



## PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD: CAMBIO EN LA SALUD, LA INVESTIGACIÓN Y LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE TRABAJADORES DE LA SALUD

**Luis Felipe Abreu Hernández**

Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

---

**Área temática:** A.II) Educación superior y ciencia, tecnología e innovación.

**Línea temática:** 9. Educación superior y sociedad del conocimiento: procesos innovadores).

**Tipo de ponencia:** Aportaciones teóricas.

---

### ***Resumen:***

Se utiliza en enfoque del pensamiento complejo para visualizar posibilidades de transitar de un enfoque reduccionista, reactivo y lineal hacia una atención integral, dinámica y adaptativa a los individuos, la investigación también debe transformarse para superar el reduccionismo y contender con lo complejo, se demanda integrar equipos inter y transdisciplinares capaces de articular los múltiples niveles de organización desde el molecular hasta el social y ambiental. La generación de conocimiento deja de ser exclusiva de los investigadores para ser consustancial al ejercicio profesional, finalmente se postulan los cambios requeridos por la formación profesional de actores que transformen críticamente a su entorno y también organicen a los pacientes y comunidades para empoderarlos y realizar acciones sinérgicas, este cambio de enfoque constituye un giro copernicano.

***Palabras clave:*** Formación profesional; sistemas complejos; capacidades abiertas; trabajo en redes interprofesionales.

## Introducción

### El modelo mecanicista.

El paradigma dominante de la ciencia actual se deriva de la “mecánica clásica” que busca encontrar la “*vera causa*” de los fenómenos, para identificar algo como causa se deben reunir tres requisitos: 1. Precedencia temporal, la causa siempre precede al efecto; 2. Asociación, debe existir covariación, si variamos la magnitud causa variará la magnitud del efecto; y 3. Aislamiento, no debe existir otra causa que explique el fenómeno (Kline, 2009, pág. 45). Con gran frecuencia los fenómenos se presentan interconectados, pero la investigación de sus causas implica descomponerlos en unidades elementales, por ello este método tiene los siguientes atributos: a. Considera que el todo es entendible como la suma de las partes; b. A todo efecto corresponde una causa y a toda causa corresponde un efecto; y sustenta que si conocemos las causas podremos controlar los efectos. La visión lineal basada en estudiar pares de relaciones causa-efecto, las cuales presuponen que al incidir sobre las causas puedes controlar consecuencias, se traducen en el campo de la ciencia y tecnología en el denominado “paradigma de la difusión lineal de las innovaciones” (Godin, 2006), en el cual todo conocimiento surge de la ciencia básica, y luego fluye río abajo hacia la investigación aplicada, al desarrollo y finalmente a la difusión de las innovaciones, desde este punto de vista los profesionales son meros aplicadores de soluciones prediseñadas por los científicos de carácter estándar y rutinario, por lo tanto no requieren de creatividad y capacidad de innovación. Un tercer derivado de este enfoque es la llamada “administración científica” que es una abstracción del modelo fordista, para ensamblar productos a través de realizar operaciones simples y rutinarias, realizadas sobre piezas que se mueven sobre una línea de montaje que impone el ritmo de trabajo, coordinadas para que al final de la línea de montaje surja el producto terminado (Coriat, 2008). En el sistema fordista los trabajadores requieren una formación elemental que se puede obtener sólo en algunas semanas, ello refuerza la creencia de que el trabajador no requiere una función intelectual, pues sólo aplica instrucciones. Elliot Eisner se queja del uso de la “administración científica” en la educación en el cual la sociedad son los consumidores, el egresado es el producto, los estudiantes son la materia prima, el profesor el trabajador, los programas y planes de estudio los instructivos de armado, y el supervisor el capataz (Eisner, 1994, págs. III-III3). Estos métodos han permitido producir de manera masiva personal que realiza actividades rutinarias en las fábricas. La “ciencia reduccionista”, el “paradigma de la difusión lineal de las innovaciones” y la “administración científica” se potencian mutuamente. Esos tres paradigmas han sido aplicados también a la salud. La ciencia reduccionista busca la vera causa de cada enfermedad al principio la ciencia rectora de la medicina era la anatomía, pues las únicas causas que se podían estudiar eran las macroscópicas y de esa forma surgió el método anatomo-clínico basado en correlacionar los datos clínicos con los hallazgos de las necropsias, con la aparición del microscopio surgió la microbiología que confirmó la visión mecanicista porque las causas de la enfermedad provienen del exterior y están dadas por un microorganismo característico, con la aparición de la fisiología, que era un resultado aplicación de la física clásica al estudio del funcionamiento del cuerpo

