



*Asesorías y Tutorías para la Investigación Científica en la Educación Puig-Salabarría S.C.
José María Pino Suárez 460-2 esq a Lerdo de Tejada, Toluca, Estado de México. 7223898478*

RFC: ATI120618V12

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.

<http://www.dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/>

Año: VII Número: 2 Artículo no.:5 Período: 1ro de enero al 30 de abril del 2020.

TÍTULO: Contribuciones al aprendizaje combinado desde la perspectiva sistémica.

AUTORA:

1. Dra. Irma Eugenia García López.

RESUMEN: El artículo trata sobre los retos de la educación al incorporar la complejidad y la tecnología. Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) son la expresión del abordaje ante la complejidad en los modelos educativos. El objetivo es analizar cómo el aprendizaje combinado logra mejorar las condiciones educativas. Metodológicamente, se desarrolla un análisis de los fundamentos teóricos del estructural-funcionalismo y la teoría de sistemas para la incorporación de la complejidad a los modelos educativos; a destacar, que el agente de 'enseñanza' en el proceso educativo, ya no es exclusivo del educador, que ahora se comparte con escenarios complejos y las experiencias previas de los estudiantes, de tal forma que se fortalezca la práctica educativa combinando diferentes modelos y técnicas.

PALABRAS CLAVES: Teoría de la educación, sistemas complejos, tecnología educacional.

TITLE: Contributions of Combined Learning from a systematic perspective.

AUTHOR:

1. Ph.D. Irma Eugenia García López.

ABSTRACT: The article deals with the challenges of education by incorporating complexity and technology. Information and Communication Technologies (ICT) are the expression of the approach to complexity in educational models. The objective is to analyze how Combined Learning improves educational conditions. Methodologically, an analysis of the theoretical foundations of structural-functionalism and systems theory for the incorporation of complexity into educational models is developed; it should be noted that the 'teaching' agent in the educational process is no longer exclusive to the educator, which is now shared with complex scenarios and the students' previous experiences, so that the educational practice is strengthened by combining different models and techniques.

KEY WORDS: Education theory, complex systems, educational technology.

INTRODUCCIÓN.

Tener más dudas que respuestas cuando nos enfrentamos a un problema es una señal de que estamos tratando con algo complejo, pero ¿qué significa realmente la complejidad? El término complejidad proviene del latín plexus que podría equivaler a entretejido o difícil de separar. El término se utiliza en diferentes contextos y disciplinas; por ejemplo, para referirse a procesos e instalaciones sofisticadamente interrelacionadas con un propósito industrial, para lo cual reservan el término complejo industrial; igualmente se utiliza para referirse al conjunto de sentimientos y emociones orientadas al deseo amoroso y hostil a los progenitores, para lo que reservan el término complejo de Edipo; o bien el complejo volcánico monte Edziza, una gran formación geológica derivada de la presencia de un conjunto de volcanes en Canadá.

La presencia del término en diferentes disciplinas y contextos no es una coincidencia que pase desapercibida, en realidad, ha sido la discusión inicial que deriva en el florecimiento de la teoría de sistemas. Bertalanffy (1976), figura fundacional de la teoría general de sistemas, encuentra esta coincidencia interdisciplinar como punto de partida, particularmente el uso compartido del término;

si tanto el solar, el digestivo, y el educativo mexicano son todos sistemas, entonces ¿qué es sistema?

Las razones por las que la teoría de sistemas ha encontrado cabida en muchas áreas del conocimiento se explica con el avance científico de cada disciplina, empleando nociones compartidas; a saber, que Bertalanffy (1976) define sistema como un conjunto de elementos interactuantes. Así tanto para el sistema solar y el sistema digestivo se tratan, a reserva de una definición más sofisticada, del conjunto interactuante de planetas y órganos respectivamente... ¿pero qué pasa con el sistema educativo mexicano?, estos elementos pueden ser personas, instituciones, incluso máquinas o portales web; mientras que sus interacciones están casi exclusivamente reservadas a procesos de comunicación social, a diferencia, por ejemplo, de la transferencia de masa y de calor en sistemas físicos.

El célebre divulgador Carl Sagan (2009) define lo complejo de un organismo como el número de funciones diferentes que realiza durante una vida, una paráfrasis podría ser el número de estados posibles en un sistema, así si se determina que una calculadora (sistema) puede estar encendida o apagada, la complejidad está determinada por estas dos funciones o estados, mientras que si se añade que la calculadora puede realizar sumas, restas, multiplicaciones y divisiones, el modelo se vuelve más complejo.

La definición de Halford, Wilson & Phillips (1998) dice que la complejidad es "...el número de dimensiones relacionadas o fuentes de variación". Por su parte, Cotsaftis (2007) comienza por diferenciar tres categorías de sistemas: (1) simples, (2) complicados, y (3) complejos; estos últimos se diferencian por no poder predecir el comportamiento a partir del estudio de los componentes y sus relaciones de manera aislada, pues se tratan de modelos no-lineales o estocásticos.

Hasta aquí parece existir un consenso sobre la complejidad como una magnitud en un sistema, y dicha magnitud está en función no solo de los elementos y las relaciones que componen un sistema, sino que en diferentes escuelas de pensamiento esto puede ser representado como el número de funciones, o estados o incluso intercambio de energía, calor, materia o sencillamente comunicación. Por lo

demás, las definiciones de complejidad hasta aquí citadas han tenido elementos sistémicos; el concepto de complejidad se ha popularizado de la fuente teórica de la sistémica que floreció a mediados del Siglo XXI.

Uno de los principales sospechosos en la catálisis de estas teorías ha sido la Segunda Guerra Mundial, fenómeno bélico que impulsó el desarrollo de nuevas tecnologías y contra-tecnologías, abriendo paso a una nueva era industrial, patrocinada por el auge de la informática y la telemática; sin embargo, la propuesta de Bertalanffy (1976), figura principal de la teoría general de sistemas contemporánea, deriva de la discusión (y descrédito) del vitalismo¹ en la biología. Si se consulta su obra, se podrá apreciar que lo sistémico se ha venido gestando desde mucho tiempo atrás, con motivadores son tan diversos y profundos que lo impulsan e integran en un corpus teórico fundacional.

Las disciplinas sociales que toman el término complejo, se adscriben invariablemente a la teoría de sistemas, una parte importante de la discusión está entre las propuestas derivadas de Niklas Luhmann y Jürgen Habermas, que se podrían considerar como marcos de referencia antagónicos y excluyentes. A pesar de las múltiples diferencias y bastos niveles de discusión entre estos autores, el tema central en la construcción del modelo social está diferenciado por el marco de Luhmann como pre-racional, mientras que en Habermas el modelo es racional. Esto es, que para Luhmann (1996; 1992), las relaciones sociales se dan gracias a la comunicación, el elemento principal del fenómeno social, siendo que esta comunicación se da indistintamente de la capacidad de racionalidad en el medio; mientras que en las propuestas de Habermas la condición racional del sujeto está profundamente arraigada en el corpus teórico del autor (Habermas, 1998; Loos, 2009).

¹ Aún no se ha puesto punto final a la definición de lo *vivo*, aun cuando el uso del término es tanto de uso cotidiano como académico. Parece evidente cuando se habla de *seres vivos* a lo que se está refiriendo, pero encuentra otros usos, como en el *urbanismo* y sugerir que una ciudad es una *entidad viva*, o que cualquier *sistema* es una *entidad viva*. Sin embargo, en la teoría de sistemas no se le da ese particular tratamiento, sino que se aprovecha del concepto de *autopoiesis* propuesto por Maturana & Varela (1980) y sortea mucha de las partes ásperas del vitalismo *clásico*.

