

# La educación médica frente a los retos de la sociedad del conocimiento

Luis Felipe Abreu-Hernández,\* Claudia B. Infante-Castañeda\*

Recepción versión modificada: 3 de agosto de 2004

aceptación: 11 de febrero de 2004

## Resumen

*El presente trabajo cuestiona los paradigmas dominantes en la educación médica y establece la necesidad de participar en la investigación del aprendizaje *in situ*, para incorporar a la educación médica como elemento indispensable del proceso de gestión del conocimiento, analiza el sistema de salud considerado como sistema complejo adaptativo y concluye en la necesidad de construir nuevos paradigmas educativos.*

**Palabras clave:** Educación médica, gestión del conocimiento, sistemas dinámicos adaptativos, incertidumbre.

## Summary

*This paper analyzes the limitations of dominant paradigms in education and identifies the necessity of research-situated learning in real environments and how medical education must be involved with knowledge management in real, complex, adaptive systems, and concludes with the need for constructing novel educative paradigms with regard to new educational paradigms.*

**Key words:** Medical education, knowledge management, complex adaptive systems, uncertainty.

## Introducción

La educación médica ha puesto el énfasis en estudiar la enseñanza en los ambientes formales y escolarizados. Empero, la vida profesional de los médicos está llena de acciones de aprendizaje informales, entrelazadas con el ejercicio cotidiano de la clínica y poco sabemos sobre los procesos utilizados por los médicos practicantes para generar, seleccionar, asimilar y verificar el conocimiento en la práctica clínica real. Abordar el aprendizaje en el ejercicio clínico mismo, implica mayores retos: los objetivos de aprendizaje no están claramente definidos y se negocian paso a paso, las fuentes de información son cambiantes, las redes de médicos se organizan o reorganizan continuamente y los sistemas de evaluación no son claros. A pesar de las dificultades, debemos incursionar en este nuevo campo. Ello permitiría mejorar el desempeño profesional de los médicos y tener mayor impacto sobre la calidad de la atención. No se trata de que la

educación médica como disciplina renuncie al estudio de la educación formal; sino de ampliar sus horizontes para responder al imperativo de la época.

El aprendizaje de los grupos de profesionales en el ejercicio mismo de su actividad es un terreno casi intocado. Tal hecho resulta asombroso porque en la época moderna el conocimiento avanzado está entrelazado con el conjunto de la actividad social. El proceso de generación y difusión del conocimiento tiende a realizarse de manera cotidiana en multitud de instituciones y se conforman redes humanas e informáticas para manejar este saber. Se comprende la necesidad de trascender el ámbito de la educación formal y avanzar en el estudio del aprendizaje *in situ*.\*\*

---

\*\*Entenderemos como aprendizaje *in situ* a aquel que se desarrolla en los ambientes dinámicos y complejos en los que se realiza la práctica profesional cotidiana.

\*Profesores titulares del Departamento de Salud Pública de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. Correspondencia y solicitud de sobretiros: Dr. Luis Felipe Abreu Hernández. Dirección postal: 6to. Piso del edificio "B" de la Facultad de Medicina, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510. México D. F. E-Mail: lfah@servidor.unam.mx

## Tradición y limitaciones

La educación médica ha sido pionera en muchos campos. Desde 1793 se postuló que la enseñanza clínica debía verificarse en escenarios clínicos reales, dentro de *hospitales escuela* creados ex profeso, para favorecer la investigación y una práctica clínica de excelencia.<sup>1</sup> Es indudable que la enseñanza de la medicina y el proceso de atención se potencian mutuamente, pues los hospitales escuela tienen menos letalidad en ciertos padecimientos que otros hospitales.<sup>2</sup> La medicina es el modelo de las profesiones<sup>3</sup> y es una de las ocupaciones más vinculadas al uso del conocimiento y la tecnología.