humano. La anatomía, la fisiología y la microbiología son comunes a todos los seres humanos con diferencias mínimas, de esta forma surgió la idea que todos los pacientes son iguales con pequeñas variaciones que pueden expresarse mediante la curva normal, también se consideró que los medicamentos actúan de la misma forma en todas las personas y en consecuencia se administran dosis estándar, sobre esta base se buscó organizar la medicina, protocolizar todo el proceso y estandarizar la atención a la salud, mediante algoritmos médicos invariantes. La atención a la salud se organizó sobre la base de la “administración científica”, los pacientes buscan atención cuando presentan déficits, y acuden a los sistemas de salud en busca de alivio, el sistema de salud inevitablemente gira en torno de las desviaciones de lo normal, y las respuestas estandarizadas sustentadas en una visión lineal son generalmente de carácter reactivo y por definición tardías. Los pacientes se mueven por el sistema de salud para ser procesados como objetos en diferentes servicios clínicos, cada especialista actúa por separado y realiza sus propias prescripciones, por lo cual frecuentemente no detectan, problemas generales y cuando aparecen las metas competidas son ignoradas, por ello aparece la polifarmacia y con frecuencia los tratamientos se contraponen y se presentan interacciones farmacológicas desfavorables e intoxicaciones medicamentosas. Si a lo anterior se añadimos la imposición de los sistemas de gestión fabriles, con metas de productividad establecidas, con independencia de la complejidad de los casos, se entenderá que el envejecimiento de la población incrementa la demanda y la aparición de la comorbilidad, requeriría instrumentar respuestas complejas para las cuales el sistema de salud no está preparado. Los problemas no se resuelven y los pacientes saturan los servicios de salud y la incapacidad de respuestas adecuadas muestran su ineffectividad creciente.

La educación médica se organizó a partir del reduccionismo y la difusión lineal de las innovaciones, colocando al principio de la carrera la ciencia básica, por considerar que la práctica se deriva directamente de esta. El modelo educativo dominante consiste en colocar primero dos años de formación científica y luego dos años de formación clínica, el cual fue formalizado y propagado por Abraham Flexner, algunos erróneamente afirman que Flexner separó la ciencia de la clínica, afirmación falsa, porque la idea central de este autor era que la ciencia, del tipo reduccionista (laboratory medicine), era capaz de guiar certeramente a la totalidad de la práctica clínica, por ello la convierte en un antecedente necesario de la práctica (Flexner, 1910). El modelo flexneriano de la educación médica terminó por ser adoptado por todas las profesiones de la salud y se utiliza en odontología, enfermería, psicología, fisioterapia en mayor o menor grado.

### **Desarrollo: El modelo emergente, el paradigma de la complejidad.**

Este paradigma reduccionista derivado de la mecánica clásica, que presupone un mundo regido por leyes fijas aplicadas a pares de variables (causa-efecto), y transferibles a sistemas integrados por un número muy reducido de variables, comenzó a derrumbarse con la aparición de la “teoría de la evolución” que considera a los seres vivos como producto de un proceso de variación y selección, porque los seres vivos sólo puede entenderse como un fenómeno dinámico resultante de su interacción con el entorno. En la actualidad la causalidad simple ha sido substituida por la multicausalidad y la autoorganización. Las ciencias de la

complejidad emergen como producto de la fusión de varias áreas del conocimiento desarrolladas entre 1950 y 1960: Cibernética, teoría de sistemas inteligencia artificial, teoría del caos, geometría fractal y dinámica no lineal, que surgieron de la física, la biología y las matemáticas y más recientemente de la sociología y la antropología. Las características principales de un sistema complejo son: i) **Autoorganización**: los sistemas complejos surgen espontáneamente mediante la acción de agentes autónomos interrelacionados y codependientes. ii) **Emergen de abajo hacia arriba**: Surgen unidades complejas de manera espontánea que exceden las capacidades de los agentes individuales y no requieren de un gobierno central. iii) **Presentan relaciones de rango pequeño**: La información se intercambia entre vecinos cercanos. iv) **Poseen una estructura anidada** (redes libres de escala) las unidades complejas frecuentemente albergan en su interior otras unidades complejas que pueden ser autosimilares. v) **Están delimitados de manera ambigua**: Los sistemas complejos son sistemas abiertos que intercambian información y energía con el entorno y no se pueden delimitar y separar de manera precisa del ambiente que les rodea. vi) **Son organizacionalmente cerrados**: Porque las interrelaciones entre sus elementos son relativamente estables y perduran mientras intercambien información y energía con el entorno. vii) **Poseen determinación estructural ambiental**: Una unidad compleja puede modificar su estructura para mantener su viabilidad en ambientes dinámicos como una acción adaptativa. La complejidad es más propia de la vida y la sociedad que de la física. viii) **Están alejados del equilibrio**: los sistemas complejos son producto de gradientes de energía y flujos de información constante, un equilibrio estable implica la muerte del sistema complejo. (Davis & Sumara, 2006).