De manera introductoria, a destacar cuando menos dos puntos: (1) ¿el sistema social está compuesto de individuos o comunicación?, siendo congruente con Habermas, la sociedad está compuesta de sujetos, principalmente racionales, que en su interacción forman la sociedad; mientras que de Luhmann, el medio de comunicación pueden ser personas, instituciones, máquinas, o cualquier unidad simbólica y sígnica, así la sociedad es comunicación autopoietica, indistintamente de si es una comunicación racional o no. (2): ¿Qué es la racionalidad? la racionalidad ha sido ampliamente discutida con diferentes etiquetas, disciplinas y contextos; desde la amplitud de la filosofía, hasta particularidades como el caso de las neurociencias, psicología o la informática. Las inciertas fronteras entre racional, inteligente, o consciente tampoco son coincidencia, haciendo que este tema sea tratado con sumo cuidado y respeto. El presente trabajo favorece la propuesta de Luhmann, pero el lector puede considerar otras perspectivas teóricas y marcos de referencia.

Por otra parte, uno de los niveles de discusión sobre la complejidad está en el fenómeno de la tecnificación, o como define Luhmann (1998, págs. 135-147): simplificación funcional. Se tratará de exponer su relación con el proceso de enseñanza-aprendizaje en los siguientes apartados con mayor profundidad. La simplificación funcional, explica Luhmann (1998, págs. 135-147), es la definición del concepto de técnica que mediante su establecimiento, produce una determinación causal (controlada o no); “Este concepto puede ser aplicado, así mismo, a los procesos del sistema social, por ejemplo, a los cálculos matemáticos” (Luhmann, 1998, pág. 147).

En contrapunto, la técnica o simplificación funcional en la racionalidad sigue estando presente, pues bajo el modelo construccionista de la racionalidad se explica cómo socialmente interpretamos y re-interpretamos la (compleja) realidad para darle una explicación sesgada, causal y funcional; otras corrientes filosóficas que parecieran distantes se empiezan a complementar, como el trabajo del primer Wittgenstein (1922) que exponía en el *Tractatus Logico Philosophicus* como la interpretación

objetiva de la realidad material escapa a los límites de la condición humana, con especial énfasis en la racionalidad y la comunicación.

La importancia de destacar el modelo de Luhmann, a diferencia de otros, está en que la simplificación funcional pre-racional considera la determinación causal controlada y la no-controlada. Estas escuelas de pensamiento también se ven representadas a nivel macro, como la separación entre la teoría del caos de la teoría de sistemas, pues las primeras se centran en sistemas estocásticos o no-causales, mientras que de los segundos los procesos no son estocásticos, sino que son derivados de la complejidad del sistema. Así Luhmann nunca descarta la causalidad; sin embargo, considera que en el proceso del establecimiento de la técnica se distinguen elementos en donde se tiene control y en donde no.

El estudio del control toma un puesto protagónico en la discusión contemporánea de la sistémica desde la teleología primigenia de Bertalanffy, hasta la cibernética, pasando a ser cibernética de segundo orden. Qué es lo que controla el sistema, se ha vuelto el tema central en el estudio de casi cualquier procedimiento; así para las disciplinas sociales esto supone un nuevo orden (Foerster, 2012), pues además de que el entramado social es comunicación autopoiética como sugiere Luhmann, conocer la forma en cómo se controla la comunicación pasa a ser el equivalente a cuestionarse cómo se controla el control, o bien cómo se determina aquello que se controla, de lo que no.

El estudio del control del control, también conocido como cibernética de cibernética o cibernética de segundo orden, tiene como punto de partida la figura de Foerster (2012); sin embargo, para los propósitos de este artículo se destaca la figura de Ashby, quien propone el principio de variedad requerida o Ley de Ashby que estipula “solo la variedad absorbe la variedad” (Ashby, 1958). A considerar que la variedad puede conceptuarse como una noción de complejidad. Así una de las principales interpretaciones para las disciplinas sociales es que no existen soluciones simples a problemas complejos. Otro derivado lógico del principio estima, que la jerarquía de control se ejerce

siempre de elementos complejos a menos complejos, así por ejemplo, quien conduce un vehículo es quien lo controla, y esto es posible gracias a que quien lo conduce es una entidad más compleja que el vehículo, pero ¿qué controla el mercado global o el sistema educativo? En la medida que se intenta responder estas preguntas se dará cuenta que el principio de variedad requerida se vuelve menos evidente, pues ¿qué es más complejo, la oferta o la demanda?, ¿...el magisterio, el gobierno o la familia?

El problema con este tipo de cuestionamientos y las razones por las que se vuelve menos evidente el principio de Ashby es lo mismo que advierte Luhmann: no considerar como elementos de los sistemas sociales (como el sistema educativo) compuesto de individuos o instituciones, sino como comunicación autopoiética pre-racional, en toda la extensión del término. Para lograr esta interpretación es necesario advertir que existen propiedades sumativas y compositivas en los (sistemas) conjuntos de elementos y relaciones (Bertalanffy, 1976), así por ejemplo, sugerir que el sistema educativo es la suma de maestros, alumnos, padres de familia, instituciones y departamentos gubernamentales es omitir su dimensión compositiva. El valor compositivo de un conjunto no solo se nutre del número, sino también del tipo y forma de las relaciones o interacciones entre algunos o todos los elementos. En ese orden de ideas, una pregunta más sofisticada sería ¿qué es más complejo la relación gobierno > magisterio o magisterio > gobierno? y así responder quién controla a quién; sin embargo, aún resuelta esa duda, faltaría resolver lo mismo para con todo el sistema educativo y así otorgar una respuesta integral de cómo se controla el sistema.

En este punto del documento se exponen las nociones elementales de la complejidad, su inherente relación con la teoría de sistemas, y se establece la discusión en la última frontera del conocimiento con las nociones de control. En síntesis, se destaca que la complejidad es más que la suma de elementos y relaciones: el teórico debe aclararse previamente si su modelo es lineal o no-lineal, si puede o no reconocer fenómenos estocásticos o todos son causales, pero también si la complejidad

está determinada por las propiedades sumativas y compositivas del sistema. Un sistema no puede tener un tratamiento atomizado en sus componentes y relaciones, sino que su explicación adquiere otro valor al considerarlo como un conjunto.

Teleología en el pensamiento complejo: incertidumbre perpetua.

Hacer énfasis en que los sistemas deben tener un tratamiento holístico (basado en su composición) no se debe pormenorizar. En realidad, esta condición teórica es la hipótesis fundacional de una construcción más allá de las unidades analíticas, del pensamiento complejo y su explicación compositiva, razón por la cual se distingue entre sistema singular y plural; pues los sistemas en realidad se tratan de sub-sistemas derivados de un único sistema general.

Cuando un conjunto de elementos interacciona de tal o cual manera, y su comportamiento se puede describir como organizado, útil, funcional o necesario se está tratando con teleología de un sistema, y como se intentará demostrar más adelante, está intrínsecamente insertada en la institucionalización de constructos. Como decir que la práctica docente sirve para proveer del servicio educativo.

A saber, que existen diferentes tipos de teleología, como expone Bertalanffy (1976), dicha área de la filosofía concentra su atención en las causas finales, explicaciones o intencionalidad de los sistemas, sean estos seres u objetos. Así, indicar que un paraguas o sombrilla sirve para determinada cosa, produce un proceso filosófico similar a indicar que una especie sirve para controlar a otra en un ecosistema (Lotka-Volterra), o que una malla curricular sirve para formar arquitectos o médicos.

Mientras que hay pocas propuestas que detractan la visión estructuralista del fenómeno sistémico, hay poco consenso sobre el (posible) comportamiento auto-organizado de los sistemas. Sin duda, se trata de una cuestión metafísica que encuentra amplia discusión en el terreno de la filosofía, pero no se da la suficiente atención en las implicaciones de la socialización de los constructos, dígame el

establecimiento de instituciones. En el caso de la educación, esto tiene diversos niveles e implicaciones que vale la pena discutir; aquí se concentra su esfuerzo en el pensamiento complejo.