En consecuencia, la educación médica ha elaborado exitosos esquemas para la formación profesional como: la enseñanza modular, el aprendizaje basado en problemas, la enseñanza en pequeños grupos o los pacientes simulados.<sup>4</sup> Sin embargo, el aprendizaje informal y cotidiano de los médicos ha sido poco estudiado. Fox, et al<sup>5,6</sup> investigaron el cambio en los médicos, centrándose en el estudio de las motivaciones individuales y concluyó que los médicos combinan tanto las motivaciones internas (curiosidad o conocimiento), con las externas (búsqueda de aceptación o mejora de la condición económica). Aunque estas investigaciones identificaron el papel determinante de algunos factores sociales en la modificación de la práctica clínica, como el ambiente institucional, las demandas legales o el trabajo en equipo, no abordaron de lleno el aspecto social del conocimiento médico. Por otra parte, Davis y su grupo<sup>7</sup> realizaron una amplia revisión de la literatura y demostraron que la educación médica continua tradicional, basada en conferencias y actividades de aula, no modifica el desempeño de los médicos y sólo las actividades educativas que incluyen la práctica o el ejercicio de actividades tienen algún efecto. Estos autores señalan que paradójicamente los sistemas de certificación dan más importancia a las actividades tradicionales que a las de corte práctico y concluyen: que el conocimiento es necesario, más no suficiente para promover el cambio en el desempeño de los médicos. Otro enfoque para promover la utilización del conocimiento en la actividad clínica es la denominada "medicina basada en la evidencia" (MBE)<sup>8</sup> la cual propone sustentar las decisiones clínicas en la evidencia científica disponible, mediante el uso de la tecnología informática. Empero, se ha señalado la existencia de barreras para aplicar la MBE, dado el carácter complejo, fluido y cambiante del proceso mediante el cual los médicos adoptan el conocimiento.<sup>9</sup>

Por otra parte, el Harvard Medical Practice Study<sup>10</sup> demostró que un buen número de eventos adversos en los hospitales, se puede atribuir a errores humanos. Ello desencadenó un amplio debate en los Estados Unidos<sup>11</sup> e inclusive, en marzo de 2000, un número completo del *British Medical Journal* (Vol. 320) fue dedicado al tema. En

un intento por comprender mejor los factores humanos que intervienen en los errores, se incorporaron al debate expertos en el estudio de los accidentes en sistemas complejos, como la aviación o las plantas industriales.<sup>12-14</sup> Estos expertos, actuando como observadores externos, han notado una deficiencia en la forma en que los médicos concebimos el conocimiento e ignoramos los factores sociales y sistémicos en que influyen en el uso del conocimiento y favorecen los errores humanos. Todo ello apunta a la necesidad de abordar de manera sistemática e integral los procesos de generación, selección, difusión, adopción y utilización del conocimiento en los ambientes complejos en los cuales se realiza la acción de los profesionales médicos.

## La insuficiencia de los paradigmas rectores en la educación médica actual

Los paradigmas son realizaciones científicas universalmente reconocidas que proporcionan modelos y posibles soluciones a los mismos.<sup>15</sup> Mas los paradigmas además de impulsar el conocimiento, también generan puntos ciegos y sesgan nuestro pensamiento.<sup>16</sup> Por esto resulta prudente evaluar periódicamente sus limitaciones. Dos grandes paradigmas del conocimiento humano han influido decisivamente sobre la educación médica. El primero se denomina *paradigma de la reducción de lo complejo a lo simple* y consiste en suponer que el todo puede ser entendido como la mera suma de sus partes. El segundo, es el *paradigma de la racionalidad técnica*, que presupone que la práctica profesional es la mera prolongación de la ciencia básica. Dichos paradigmas han rendido grandes frutos, pero también han sesgado nuestro pensamiento.

## El mito de la reducción de lo complejo a lo simple

El modelo dominante en la ciencia es el derivado de la mecánica clásica, fundada en el renacimiento por Galileo y Newton, quienes planteaban que el universo es una especie de mecanismo de relojería. Esta visión reduce las propiedades del conjunto a las propiedades de las partes.<sup>17</sup> El sentido común sostiene que cada evento es causado por algunos eventos precedentes, y en consecuencia cada evento puede ser predicho o explicado en función de otros. Nótese que este enfoque se opone a la autoorganización, pues por definición la explicación del movimiento se encuentra en las fuerzas externas. Desde luego, en sistemas simples tal situación se cumple de manera aproximada e incluso pareciera que el comportamiento del sistema puede ser explicado como resultado del carácter aditivo de las partes. También, la ciencia médica tiene un sustento en la visión simplificadora. Tal y como estableció Claude