La salud es producto de un conjunto de sistemas complejos de carácter anidado pues posee múltiples niveles de organización embebidos unos en otros: El nivel molecular, está incluido en el celular y los tejidos, que configuran órganos, integrados en aparatos y sistemas, que conforman a su vez al individuo, que posee una realidad psicológica y mental, y los individuos se encuentran inmersos en la sociedad la cual media nuestra relación con el medio ambiente, cada uno de estos niveles presenta autoorganización e interacciones con los otros. Si estudiamos el nivel molecular nos percataremos que aunque existen grandes similitudes entre los individuos, las diferencias conducen a posibilidades metabólicas diferentes y los fármacos pueden presentar varias respuestas dependiendo de la carga genética, con ello surge la farmacogenética, si consideramos a los niveles de organización superiores las características psicológicas y mentales son distintivas de cada individuo, y la organización social puede protegernos de la enfermedad o acentuar riesgos de manera diferencial, y el medio ambiente en el cual nos desenvolvemos suele ser muy variable. Al aplicar el enfoque complejo a de los procesos salud-enfermedad, resulta insostenible pensar que todas las personas responden a la normalización y tendrán respuestas estándar; por el contrario, cada persona tiene sus particularidades genéticas y metabólicas que son retadas por su estilo de vida, su situación social y ambiental, produciendo a veces un estrés metabólico y/o psicológico, que puede durar muchos años antes de que se manifieste en síntomas y signos de la enfermedad. Cada persona puede responder de manera diferente frente a los retos del entorno. El enfoque genético y molecular nos

demuestra que los genes no son, ni “buenos”, ni “malos”, sino colocados en un ambiente determinado pueden protegernos contra la enfermedad, pero en otro entorno pueden generar respuestas disfuncionales que años después conducen a la enfermedad. No existe una frontera clara entre salud y enfermedad, sino ambas son expresiones de nuestra evolución y adaptabilidad biológicas y pueden expresar las limitaciones de nuestra capacidad adaptativa frente a un entorno particular. Con ello desaparece la noción de paciente genérico que responde de manera estándar al tratamiento (Childs, 1999). Al percatarnos de la diversidad y la multicausalidad emerge la necesidad de generar respuestas variables ajustadas a las necesidades de cada paciente, o adecuadas a diferentes grupos humanos como familias y comunidades. Con ello surgen iniciativas como la medicina de precisión que busca impulsar la generación de conocimiento para lograr una medicina que sea un traje a la medida para cada individuo (Precision Medicine Initiative (PMI) Working Group Report to the Advisory Committee to the Director, NIH, 2015), esta iniciativa en particular tiene un enfoque de predominio biológico. Empero la dimensión social también es relevante, existen investigaciones que prueban que la red social, y los grupos que rodean a un individuo, considerando su tamaño, densidad, normas sociales e involucramiento, tienen un papel determinante en el incremento o la reducción de los riesgos asociados a la enfermedad. Se ha probado su asociación con el incremento o disminución del consumo de alcohol, tabaco, conductas sexuales de riesgo para VIH, y con la presencia de depresión en individuos con una red escasa y bajas interacciones, y se discute su papel en la obesidad (Nam, Redeker, & Wittemore, 2005). En consecuencia, la respuesta frente a la enfermedad también puede implicar reforzar o modificar las redes sociales y los grupos que conviven con el individuo. Es conveniente enfatizar que las variaciones genéticas, desembocan en la enfermedad sólo cuando son retadas por el ambiente, pero este, es mediado por la sociedad, factores tales como la inequidad, el estrés, la exclusión social, el tipo de trabajo, el desempleo, el apoyo social, las adicciones y el tipo de alimentación, están muy relacionados con la salud y la enfermedad, y se les ha considerado como “determinantes sociales de la salud” (Wilkinson & Marmot, 2003). En suma, entender la salud desde el paradigma de la complejidad implica una reestructuración del sistema de salud (véase el Cuadro 1):

**Cuadro 1:** En el cual se realiza el contraste entre: La conceptualización mecanicista y fordiana de la salud y el paradigma emergente de la salud como proceso complejo.