Para comprender la profundidad de las implicaciones inherentes que tiene la teleología en el pensamiento complejo es necesario aclarar que muchas veces adquieren la forma de paradigmas. Si se intenta transmitir en el estudiante lo maravilloso y sofisticado que es el cuerpo humano, es posible que se haga uso de la teleología para destacar el funcionamiento o la utilidad de un órgano o un proceso bioquímico, cultivando así el pensamiento complejo. Igualmente, si se intenta enseñar a un estudiante la importancia de semáforos bien sincronizados (Gershenson, 2004), o rutas de transporte público (Helbing, Lämmer, & Lebacque, 2005) igual se hará uso de la teleología para poder destacar los efectos que esto tiene en otros componentes de la ciudad (sistema), como el tráfico, la productividad económica o el estrés. Sucede tanto con estudiantes de economía y los determinantes del flujo de capital, así como con estudiantes de agronomía y los determinantes del potencial productivo.

En los últimos años, los modelos educativos han intentado incorporar el pensamiento complejo como una estrategia pedagógica, y aunque para muchos esto implica sencillamente cultivar en el estudiante una actitud crítica continua, lo cierto es que esto no se ha dicho con el suficiente énfasis, y es que el pensamiento complejo es por decir lo menos, una tarea titánica. La complejidad ha sido un destacado elemento teórico, el concepto se ha impulsado precisamente porque hay cuestiones que escapan no sólo a las capacidades humanas, sino también a la capacidad de cómputo de cualquier máquina diseñada o concebible (Bertalanffy, 1976, págs. 19-20) o incluso pueden llegar a contradecir leyes físicas (Bertalanffy, 1976, pág. 40). Se está ante dos escenarios del pensamiento complejo: (1) por una parte se trata de un fenómeno causal y determinista, pero que por su complejidad es imposible acceder a esta verdad, o bien: (2) en realidad se trata de un fenómeno estocástico y las verdades a las

que se logran acceder son meramente constructos sociales subjetivos de una realidad profundamente caótica.

En cualquiera de los dos escenarios, la teleología adquiere un papel protagónico, y tanto el docente como el estudiante deben tener esto en cuenta, pues en cualquier caso de estudio, las verdaderas implicaciones y las ventajas de cultivar este tipo de pensamiento radican en la incertidumbre: desde estudios científicos detenidos por la abrumadora complejidad de sus fenómenos, hasta la irresolución que daría un escenario caótico o estocástico imposible de razonar. Simplificando, probablemente sesgando otras dimensiones, el pensamiento complejo remite a estar preparados para la incertidumbre inherente en el conocimiento.

En diferentes momentos y contextos la filosofía ha asistido el tratamiento de esta incertidumbre. Inicialmente, el utilitarismo centró su atención en una teleología dirigida, en la que la organización de las cosas podría responder a la búsqueda de la utilidad en sus componentes, cual decir que al estudiante universitario le es útil aprender un oficio, y por eso el sistema de educación superior se dinamiza. La crítica a estas posturas se fue evidenciando en la medida que se desarrolló el funcionalismo, y entonces el estructural-funcionalismo heredó la discusión filosófica sobre la teleología sistémica.

El funcionalismo es más amplio en cuanto a los tipos de teleología que acepta en su fundamento teórico, principalmente cuando se acompaña del estructuralismo. Lo que es funcional puede pasar tanto por la teleología genuina, hasta directividad por estructura, o incluso teleología equifinal; es decir, que el funcionalismo admite explicaciones tanto dirigidas como pasivas, como el ejemplo del sistema educativo que ha sido implementado para dar un servicio (teleología genuina); o en la directividad por estructura en que la estructura del sistema determina su dinamismo como los componentes mecánicos de un vehículo determinan su función, así como tener diez dedos en las manos propició el desarrollo del sistema decimal en la mayoría de las sociedades humanas.

Ahora bien, la teleología de la equifinalidad, además de ser una perspectiva sumamente interesante, es igualmente incierta y poco consenso hay sobre sus formas de expresión. En principio la equifinalidad indica que "...pueda alcanzarse el mismo estado final partiendo de diferentes condiciones iniciales y por diferentes caminos" (Bertalanffy, 1976, pág. 81). Esto ha llevado a pensar que en efecto existe una regulación en los sistemas orgánicos independientes de su estructura o mecanismos. Esta postura vitalista es la que ha impulsado la curiosidad en los determinantes del control en un sistema más allá de su forma o estructura, dicha directividad está en función del exosistema o contexto en donde se desenvuelve un sistema abierto, o bien, la complejidad que envuelve al sistema que determina su comportamiento presente hacia un estado final invariable.

Finalmente, la teleología permite que el pensamiento complejo se aclare en cuanto a la explicación integral de un sistema. Esto es relevante para el educador y el estudiante, pues se asume que la interpretación que se tiene sobre el funcionamiento o razón de ser de ciertas características del objeto de estudio, bien pueden ser infundadas, pero son necesarias para dar una explicación integral del objeto, que de otra manera sería desordenada, caótica y sin propósito.

También se asume que es una construcción intrínsecamente falible pues, así como puede existir una explicación teleológica genuina, puede haber otra estructural. Es igualmente falsable en la medida que se añadan o reduzcan nuevos elementos y relaciones al modelo general del objeto de estudio, pues se trataría de otra composición, pero finalmente, uno de los elementos más contundentes del pensamiento complejo está en que la interpretación del sistema, en singular, es la integración de los subsistemas que lo componen, es decir, que así como de un fenómeno cada disciplina se concentra en una dimensión, esta se complementa en la medida que incorpora, o cuando menos reconoce la existencia de otras disciplinas y conocimientos, en virtud de una ciencia unificada, integradora y auto-

crítica; caso contrario, se está ante un universo caótico y la ciencia es un cuerpo de subjetividades y sesgos.

Las tecnologías y el pensamiento complejo en la educación.

Como se destaca en el apartado introductorio, el término complejidad se usa para describir fenómenos que son difíciles o imposibles de explicar, menos aún si se concentra solamente en sus características sumativas. Igualmente se destacó que para acercarse a una interpretación más fiel de estos fenómenos complejos se vuelve particularmente necesario concentrar su atención en las características constitutivas y estar consciente del factor teleológico de la interpretación.

El desarrollo de la telemática ha permitido que muchas de las barreras individuales se puedan sortear más fácil y eficientemente. En la actualidad, es probablemente más sencillo justificar por qué una persona no puede explicar el ciclo de Krebs, que justificar porque una computadora puede o no simular una ruta metabólica. Actualmente se desarrollan vehículos autodirigidos, trabajadores mecanizados con inteligencia artificial, incluso se simulan escenarios demográficos, políticos, económicos y biológicos que intentan predecir el futuro (prospectología); todo esto gracias al auge de la informática y la telemática.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) remite a los avances de la telemática contemporánea. Al igual que el pensamiento complejo, las TIC se ha introducido en casi todos los modelos educativos y propuestas pedagógicas modernas, como se destacará más adelante. La idea general es que el uso de las TIC facilita el desarrollo del pensamiento complejo porque pueden asistir el proceso humano de aprendizaje. En este apartado se ahondará en el papel de las TIC en el pensamiento complejo y la perpetuidad crítica.

Las TIC en la educación.

