metaphors, Models and Reality* (17-45). México: Addison-Wesley.
- Gell-Mann, M. (1995). *El quark y el jaguar: aventuras en lo simple y lo complejo*. España: Tusquets.
- Harvey, D. (2005). *A brief History of Neoliberalism*. Nueva York: Oxford University Press.
- Hernández Navarro, L. (13/12/2016). La prueba PISA y la ruta del dinero. *La Jornada*, p. 23.
- Homans, C. G. (1950). *The Human Group*. Nueva York: Harcourt, Brace & World.
- Kauffman, S. A. (1993). *The Origins of Order. Self Organization and Selection in Evolution*. Nueva York: Oxford University Press.
- Kauffman, S. A. (1995). *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*. Nueva York: Oxford University Press.
- Lara-Rosano, F. J. (2010-2013). Cátedras del Seminario métodos y modelos de la complejidad social, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico CCA/DET/UNAM, México.
- Lara-Rosano, F. J. (1990). *Metodología para la planeación de sistemas: un enfoque prospectivo*. México: UNAM.
- Lara-Rosano, F. J. (1992). La Inteligencia Artificial y su influencia en las Ciencias Sociales y las Humanidades. En P. González Casanova e I. Méndez (eds.). *Matemáticas y Ciencias Sociales*, pp. 305-335. México: Miguel Ángel Porrúa.
- Lara-Rosano, F. J. (2002). Cibernética y sistemas cognitivos. En J. Acosta Flores (ed.). *Ingeniería de Sistemas: un enfoque interdisciplinario*, pp. 44-70. México: Alfaomega.
- Lara-Rosano, F. J. (2006). Conceptos básicos en tecnología y sistemas sociotécnicos. En P. González Casanova y M. Roitman Rosenmann (eds.). *La formación de conceptos en ciencias y humanidades*, pp. 103-125. México: Siglo XXI.
- Lara-Rosano, F. J. (2012). Complejidad en las organizaciones. En J. Flores Valdez y G. Martínez Mekler (eds.). *Encuentros con la Complejidad*, pp. 90-115. México: Siglo XXI.
- Lara-Rosano, F. J. (2016). Las ciencias de la complejidad en la solución de nuestros problemas sociales. *Sistemas, Cibernética e Informática*, 13 (2), pp. 43-50.
- Lloyd, M. (2011). El Sindicato Nacional de Trabajadores de la Educación: ¿Organización gremial o herramienta del Estado? En J. M. de la Serna, J. A. Matesanz y S. Méndez (coords.). *La historia latinoamericana a contracorriente*, pp. 313-345. México: UNAM.

- Luhmann, N. (1991). *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*. México: Alianza.
- Luhmann, N. (2010). *La realidad de los medios de masas*. Barcelona: Anthropos.
- Luhmann, N. (1998). *La sociedad de la sociedad*. México: Herder/Universidad Iberoamericana.
- Mason, M. (2008). *Complexity Theory an the Philosophy of Education*. EUA: Wiley-Blackwell.
- Mainzer, K. (2007). *Thinking in Complexity. The Computational Dynamics of Matter, Mind and Mankind*. Berlín, Heidelberg, Nueva York: Springer.
- Mitchel, M. (2009). *Complexity. A guided tour*. Nueva York: Oxford University Press.
- Mitleton, K. E. (2003). *Ten principles of Complexity & Enabling Infrastructures*. Londres: London Shool of Economics.
- Mitleton, K. E. (2005a). Designing a New Organization: A Complexity Approach. LSE Complexity Research Programme. Recuperado el 12/02/2001, de: <http://www.psych.lse.ac.uk/complexity/Publications/icosspublications.html>
- Mitleton, K. E. (2005b). Co-Evolutionary Integration: A Complexity Perspective on Mergers & Acquisitions. LSE Complexity Research Programme. Recuperado el 12/02/2001, de: <http://www.psych.lse.ac.uk/complexity/Publications/icosspublications.html>
- Prigogine, I. (1983). *Tan sólo una ilusión: una exploración del orden a partir del desorden*. Barcelona: Tusquets.
- Sistema Nacional de Información Estadística Educativa. Disponible en: www.sniesep.gob.mx (consultado el 14/01/17).
- Stacey, R. (1995). The science of complexity: An alternative perspective for strategic change processes. *Strategic Management Journal*, 16 (6), pp. 1986-1998.
- Stacey, R. (1996). Management and the science of complexity: If organizational life is nonlinear, can business. *Research Technology Management*, 39 (3), pp. 3-8.