PARADIGMA MECANICISTA Y FORDIANO DE LA SALUD:	PARADIGMA EMERGENTE DE LA SALUD COMO PROCESO COMPLEJO
CENTRADO EN RESPONDER A LA ENFERMEDAD (REACTIVO).	CENTRADO EN MANTENER LA SALUD (PROACTIVO)
SALUD Y ENFERMEDAD COMO CONTRAPUESTAS Y CLARAMENTE DIFERENCIADAS	SALUD Y ENFERMEDAD COMO RESULTADO DE LOS PERSISTENTES RETOS AMBIENTALES Y SOCIALES A NUESTRA BIOLOGÍA Y ORGANIZACIÓN SOCIAL.
LOS PACIENTES SE CONSIDERAN FUERA DEL SISTEMA DE SALUD E INGRESAN A ÉL PARA SER PROCESADOS	LAS PERSONAS, FAMILIAS Y COMUNIDADES SE CONSIDERAN PARTE DEL SISTEMA DE SALUD, SE LES EDUCA, EMPODERA Y ORGANIZA EN REDES Y SE COMPARTEN RESPONSABILIDADES.
LOS INDIVIDUOS ACUDEN AL SISTEMA DE SALUD CUANDO CONSIDERAN QUE PRESENTAN UNA FALLA.	EL SISTEMA DE SALUD BUSCA A LOS INDIVIDUOS FAMILIAS Y COMUNIDADES PARA COLABORAR Y MANTENER SU SALUD
LOS INDIVIDUOS SE VEN FORZADOS A ADAPTARSE AL SISTEMA DE SALUD	EL SISTEMA DE SALUD SE ADAPTA DE MANERA ACTIVA A LOS INDIVIDUOS, FAMILIAS Y COMUNIDADES
CENTRADO EN EL INDIVIDUO	ABARCA TODOS LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN, DESDE EL MOLECULAR HASTA EL SOCIAL. .
UNICAUSAL Y ESTÁTICO	MULTICAUSAL Y DINÁMICO
BASADO EN EL CONCEPTO DE NORMALIDAD, MIRA A LA ENFERMEDAD COMO DESVIACIONES DE LA NORMA Y EL TRATAMIENTO ESTÁNDAR CONSIDERA QUE LOS ENFERMOS RESPONDERÁN DE MANERA PREDECIBLE.	APRECIA LA DIVERSIDAD DE PROBLEMAS EN LOS PACIENTES, FAMILIAS Y COMUNIDADES, CONSIDERA LA VARIABILIDAD BIOLÓGICA Y LA FARMACOGENÓMICA.
CALIDAD BASADA EN RUTINAS Y PROTOCOLOS	CALIDAD BASADA EN LA INVESTIGACIÓN Y EN LA CAPACIDAD DE GENERAR RESPUESTAS ADAPTATIVAS INNOVADORAS
LA ATENCIÓN PRIMARIA SE ENFOCA EN LO SIMPLE Y SIRVE COMO PORTERO DEL SISTEMA Y EL HOSPITAL, CONCENTRA, CONOCIMIENTO TECNOLOGÍA Y PODER	LA ATENCIÓN PRIMARIA ES CAPAZ DE ARTICULAR RESPUESTAS COMPLEJAS POSEE TECNOLOGÍA CONOCIMIENTOS Y CAPACIDAD DE DECISIÓN PARA DAR REPUESTAS AMBULATORIAS Y EL HOSPITAL ES UN INSTRUMENTO DE APOYO.
CENTRADO EN LOS ESPECIALISTAS QUE ACTÚAN DE MANERA INDEPENDIENTE	ORGANIZADO EN TORNO DE LOS GENERALISTAS Y EQUIPOS DE TRABAJO COLABORATIVOS.
SISTEMA ALTAMENTE CENTRALIZADO Y JERARQUIZADO LA PERIFERIA OPERA SOBRE LA BASE DE LAS INSTRUCCIONES DEL NIVEL CENTRAL.	SISTEMA ORGANIZADO CON PREDOMINIO DE LA HORIZONTALIDAD, SOBRE LA BASE DE "REDES DEL MUNDO PEQUEÑO", QUE PERMITEN UNA ALTA DINÁMICA DE INNOVACIÓN EN LA PERIFERIA, PERO MANTIENEN UNA COORDINACIÓN CENTRAL.
LAS RESPUESTAS SON PRODUCTO DE LA SUMA DE DECISIONES ESPECIALIZADAS.	LAS RESPUESTAS SON PRODUCTO DEL TRABAJO EN EQUIPOS INTER Y TRANSDISCIPLINARES.
EL PERSONAL DE SALUD APLICA RUTINAS BIEN ENSAYADAS.	EL PERSONAL DE SALUD GENERA INNOVACIONES Y RESPUESTAS ADAPTATIVAS DE CARÁCTER CREATIVO.