Existen diferentes niveles y escenarios en donde las TIC están presentes en el sistema educativo, van desde su uso en el aula como recurso pedagógico; herramientas de monitoreo y estudio para el profesor, también para el alumno y padres de familia; medios de consulta y accesibilidad; seguridad informática; derecho a la privacidad y la publicidad de la información; incluso también representan barreras como la falta de recurso humano capacitado o la brecha tecnológica generacional profesor-alumno.

En resumen, las TIC están tan profundamente arraigadas al proceso social que es imposible delimitar en ciertas áreas exclusivas o excluyentes, y que se integran al sistema educativo. Lo importante a destacar es que no todo son bondades, a pesar de su innegable presencia en el desarrollo, particularmente en el aprendizaje.

Hace apenas unas décadas, cierta información era el privilegio de aquellos que accedían a mejores oportunidades de aprendizaje, principalmente las instituciones educativas.

En la actualidad, con el acceso a internet, se pueden consultar fuentes de información mediante procesadores de búsqueda tan sofisticados que en apenas unas milésimas de segundo son suficientes para encontrar lo que se requiere; a pesar de que la información se multiplica y diversifica a pasos agigantados muchos estudiantes prefieren plagiar, incluso muchos de las mismas fuentes; o bien sucede que la persona prefiere utilizar internet como herramienta de ocio y entretenimiento y no para adquirir más o mejor conocimiento.

Tabla 1. Racionalidad y racionalidad limitada de Vergara (2010).

Modelo de racionalidad clásica	Modelo de racionalidad limitada
El sujeto examina todos los posibles cursos de acción.	El sujeto decisor establece cuál es el nivel mínimo de resultados favorables que está dispuesto a aceptar.
El sujeto construye todos los futuros escenarios a que lo llevaría cada alternativa examinada	El sujeto examina un número relativamente pequeño de cursos de acción
El sujeto compara estos escenarios futuros y selecciona aquel que maximice su función de utilidad	El sujeto construye los escenarios futuros a que lo llevan las alternativas estudiadas
	Cuando el sujeto encuentra un escenario futuro en el que sus necesidades son “satisfechas”, el sujeto detiene la búsqueda y selecciona una alternativa.

Fuente: Vergara, R. (2010). El redescubrimiento de las instituciones. En: R. Vergara, Organización e instituciones (págs. 87-114). México: Siglo XXI. Página 90.

En realidad, se trata de un comportamiento sub-optimizado en el ser humano, y esto detracta con muchos de los paradigmas sobre comportamiento, que se espera sea inteligente, optimizado, o racional en todo momento. Esta postura se reconoce en otros como racionalidad limitada (Vergara, 2010), y es la propuesta que invita a desarrollar modelos en donde el sujeto se encuentra en una condición de estrecha racionalidad, es decir, que a diferencia del tratamiento que se le da al comportamiento racional desde la postura clásica, en donde los sujetos tienen plena conciencia de las condiciones del mercado, o del posible proceder del contexto ante ciertas decisiones, lo cierto es que no todos tienen omnisciencia sobre el mercado de valores, o incluso sobre su propia situación personal, esto es a lo que apela la noción de la racionalidad limitada, y aunque puede ser más adecuado, implanta la incertidumbre como una variable a considerar.

Centros educativos invierten parte importante de su presupuesto en desarrollar o adquirir plataformas, capacitaciones o infraestructura en favor de la calidad educativa, para que el proceso social en el

interior no conozca o no quiera utilizar estos medios; o si bien tienen la fortuna de tener un buen recibimiento en la comunidad, esta inversión se devalúa rápidamente por mejor y más barata tecnología. Sucede con las plataformas educativas, inicialmente un lujo que solo se podían permitir las mejores universidades del mundo, ahora existen múltiples opciones gratuitas y adecuadas para diferentes contextos, necesidades o incluso edades; se les conoce como LCMS por Learning Content Management System o Sistema de gestión de contenidos.

Sucede también en muchos escenarios en donde el estudiante o el profesor favorece por sobre otro conocimiento, al dominio de cierta TIC como softwares o canales de comunicación. Como concentrarse en dominar la microcirugía asistida con sofisticados aparatos, sin previamente dominar prácticas quirúrgicas más tradicionales; así estudiantes de sociales favorecen el dominio de software estadístico, pensando que podrán evitar la necesidad de dominar la estadística para su ejercicio profesional. Salvo por honrosas excepciones (máquinas auto-dirigidas), las TIC son un medio para asistir a un operario, que se asume racional, en completar una tarea comunicativa. Así, por ejemplo, virtualmente cualquiera puede solicitarle al software una medida de dispersión de una base de datos, esto no necesariamente significa que el operario conoce las implicaciones de esa información o cómo se debería haber hecho el cálculo, por lo que el proceso carece de los elementos necesarios para reconocerla como una comunicación efectiva, mucho menos de pensamiento complejo.

De la misma manera, y a pesar de que se está ante una creciente y evidente globalización, no todos los contextos son adecuados para el uso homogéneo e indistinto de TIC. Habrá comunidades sin internet o incluso electricidad, pero esto no los exime del desarrollo de tecnología, aquí definida como conocimiento aplicado. Una de las propuestas conceptuales es la tecnología adecuada, como término académico, refiere a que el desarrollo de conocimiento aplicado (tecnología) remite a su población, su cultura y contexto, así la importación de tecnologías ajenas puede resultar contraproducente, para evitarlo se utiliza una tecnología adecuada a su condición. Esto tiene impacto en muchos niveles que

van desde el uso eficiente de los recursos para el desarrollo o adquisición de tecnología, hasta una correcta implementación y sostenimiento en un medio social.

Existe una anécdota que puede sintetizar el dilema incorporado en el corpus teórico de no tener tecnología adecuada: cuando la guerra fría, y la conquista del espacio era el objetivo de los dos bloques, los estadounidenses invirtieron en el desarrollo de bolígrafos que funcionaran sin gravedad, mientras que los soviéticos prefirieron dar lápices. Aun cuando las dos propuestas tecnológicas podían cumplir con su función dada su estructura, el ‘anticuado’ lápiz era una tecnología más adecuada al espacio exterior que un bolígrafo espacial.

Estos constituyen una parte importante de los paradigmas del desarrollo tecnológico y del conocimiento (educación). En la medida que más se conoce (complejidad) es necesaria más capacidad de procesamiento, y esto requiere por el principio de Ashby (1958), aplicar el conocimiento proporcional para establecer la técnica (simplificación funcional).

Aun cuando la estructura responde a sus propia composición y geografía, la dimensión funcional es la más afectada por el fenómeno social, que es siempre plural, diverso, dinámico y posiblemente sub-optimizado.

Favorecer o no las tecnologías complejas es de las advertencias más honestas que se pueden dar: no solo buscar en la capacidad estructural de la tecnología para realizar o asistir en la realización de una función, sino profundizar en la fuente que determina la función. Si el menester es ‘sencillamente’ poder escribir en el espacio, se necesita cuando menos una respuesta igual o poco más compleja que el problema, por lo que una estructura tan sofisticada como un bolígrafo espacial supone una inversión innecesaria. Esta es una interpretación posible del principio de variedad requerida de Ashby (1958) aplicado a la educación (tecnología); que la tarea de enfrentar la complejidad es más una peripecia, que una meta deseable.

En 1810, se propuso enlatar los alimentos para prolongar su ciclo útil de consumo, mientras que el abrelatas fue una invención (tecnología) que aconteció 45 años después. Lo que ahora puede resultar sorprendente, para las personas que lidiaron con una lata entre los años 1810 y 1855. Así se es víctima inconsciente de la condición misma de la racionalidad limitada, hasta que sucede el cambio de paradigma.

En muchos casos, la tecnología es la respuesta a necesidades que hemos creado a partir de otras necesidades previamente fabricadas, y así de manera ‘progresiva’. No todo en la tecnología son bondades, pues acceder a un pensamiento complejo tiene costos iguales o más diversos, y es necesario contar con la capacidad de invertir de manera sostenida.

Tecnologías para el pensamiento complejo.

Una vez que se adquiere y se integran las TIC al proceso social, particularmente en la educación, el reto ahora está en cómo pueden o no ayudar a desarrollar el pensamiento complejo.

Las barreras más evidentes están en que existen diferentes niveles o dimensiones de aprendizaje, dígame áreas de conocimiento y aplicaciones; igualmente existen diferencias en la disposición de utilizar las tecnologías; diferencias en edades y capacidades cognitivas; y así sucesivamente.

La guía teórica sugerida comienza por revisar las implicaciones sistémicas de Bertalanffy (1976), particularmente la aclaración entre propiedades sumativas y compositivas. Esta diferenciación conceptual permite identificar los sistemas de otros modelos, pues un sistema está determinado por estas dos propiedades, en tanto que los modelos que omiten una de estas dos dimensiones para dar una descripción de su forma o dinámica no pueden ser consideradas conceptualmente como un sistema.

Existen múltiples formas de ejemplificar cómo las propiedades compositivas adquieren diferentes valores que las sumativas, a lo que Bertalanffy (Bertalanffy, 1976, pág. 55) dice: “El sentido de la

expresión algo mística «el todo es más que la suma de sus partes» reside sencillamente en que las características constitutivas no son explicables a partir de las características de partes aisladas. Así, las características del complejo, comparadas con las de los elementos, aparecen como «nuevas» o «emergentes»; sin embargo, si conocemos el total de partes contenidas en un sistema y la relación que hay entre ellas, el comportamiento del sistema es derivable a partir del comportamiento de las partes. También puede decirse: si bien es concebible la composición gradual de una suma, un sistema, como total de partes interrelacionadas, tiene que ser concebido como un compuesto instantáneamente”.

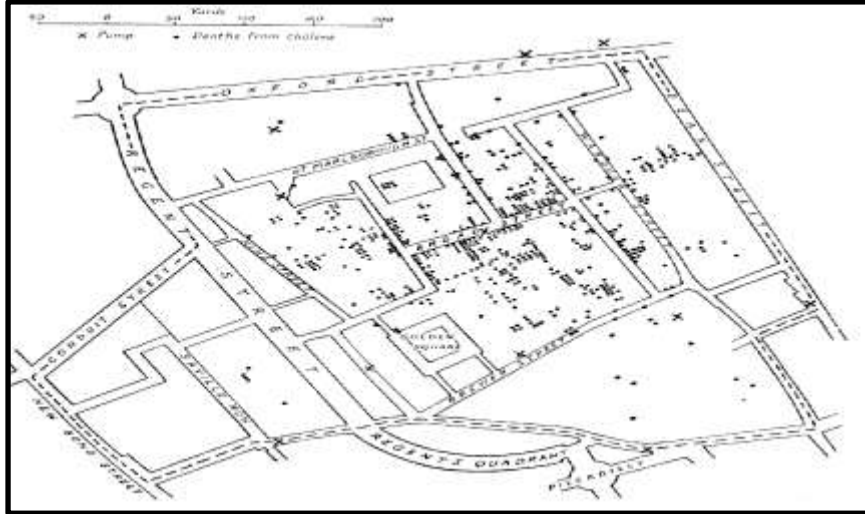
En la química, la suma de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno puede reconocerse también como un compuesto, pues no solo se trata de la presencia de estos átomos para poder definirla como una molécula de agua, sino también se explica a partir del tipo de relación que mantienen estos elementos; igual afecta el ambiente en donde se desenvuelve el sistema, como la temperatura o la presión.

Reconocer esta capacidad analítica en el estudio es posiblemente una de las vías más cómodas para escapar de los paradigmas de la complejidad. Las que son consideradas unidades analíticas separadas, pueden convivir en un modelo de pensamiento compuesto por estas unidades que, si cumple con el método científico, suponen un nuevo paradigma o una nueva interpretación compositiva de la cuestión. Una de las experiencias más ilustrativas de este cambio de paradigma impulsado por la tecnología es el ejercicio del médico inglés John Snow, pionero de la epidemiología. La anécdota de Snow entre geógrafos es frecuente, pues su método es tecnología que tradicionalmente le pertenecía a los geógrafos.

La observación de Snow fue una pandemia de cólera en su comunidad a partir de 1854, siendo que la bacteria *E. coli* fue descrita casi 30 años después. Para conocer el complejo problema que había causado muertes en su comunidad, se propuso a marcar en un mapa los casos de cólera y las fuentes

de agua. ¿De los resultados? Los casos de cólera se daban con más frecuencia cerca de las fuentes de agua, particularmente una; y a pesar de que no se conocía a plenitud el patógeno, fue posible acceder al conocimiento compositivo (no-lineal) del sistema.

Ilustración 1. Casos de colera y fuentes de agua.



Fuente: Mapa original elaborado por John Snow (1813-1858). Digitalizada en noviembre 2005 y licencia de dominio público.

Si la información, sin importar su naturaleza y procedencia, está en un lenguaje estructuralmente compatible, esta puede sumarse y además formar nuevas composiciones. Los sistemas de información geográfica (SIG) son muy ilustrativos al respecto: a saber, que existen diferentes tipos de cartografías que se pueden generar en un SIG: expresar la información con:

- (1) Puntos.
- (2) Líneas.
- (3) Polígonos.

Si bien la información puede adquirir cualquiera de estos tres tipos de expresión grafológica, si se desea añadir otra capa de información al mapa, es necesario que respete el mismo sistema de coordenadas, la misma escala, y hasta las mismas fechas. Así, seguramente Snow inició trazando las calles, después pudo incorporar las fuentes de agua y los casos de cólera en la medida que realizaba

su estudio, también fue necesario en algún punto tener los nombres de las calles y lugares destacados para facilitar su interpretación, respetar la tradicional orientación al norte en la cartografía, entre otras cosas que lo hacen una herramienta de análisis tanto holístico como compositivo.

Caso contrario, la información podría estar en tablas de contingencia en lugar de un grafo, dificultando el estudio compositivo del fenómeno; igual podría desviar la hipótesis si se concentra en sus propiedades sumativas, como hacer una descripción del perfil sociodemográfico de los afectados, y concluir, erradamente, que la variable que gobierna la epidemia de cólera es la pobreza, la edad o el número de habitantes por metro cuadrado.

Por otra parte, aunque es falso afirmar que tanto la pobreza, la edad y la densidad demográfica determinan el comportamiento epidemiológico del cólera, cierto es que estas variables, afectan el comportamiento en algunos contextos. El grado de importancia sobre ciertas variables o información está determinado por la orientación teleológica del sistema, es decir, para qué sirve el sistema descrito, el modelo. Dicho esto, el investigador (profesor o estudiante) no puede evitar darle una orientación funcional al modelo, le es inherente. La teleología en un sistema puede ser tanto subjetiva como objetiva, esto dependerá del tipo de teleología desarrollada, para lo cual aún no hay guía.

Ha resultado particularmente enriquecedor el uso de SIG en estudiantes universitarios de diferentes contextos y áreas profesionales. La dimensión espacial, presente en casi todos los fenómenos de interés científico, es un medio para homogeneizar la información, trascender las barreras disciplinarias, y permitir por su lenguaje compartido, la suma de nueva información; al mismo tiempo permite una interpretación compositiva una vez proyectada.

En el caso de la autora, como profesora, se hacen actividades en donde el estudiante no solo construye información relativa a un fenómeno de su área profesional, sino que se le asesora en la incorporación de esta información en SIG para una interpretación holística, abriendo nuevas hipótesis en cada estudiante. Aun cuando la actividad pedagógica está orientada a conocer el sistema hidrológico del

país, o detectar zonas de riesgo en la ciudad, el complemento pedagógico está en el uso de las TIC en forma de geografía para asimilar la complejidad del fenómeno.