Resulta evidente que el modelo de salud derivado de la complejidad demandará una transformación de la investigación y la formación de profesionales.

**El papel de la complejidad en la investigación en la salud.** Según Edgard Morin la ciencia tradicional se basa en tres principios: 1. El principio del determinismo universal, según el cual un observador inteligente conociendo el estado actual del sistema puede predecir tanto su futuro, como su pasado, y se corresponde con la visión Newtoniana-Laplaciana. 2. El principio de reducción que permite conocer cualquier sistema compuesto descomponiéndolo y estudiando sus componentes más simples. 3. El principio de disyunción, que permite aislar y separar las dificultades cognitivas en sus partes, que da origen a las disciplinas que terminan en convertirse en compartimientos estancos. Esta ciencia segmentada prioriza sus límites sobre el conocimiento e ignora por principio cualquier noción de complejidad. El mismo autor postula la necesidad

de substituir la reducción por la integración capaz de visualizar la relación todo–parte, y la disyunción por la vinculación capaz de percibir las diferencias a la vez que articula relaciones (Morin, 2007). El determinismo, sustenta que desde la teoría se pueden predecir con exactitud los resultados de la práctica y se cristaliza en el denominado “paradigma de la difusión lineal de las innovaciones”, ya mencionado arriba. Al reconocer la existencia de la multicausalidad y la existencia de una pluralidad fuerzas antagónicas de magnitudes variables, el sistema presenta fenómenos emergentes apareciendo la incertidumbre de los resultados. La ciencia ya no puede ser considerada como orientadora unidireccional de la práctica profesional y la práctica se muestra indispensable para generar el conocimiento teórico, de tal forma que el conocimiento puede fluir del laboratorio a la práctica, o de la práctica al laboratorio, y se torna bidireccional. El principio de reducción tiene que ser complementado con la integración, porque en la misma medida que la parte determina al todo, el todo determina a las partes, por ello la investigación debe recurrir al modelamiento y la simulación de sistemas dinámicos. El principio de disyunción y la visión unidisciplinar impiden abordar problemas complejos, al requerirse de redes inter y transdisciplinarias. Además, rara vez se estudian de manera integrada los diferentes niveles de organización, desde el molecular hasta el ambiental y el social, la visión de los problemas de salud requiere de los denominados “big data” y de la inteligencia artificial. Como pretendemos incidir sobre la salud de individuos familias y comunidades. Las acciones profesionales demandan no sólo coordinación, sino también evaluación y ajustes continuados, por este camino los practicantes de la profesión se ven obligados a involucrarse en los procesos de investigación, creación e innovación, y resulta insostenible la separación entre investigación y práctica profesional. En tanto que se rompe con la estrechez que postula a los investigadores como la única fuente del conocimiento y a los profesionales como receptores pasivos. Las diferencias entre ambos enfoques de la ciencia se muestran en el siguiente Cuadro 2:

**Cuadro 2:** Comparación entre la ciencia tradicional y el paradigma de la ciencia de la complejidad.

PARADIGMA TRADICIONAL DE LA CIENCIA:	PARADIGMA DE LA CIENCIA DE LA COMPLEJIDAD:
SUSTENTADO EN EL DETERMINISMO, TODO SE PUEDE PREDECIR CON PRECISIÓN.	ACEPTA LA INDETERMINACIÓN LA AMBIVALENCIA Y LA IMPOSIBILIDAD DE PREDECIR TOTALMENTE EL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS.
REDUCCIONISMO: EL CONOCIMIENTO SE OBTIENE AISLANDO PARES DE VARIABLES EXPRESADAS EN RELACIONES CAUSA-EFECTO.	EL CONOCIMIENTO DEMANDA NO SÓLO AISLAR VARIABLES, SINO INTEGRARLAS EN MODELOS Y REALIZAR SIMULACIONES.
DISYUNCIÓN: UNA DISCIPLINA PUEDE CONTENDER EFICAZMENTE CON PROBLEMAS COMPLEJOS.	LOS PROBLEMAS COMPLEJOS DEMANDAN INTER Y TRANSDISCIPLINA.
LA INVESTIGACIÓN SE DESARROLLA MEDIANTE MULTITUD DE MINI-PROYECTOS GUIADOS POR LAS PREGUNTAS PROPIAS DE CADA CAMPO	LA INVESTIGACIÓN DE LO COMPLEJO DA ORIGEN A MACROPROYECTOS, COLABORATIVOS, INTER Y TRANSDISCIPLINARES, SELECCIONADOS POR SU RELEVANCIA.
OBTIENE SUS DATOS DE MANERA DIRECTA PACIENTE POR PACIENTE.	UTILIZA UNA PLURALIDAD DE DATOS GENERADOS DE MANERA AUTOMÁTICA PARA ESTUDIAR: VARIABLES FISIOLÓGICAS, SOCIALES Y AMBIENTALES. APROVECHA LOS “BIG DATA” Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL
EL CONOCIMIENTO FLUYE UNIDIRECCIONALMENTE DE LA CIENCIA BÁSICA HACIA LA PRÁCTICA	EL CONOCIMIENTO FLUYE DE LA TEORÍA HACIA LA PRÁCTICA Y DE LA PRÁCTICA A LA TEORÍA, ES BIDIRECCIONAL
LA GENERACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS SE DEJA EN MANOS DE LOS CIENTÍFICOS Y LOS PROFESIONALES SON SÓLO APLICADORES DE SOLUCIONES PREESTABLECIDAS.	LA CONTINUA GENERACIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL CONTEXTO DE LA PRÁCTICA DEMANDA QUE LOS PROFESIONALES RECIBAN UNA FORMACIÓN RIGUROSA EN INVESTIGACIÓN Y PENSAMIENTO COMPLEJO.
LA CIENCIA DIRIGE AL EL PROCESO DE DESARROLLO Y EL CONTROL DE CALIDAD ESTÁ SUBORDINADO Y BUSCA MEDIANTE AJUSTES CONTROLAR LAS VARIACIONES QUE EXCEDEN LOS LÍMITES DE TOLERANCIA.	EL CONTROL DE CALIDAD NO ES SÓLO UN MEDIO, SINO AL CONTENDER CON LA COMPLEJIDAD, VISUALIZA LA COMPLEJIDAD, GENERA CONOCIMIENTO Y CONTRIBUYE A BUSCAR SOLUCIONES INNOVADORAS QUE REDEFINAN LOS PROBLEMAS

**La formación de profesionales de la salud en el contexto de la complejidad:** El enfoque determinista considera que los profesionales se dedicarán a la aplicación de soluciones preestablecidas, basadas en guías y protocolos. En cambio, el paradigma de la complejidad postula que los profesionales tienen un carácter dinámico y creativo, trabajan en equipos inter y transdisciplinarios y forman subsistemas adaptativos e innovadores, esto constituye un giro copernicano. La formación metodológica y en ciencias de la complejidad se torna indispensable para generar y evaluar las innovaciones y la calidad de la atención a la salud. Los equipos inter y transdisciplinarios no pueden tener un carácter meramente reactivo, sino deben considerar la prevención de la salud incidiendo en todos los niveles de organización. La *curricula* no puede sustentarse en asignaturas aisladas y desconectadas sino en currículos anidados de carácter sistémico, que permitan realizar una integración progresiva para incidir en los procesos multicausales de la salud-enfermedad. Las nuevas generaciones tienen que ser entrenadas como actores que son elementos agentivos, que saben actuar en entornos dotados de incertidumbre y ambigüedad, que son aptos para contender con la complejidad de manera creativa, evaluando de manera rigurosa sus intervenciones, en un proceso de creación incesante.