Lo adecuado o no de la implementación de este conocimiento no está determinado por la adquisición o conocimiento de un software o computadora, sino que se determina por disposición de hacer o no un mapa, dada su condición o capacidad. Es decir, replicar la metodología de Snow para otros fenómenos sin duda requiere técnica, pero no es necesaria una computadora o una licencia de software; todo lo anterior representa la simplificación funcional de la que habla Luhmann.

Ilustración 2. Evolución grafológica del problema de los puentes de Königsberg.



Fuente: Wikimedia Commons. Imagen con base en la publicación de Merian-Erben de Königsberg 1651, y modificaciones con colores destacados de Bogdan Giușcă.

Uno de los antecedentes más importantes en el análisis de redes es el problema de los puentes de Königsberg (ilustración anterior) y la solución de Lennhard Euler. Como con Snow, la condición del sistema, está dado por el aspecto geográfico o espacial, el problema está en encontrar un camino para recorrer toda la ciudad, pasando sólo una vez por cada puente, y regresando al punto de inicio. La solución ahora se conoce como el ciclo o circuito de Euler, y es la propiedad que tiene un grafo de que en su estructura se puedan recorrer todos los puntos sin pasar más de una vez por la misma arista y terminar en un mismo punto (Weisstein, 2019). Por lo anterior, otras de las aplicaciones tecnológicas que pueden asistir a la construcción de un modelo que permita una mejor comprensión de la complejidad son las redes.

Como con los SIG, es un conocimiento que requiere técnica y dedicación para poder aprovechar las herramientas informáticas y las ventajas tecnológicas actuales, pero no impide que cualquier persona con un papel y un lápiz pueda comenzar a graficar un mapa o una red. Las redes suelen representarse como (1) puntos y (2) relaciones.

La abstracción del problema pasaría a ser uno grafológico cuando este se concentra en sus elementos y relaciones; puntos y líneas respectivamente. Para Euler los puntos son el suelo firme y las líneas son los puentes (o la parte esencial de la ruta) que hay que recorrer. Al igual que con los SIG esta información se puede ir enriqueciendo en la medida en que se conozcan más números de elementos y relaciones; sin embargo, una de las ventajas de este tipo de modelaje es que permite añadir magnitudes en los puntos y líneas.

Así diferentes grosores, colores o valores cuantitativos pueden estar también representados en un grafo de tipo red. Al igual que con la geografía y los SIG, las redes tienen una creciente oferta de sistemas que permiten facilitar este proceso, algunos ofrecen cálculos que de manera tradicional serían sumamente laboriosos y meticulosos. Otra de las ventajas de las redes por sobre los SIG es que pueden representar tanto elementos como personas, instituciones, conceptos, fenómenos o cualquier abstracción, así como relaciones. Esta libertad de representación es la que dará sentido teleológico a la interpretación de la red, indistinto de sus propiedades estadísticas o cualitativas.

En resumen, aun cuando se destacan los SIG y las redes, lo que se intenta transmitir es que, para desdoblar la complejidad, una salida está en modelar el fenómeno, particularmente de manera progresiva partiendo de los elementos más esenciales, hasta lograr construir uno complejo. Si el punto de partida del profesor está en los estudiantes, igual vale la pena comenzar una red que tiene como elemento a los individuos que asisten a sus clases, pero entonces ¿cómo podrá graficar las relaciones, y con base en qué información?; De la misma manera, si se pretende dar una aproximación geográfica,

hacer un mapa de los pupitres es un buen comienzo, pero ¿cómo georreferenciará los promedios o la indisciplina y probará una hipótesis?

Elegir adecuadamente tal o cual modelo no es sencillo, y probablemente el sujeto consciente, tenga que ajustar o modificar radicalmente su trabajo previo, porque en la medida que intenta incluir nuevos elementos estos no son posibles de incorporar dada la técnica elegida. Esta es una de las principales razones por las que la informática y la comunicación siguen siendo inherentes al problema de lo complejo, independientemente de que se esté trabajando con modelos atómicos, cadenas tróficas o deserción estudiantil; la condición de razonamiento en el modelo tiene tanto límites humanos como de la naturaleza misma de la información.

Aprendizaje combinado y pensamiento complejo.

Uno de los dilemas contemporáneos de la educación radica en la paradoja de la cantidad-calidad, así como en una industria o un sistema educativo al aumentar la cantidad de producción o servicios, sin mejorar su proceso (técnica) puede representar una pérdida en la calidad; es decir, que mientras no se mejore la técnica, la condición cantidad-calidad es inversamente proporcional. Es lógica su comprensión por la explicación de la Ley de Ashby o principio de variedad requerida², que estipula que solo la variedad absorbe variedad.

Una de las dimensiones de la sustentabilidad está en que los límites del desarrollo pueden ser vistos como cambiar este punto de equilibrio (cantidad-calidad) estructural y teóricamente determinado; en un principio, si tanto Ashby (1958) como las teorías del desarrollo se ajustan, esto implica que para que exista un desarrollo se debe de mejorar la estructura (o la construcción teórica de éste) de manera que se pueda dar más sin perder la condición de calidad presente.

² Como se comentaba, para Ashby (1958) el concepto *variedad* es más parecido al concepto de *complejidad*, aun cuando se respeta ciertas dimensiones de la traducción más literal.

La mayoría de sistemas educativos en países en vías de desarrollo se encuentran en este paradigma; ¿cómo lograr dar atención cada vez más universal, a una población creciente, y al mismo tiempo mejorar la calidad? Se ha destacado que las condiciones que determinan este punto de equilibrio pueden ser estructurales como teóricas, que es otra forma de decir, que están determinadas por la condición o por la interpretación y reproducción que se tiene del mismo.

La corriente principal que soporta el aprendizaje combinado considera que se debe de fortalecer el aprendizaje con diferentes medios, particularmente combinando métodos tradicionales con electrónicos, de manera que las aulas digitales, las plataformas educativas y las herramientas de trabajo empoderen al educando y libere una parte de la carga laboral, a continuación se dará una breve reflexión al respecto, sin embargo, es necesario aclarar previamente que esta corriente surge del constructivismo.

El constructivismo o socio-constructivismo (Cuevas, Feliciano, Miranda, & Catalán, 2015), es uno de estos intentos de desarrollo teórico, una de las corrientes filosóficas más influyentes en el área de educación. La perspectiva se anida en nociones complejas, como la cultura y el contexto, como los agentes determinantes en la construcción social. Desde la construcción conceptual hasta instituciones sociales consolidadas son soportadas por este tipo de modelos comunicativos.

En el impacto directo a las teorías de la educación y la pedagogía destacan figuras como Vygotsky, Ausubel y Piaget; inicialmente con Vygotsky (Roth & Lee, 2007), quién es ampliamente conocido por la perspectiva histórico-cultural, donde la psicología tiene particular interés. Su propuesta teórica fue impulsada por una visión atomizada en la psicología (Roth & Lee, 2007), como una crítica a la simplificación de “pensamiento que se piensa solo” (Vygotsky, 1986, pág. 10). Como dará testimonio su trabajo, el fenómeno social tiene una base comunicacional, particularmente destaca el lenguaje y dialéctica. La teoría de la actividad histórico-cultural (TAHC) es el medio por el cual se explica, desde los fundamentos de la psicología y la cognición, el importante papel de la actividad en el proceso

cognitivo y su socialización: mientras que de la dimensión social se aborda la cultura, de lo sistémico destaca el fenómeno temporal e histórico.

De la TAHC se destaca la construcción estructural del lenguaje, particularmente sus elementos sistémicos están presentes. Las propiedades compositivas en la dialéctica están presentes no solo en la obra de Vygotsky, sino que la han heredado de su teoría otros autores (Levins & Lewontin, 1985; Valsiner, 1998; Roth & Lee, 2007, pág. 196). Así como se explicaba, un órgano humano, como elemento dialéctico presupone los elementos que lo componen, como tejidos, y este a su vez compuesto de células, y así sucesivamente; esto tiene implicaciones cuando un estudiante o un profesor hacen uso de conceptos compositivos para la explicación de lo complejo. Igualmente del TAHC destaca el fenómeno de la actividad, tanto de manera individual para la cognición, como su dimensión social: a saber que para Vygotsky y la escuela de pensamiento, la actividad es un concepto que remite no sólo a las cosas que requieran de una actividad física, sino también implica el intercambio de ideas o cualquier acción-inacción que se da en un proceso general de comunicación (Roth & Lee, 2007).

De las cuestiones más prácticas para la educación es que las instituciones socialmente soportadas han pasado por un proceso de institucionalización, que van desde lo cognitivo, hasta lo identitario (Dubet, 2013) y la teleología (Bertalanffy, 1976); esta construcción de instituciones puede cultivarse (Roth & Lee, 2007; Vygotsky, 1986), y así como se ha mantenido la institución del patriarcado o el matrimonio, así los centros educativos y hogares funcionan como incubadoras de éstas instituciones, y éstas a su vez dependen de su contexto; con el suficiente esfuerzo se pueden cultivar y orientar nuevos cambios. Una de las perspectivas más popularizadas de esta visión sistémica en los individuos inmersos en la complejidad se puede observar en la teoría ecológica de Bronfenbrenner (1979), también psicólogo.

Para complementar el presente marco teórico, la figura de David P. Ausubel, influenciado por las teorías de Vygotsky, menciona el ‘aprendizaje significativo’, propuesta teórica que explica como la relación de los nuevos conocimientos con los anteriores, pasando por una secuencia lógica, dialéctica y conceptual, construye este aprendizaje significativo. Uno de los motivadores fue la crítica al conductismo para la educación.

La experiencia es un elemento central en la teoría de Ausubel (1983), y este a su vez depende de la estructura cognitiva previa al proceso de aprendizaje que construye nuevas estructuras y relaciones que dan una nueva función de utilidad en el sujeto, a lo que nombra aprendizaje significativo.

Por otra parte, similar a Vygotsky, Jean Piaget (1981) destaca en la psicología y encuentra amplia difusión en textos de educación y fenómenos cognitivos. Sus aportaciones han impulsado muchos trabajos que se adscriben a su figura teórica, particularmente en la explicación del desarrollo cognitivo. Aunque es un proceso sumamente complejo que merece dedicar una vida a la cuestión, la síntesis que se ofrece aquí de Piaget se concentra en destacar a la acción en su teoría: Uno de sus trabajos más populares es *The Grasp of Consciousness* (1977), en donde el proceso cognitivo de niños pasa por la construcción generada desde la acción, particularmente mediante el juego.

Para la teoría de Piaget, el juego es un medio por el cual se logra la institucionalización de estructuras sociales en niños y adolescentes: mediante la construcción de la cosmovisión y su socialización. Si se permite, los resultados en *The Grasp of Consciousness* (1977) no son exclusivos en infantes, sino que trascienden estas etapas y se reproducen en múltiples escenarios, desde modales en la mesa hasta los requisitos para cumplir una tarea, se socializan instituciones que deben respetarse, aun cuando tengan cierto margen para que cada quien imprima su huella (Durkheim, 1986).

De manera aislada, y coincidente, Dubet (2013) explica que las instituciones son tanto las organizaciones como los hábitos y las costumbres, una manera de actuar y de pensar que da

homogeneidad a las relaciones sociales. De manera que, estas se sostengan es necesario que se cuente con valores o elementos extraterrenales (Dubet, 2013), que otros nombran ‘ sencillamente ’ teleología. El mismo Dubet (2013) propone ejemplos como la institución de la medicina contemporánea, sostenible gracias a que los médicos representan (e identitariamente se asumen como representantes de) la ciencia como este elemento extraterrenal, algo que aparenta ‘ escapar del sinsentido ’ de la condición humana; igual da el ejemplo de la iglesia y los sacerdotes en representación de dios. Así la educación no es ajena a este proceso de institucionalización: la institución educativa se socializa dado a que el trabajador de la educación representa y se le reconoce en la encarnación de conocimiento (o cualquier otro valor social), como este elemento extraterrenal que determina la dinámica de comunicación en sus componentes, a lo que se le nombra teleología.

En cualquier caso, el proceso identitario y de institucionalización, se dinamiza gracias a este elemento central de las teorías de Vygotsky y Piaget (aunque no son los únicos exponentes): la acción, o si se prefiere operativizarlo, como juego. Así como los infantes mediante el juego asumen roles o limitan su comportamiento a un patrón esperado, así los médicos, sacerdotes y profesores asumen estos roles en virtud de las reglas del juego. No solo la comprensión teórica de este proceso es relevante, sino que además se puede instrumentar para desarrollar un proceso de institucionalización controlado, similar al proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la simulación y la reproducción de esta carga teleológica de las profesiones o de la vida social.

En cuanto a las estrategias para mejorar la calidad sin limitar la cantidad, se encuentra el controversial aprendizaje combinado. Sus críticas se centran en su aparente simpleza, pues el concepto responde a un fenómeno que más que ser una cuestión filosófica, aparenta ser más un concepto de moda (Cuevas, Feliciano, Miranda, & Catalán, 2015). Sus críticas encuentran su límite en la medida que se evidencia su profundidad, pues en efecto, se trata de un concepto que se ha ido desarrollando en la medida que se han incorporado las TIC al proceso educativo (Cuevas, Feliciano, Miranda, & Catalán, 2015). El

concepto remite a incorporar en la técnica educativa otros estilos de aprendizaje, particularmente aquellos derivados de los medios virtuales.

CONCLUSIONES.

La enseñanza por medios virtuales y en-línea se ha popularizado en la medida en que se han introducido las TIC al proceso educativo. Ahora bien, el aprendizaje combinado o flexible, es una reinterpretación teórica de los componentes estructurales del sistema educativo; toda vez que reconocen un nuevo medio comunicativo y también un nuevo espacio de aprendizaje con nuevas reglas o sin reglas del juego.

El aprendizaje combinado es una forma de colonizar (institucionalizar) estas nuevas tierras virtuales; que igual que con las colonizaciones históricas, el educador ‘explota’ el recurso (humano) de los que habitan estas tierras. Las prácticas van desde tecnificar las tareas al pasarlas por cierto software o plataforma educativa que facilite el trabajo del educador; también pretende que el estudiante sea agente activo (actividad) de su propio aprendizaje, y liberar la carga laboral del educador en cosas crecientemente triviales; o bien, dirigir la construcción de instituciones modernas en virtud de alejarse de un modelo de adoctrinamiento conductual y directivo, que consume y desgasta; como proponerse cambiar la cultura.

Cierto es que el aprendizaje combinado o flexible libera de la carga laboral tradicional en el trabajador de la educación, como remarcan sus críticos. Sin embargo, de lo que no se ha hablado es que espera un nuevo rol laboral, desde la tecnificación del recurso humano en los centros educativos, hasta un rol de investigador en el tradicional docente y estudiante.

Con estas nuevas teorías no se liberan las ataduras de la condición de ‘enseñanza’, aun cuando se reserven otros conceptos como el aprendizaje, en algún momento este aprendizaje se adquiere de una fuente, pues la comunicación y la dialéctica se transmite (Luhmann, 1992; Levins & Lewontin, 1985;

Vygotsky, 1986; Roth & Lee, 2007; Maturana & Varela, 1980); es decir, que invariablemente existe un agente que enseña o institucionaliza el conocimiento (Dubet, 2013).