**Cuadro 3:** Que contrasta la formación profesional mecanicista con la formación para contender con la complejidad.

MODELO EDUCATIVO REDUCCIONISTA	MODELO EDUCATIVO DE LA COMPLEJIDAD
POR ASIGNATURAS AISLADAS SIN INTERACCIÓN ENTRE SÍ	POR NIVELES DE ORGANIZACIÓN ANIDADOS DESDE LO MOLECULAR A LO SOCIAL Y AMBIENTAL
TRANSMITE INSTRUCCIONES A SEGUIR QUE SON REPRODUCIDAS FIELMENTE POR LOS ALUMNOS	LOS ALUMNOS NO SÓLO CONSUMEN, SINO GENERAN CONOCIMIENTO E INNOVACIONES.
LA FORMACIÓN CIENTÍFICA SÓLO SIRVE PARA COMPRENDER Y TRANSFERIR AVANCES PRODUCTO DE LA INVESTIGACIÓN.	LA FORMACIÓN CIENTÍFICA, METODOLÓGICA Y EN SISTEMAS COMPLEJOS ES INDISPENSABLE PARA GENERAR CAPACIDADES ADAPTATIVAS Y DE EVALUACIÓN
LAS CIENCIAS BÁSICAS PRECEDEN A LA CLÍNICA	LA CLÍNICA SE APRENDE DESDE EL PRIMER DÍA ARTICULADA CON LA CIENCIA.
EL PARADIGMA REDUCCIONISTA P	EL PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD ES UN EJE CENTRAL DE LA FORMACIÓN.
LA FORMACIÓN ES ESENCIALMENTE UNI-PROFESIONAL	LA FORMACIÓN MULTIPROFESIONAL ES INDISPENSABLE PARA EL TRABAJO EN EQUIPOS INTER Y TRANSDISCIPLINARIOS.
LA FORMACIÓN SE DESARROLLA CASI TOTALMENTE EN LOS HOSPITALES	LA FORMACIÓN SE DESARROLLA CENTRALMENTE EN LA ATENCIÓN PRIMARIA Y SECUNDARIAMENTE EN LOS HOSPITALES.
SE FAVORECE LA ESPECIALIZACIÓN	SE PROMUEVE UNA VISIÓN INTEGRAL DE CORTE GENERALISTA

## Conclusiones

Se postula utilizar el paradigma de la complejidad para transformar la atención a la salud; favorecer la investigación y creación del conocimiento, mediante la formación de profesionales de la salud que sean actores y agentes de cambio, superando la formación de trabajadores que aplican soluciones rutinarias estándar, para generar profesionales adaptativos capaces de crear soluciones innovadoras, y capaces de asumir un compromiso social para forjan alianzas con individuos familias y comunidades, que preserven la salud y contengan a la enfermedad con un enfoque proactivo.

## Referencias

- Childs, B. (1999). *Genetic Medicine: A Logic of Disease*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Coriat, B. (2008). *El Taller y el Cronómetro: Ensayo sobre el Taylorismo, el Fordismo y la Producción en Masa*. México: Siglo XXI Editores.
- Davis, B., & Sumara, D. (2006). *Complexity and Education: Inquiries into Learning, Teaching and Research*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Eisner, E. (1994). *The educational imagination: on the Design and Evaluation of School Programs*. Upper Sadle River: Prentice Hall.
- Flexner, A. (1910). *Medical Education in the United States and Canada: : A Report to the Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, Bulletin No. 4*. New York: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.
- Godin, B. (2006). The linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework. *Science, Technology & Human Values*, 31(6) 639–667.
- Kline, R. (2009). *Becoming a Behavioral Science Researcher: A Guide to Producing Research That Matters*. New York: The Guilford Press.
- Morin, E. (2007). Restricted complexity, general complexity. En C. Gershenson, D. Aerts, & E. Bruce, *Worldviews, Science and Us* (págs. 5-29). Singapore: World Scientific.
- Nam, S., Redeker, N., & Wittemore, R. (2005). Social networks and future direction for obesity research: A scoping review. *Nursing Outlook*, 63(3): 299–317.
- Piaget, J. (2006). *Behavior & Evolution*. London: Routledge.
- Precision Medicine Initiative (PMI) Working Group Report to the Advisory Committee to the Director, NIH. (2015). *The Precision Medicine Initiative Cohort Program – Building a Research Foundation for 21st Century Medicine*. Bethesda: National Institutes of Health.
- Wilkinson, R., & Marmot, M. (2003). *The Social Determinants of Health: The Solid Facts, 2nd. Edition*. Copenhagen: World Health Organization.