Ignorar la dimensión de la 'enseñanza' en la práctica profesional docente es dar la espalda a una institución y a una propuesta teórica que se anida en las estructuras más profundas de la actividad docente profesional, pero en virtud de escenarios cada vez más complejos, e inciertas estrategias pedagógicas cual tierra sin ley, el rol de enseñanza debe asumirse como compartido con la realidad empírica en la que se desenvuelven profesor y alumno y se espera que desempeñen un rol de investigación, impulsado por el desarrollo y la funcionalidad, y no solo por el hedónico impulso humano.

Combinar el aprendizaje con las enseñanzas del (1) profesor, del (2) contexto y la (3) experiencia propia es la estrategia que promueve en el estudiante el fundamento del aprendizaje combinado en la complejidad. Ciertamente es que esto se facilita teniendo espacios o herramientas digitales y virtuales, pero estos espacios virtuales o tecnologías son relativas a las cuestiones de fondo que dieron lugar a la necesidad de combinar fuentes y medios de aprendizaje, y es que con las teorías sistémicas y el constructivismo, el escenario complejo invita a institucionalizar la creencia de que los agentes de la enseñanza se anidan no solo en la figura del profesor, que tradicionalmente adoctrina, sino que esto ahora lo comparte con una realidad compleja y el pensamiento crítico; es decir, que en el nuevo paradigma de la complejidad, el elemento extraterrenal ('conocimiento') ya no solo lo puede encarnar el profesor, sino que se comparte por medio del contexto con el estudiante, antes inconcebible desde las teorías conductuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Ashby, W. R. (1958). Requisite variety and its implications for the control of complex systems. *Cybernetica*, I(2), 83-99. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de <http://medicinaycomplejidad.org/pdf/soporte/ashbyreqvar.pdf>
2. Ausubel, D. P. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. Fascículos de CEIF, 1, 1-10. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de CEIF: http://www.academia.edu/download/38902537/Aprendizaje_significativo.pdf
3. Bertalanffy, L. (1976). Teoría General de los Sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones (Primera ed.). (J. Almela, Trad.) México: FCE.
4. Bronfenbrenner, U. (1979). The ecology of human development: experiments by nature and design. Cambridge: Harvard University Press.
5. Cotsaftis, M. (4 de Junio de 2007). What makes a system complex? An approach to self organization and emergence. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de Cornell University - arXiv: <https://arxiv.org/abs/0706.0440>
6. Cuevas, R. E., Feliciano, A., Miranda, A., & Catalán, A. (Enero de 2015). Corrientes teóricas sobre aprendizaje combinado en la educación. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, II(1), 75-84. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de <http://reibci.org/publicados/2015/enero/0800101.pdf>
7. Dubet, F. (2013). El declive de la institución: profesiones, sujetos e individuos en la modernidad. (L. Padilla, Trad.) México: Gedisa.
8. Durkheim, E. (1986). Las reglas del método sociológico. (E. Champourcín, Trad.) México: FCE.
9. Foerster, H. (2012). Ética y cibernética de segundo orden. En G. Nardone, & P. Watzlawick, *Terapia breve: filosofía y arte* (A. Martínez Riu, Trad.). Barcelona: Herder. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de <http://reader.digitalbooks.pro/book/preview/17691/html2311>

10. Gershenson, C. (30 de Noviembre de 2004). Self-Organizing Traffic Lights. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de Cornell University - ArXiv: <https://arxiv.org/abs/nlin/0411066>
11. Habermas, J. (1998). Teoría de la acción comunicativa, I. Madrid: Santillana. Recuperado el 19 de Mayo de 2017, de <https://zoonpolitikonmx.files.wordpress.com/2014/03/habermas-jurgen-teoria-de-la-accion-comunicativa-i.pdf>
12. Halford, G. S., Wilson, W. H., & Phillips, S. (Diciembre de 1998). Processing capacity defined by relational complexity: Implications for comparative, developmental, and cognitive psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, XXI(6), 803-831. doi:<https://doi.org/10.1017/S0140525X98001769>
13. Helbing, D., Lämmer, S., & Lebacque, J.-P. (2005). Self-Organized Control of Irregular or Perturbed Network Traffic. En D. C., & H. R.F., *Optimal Control and Dynamic Games. Advances in Computational Management Science* (Vol. VII, págs. 239-274). Boston: Springer. doi:https://doi.org/10.1007/0-387-25805-1_15
14. Levins, R., & Lewontin, R. (1985). *The dialectical biologist*. Cambridge: Harvard University Press.
15. Loos, F. (2009). Habermas, Facticidad y validez. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de *Zeitschrift für internationale strafrechtsdogmatik*: http://www.zis-online.com/dat/artikel/2009_5_318.pdf
16. Luhmann, N. (1992). What is Communication? *Communication Theory*, II(3), 251—259.
17. Luhmann, N. (1996). *Introducción a la teoría de sistemas: lecciones publicadas por Javier Torres Nafarrate* (Primera ed.). México: Universidad Iberoamericana.
18. Luhmann, N. (1998). *Sociología del riesgo*. (S. Pappé, B. Eker, L. F. Segura, & J. Torres Nafarrete, Trads.) México: Universidad Iberoamericana & Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente.

19. Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1980). *Autopoiesis and cognition: The realization of the living*. Dordrecht: Reidel Publishing Company.
20. Piaget, J. (1977). *The grasp of consciousness: action and concept in the young child*. Londres: Pshychology Press. doi:10.4324/9781315722382
21. Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y aprendizaje*, IV(sup2), 13-54. doi:10.1080/02103702.1981.10821902
22. Roth, W. M., & Lee, Y.-J. (Junio de 2007). “Vygotsky’s Neglected Legacy”: Cultural-Historical Activity Theory. *Review of Educational Research*, LXXVII(2), 186-232. doi:10.3102/0034654306298273
23. Sagan, C. (2009). *Los dragones del Edén: Especulaciones sobre la evolución de la inteligencia humana* (Quinta ed.). (R. Andreu, Trad.) Barcelona: Crítica.
24. Suárez Arriaga, M. C. (Julio-Diciembre de 2004). Evaluación del potencial, biogénesis y características esenciales de los sistemas geotérmicos submarinos en México. *Geotermia*, XVII(1), 31-43. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de <http://geotermia.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Geotermia-Vol17-1.pdf>
25. Valsiner, J. (1998). *The guided mind: A sociogenetic approach to personality*. Cambridge: Harvard University Press.
26. Vergara, R. (2010). El redescubrimiento de las instituciones. En R. Vergara, *Organización e instituciones* (págs. 87-114). México: Siglo XXI.
27. Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. (A. Kozulin, Trad.) Cambridge: MIT Press.
28. Weisstein, E. W. (2019). Königsberg Bridge Problem. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de MathWorld: A Wolfram Web Resource: <http://mathworld.wolfram.com/KoenigsbergBridgeProblem.html>

29. Wittgenstein, L. J. (1922). Tractatus logico-philosophicus. Recuperado el 1 de Julio de 2019, de Seminario de filosofía del Derecho:
<http://www.seminariodefilosofiadelderecho.com/Biblioteca/W/bilingue.pdf>

DATOS DEL AUTOR.

1. Irma Eugenia García López. Doctora en Educación, Centro de Investigación Multidisciplinaria en Educación, Universidad Autónoma del Estado de México, Profesora- Investigadora de Tiempo completo. Correo electrónico: galiuaemex@gmail.com

RECIBIDO: 1 de diciembre del 2019.

APROBADO: 11 de diciembre del 2019.