Bernard<sup>18</sup> para conocer el efecto, de una variable sobre otra, es preciso mantener constante el valor de todas las demás variables, que pudiesen influir sobre el sistema. Por ello, el experimento se limita a dos variables. La supuesta causa se denomina variable independiente y se manipula para hacerla variar de manera propositiva, midiéndose el efecto sobre la segunda variable, la cual se conoce como variable dependiente o efecto. En condiciones de laboratorio, se utilizan multitud de recursos y equipo para controlar a las otras variables. Como contraparte, en la investigación clínica también se han aplicado métodos para simplificar el número de variables involucradas en el estudio. Ello se logra mediante los correspondientes criterios de inclusión y exclusión<sup>19</sup> que eliminan a los pacientes que tienen padecimientos o condiciones que pudiesen interferir con la investigación. Este paradigma ha permitido grandes avances científicos derivados de la posibilidad de eliminar o controlar las variables potencialmente confusoras. Así, para estudiar un tratamiento antihipertensivo se excluye a los pacientes con otros padecimientos intercurrentes y se incluyen hipertensos puros, ello nos permite apreciar la bondad de la propuesta terapéutica. Sin embargo, en el mundo real nos confrontamos con pacientes complejos que poseen comorbilidad y detentan varios padecimientos intercurrentes. Por ejemplo, un paciente con hipertensión, artritis y asma. Estos casos, son de difícil manejo porque los medicamentos que mejoran la artritis pueden tener repercusiones sobre el asma y la hipertensión o viceversa. Confrontados con el paciente complejo, no podemos manejar los problemas apoyados directamente en la literatura, pues ésta refiere mayormente protocolos desarrollados para el manejo de casos puros. A menudo el novato actúa sumando las recomendaciones de cada guía por separado. El mismo resultado se puede obtener cuando confluyen en la atención del paciente una multitud de especialistas y cada uno se limita a atender el aparato o sistema correspondiente. En ambos casos, como resultado de la adición mecánica de recomendaciones, se produce la denominada polifarmacia y no es raro ver pacientes que reciben más de una decena de medicamentos diferentes. Al analizar tal cantidad de fármacos es posible identificar efectos agonistas, antagonistas o reacciones adversas que empeoran el estado del paciente. Aquí la división del trabajo médico favorece la contribución del saber especializado al estudio de las partes, pero muestra al mismo tiempo los inconvenientes de la compartimentación y fragmentación del saber. El especialista deviene ignorante de todo aquello que no concierne a su campo del conocimiento. Por ello nos confrontamos con el grave riesgo de que el desarrollo de la ciencia, sea al mismo tiempo el desarrollo de la inconsciencia.<sup>20</sup>

David Bohm<sup>21</sup> ha afirmado que la fuente de muchos de los problemas actuales se haya en nuestra forma de pensar,

o para ser más preciso, en nuestra forma de abordar los fenómenos fragmentándolos. Esta tarea analítica es parcialmente correcta y fructífera, pero cuando nos olvidamos de volver a armar el todo y pensamos que cada parte existe al margen del conjunto cometemos un error. Por ejemplo, no podemos afirmar que el comportamiento de una célula *in vitro* es igual al comportamiento de la célula en el organismo integro. Pues las partes determinan al todo, en la misma proporción que el todo determina a las partes, no es posible entender lo uno, sin lo otro. Como el paradigma de la reducción de lo simple a lo complejo ha dominado nuestras mentes hemos puesto el acento en la actividad analítica y en la desagregación de los componentes. Este razonamiento sesgado nos ha impedido apreciar los efectos adversos de nuestra forma de pensar. El problema de la integración del conocimiento es un problema crucial para el ejercicio de una nueva medicina de alta calidad y debe ser abordado mediante el trabajo colectivo y organizado de la profesión. La capacidad de encontrar nuevas relaciones entre conocimientos separados se puede denominar aprendizaje integrativo. Este tipo de conocimiento no se puede impartir en el aula, sólo puede producirse en los ambientes de trabajo y en las organizaciones. Pues la mayor parte del conocimiento que utilizamos se haya fuera de nuestra cabeza y está incorporado o desincorporado al ambiente que nos rodea.<sup>22</sup> La mente pura y abstracta no existe y es otra expresión del reduccionismo. Todos operamos dentro del mundo físico y todos utilizamos al mundo físico y a otras personas como fuentes de información. Ambos nos sirven para recordar y recrear el conocimiento, son de hecho extensiones de nuestro propio saber. Los grupos humanos actúan como un sistema de inteligencia distribuida. Este soporte externo explica gran parte de nuestra conducta inteligente, la cual es producto de la interacción de nuestros procesos mentales con las restricciones y objetos del ambiente y también, de nuestro trabajo cooperativo con otros.<sup>23</sup> Sin estos apoyos, sería muy difícil actuar inteligentemente, pues necesitaríamos almacenar y recuperar gran cantidad de información para planificar y decidir nuestras acciones. Por el contrario, cuando los médicos están bien acoplados a su ambiente, la información y el conocimiento fluyen de manera natural. Contrariamente a lo que se piensa la unidad básica del aprendizaje *in situ*, es el grupo humano articulado con su ambiente. No obstante con frecuencia la educación médica continua saca a los médicos de su entorno natural y pretende instrumentar un aprendizaje esencialmente individual. El reto es interconstruir el conocimiento con las acciones de los grupos humanos en los entornos en los cuales se realiza el desempeño profesional cotidiano, sólo así integraremos el conocimiento y obtendremos respuestas inteligentes a los retos de la práctica clínica.

## El mito de la racionalidad técnica y la supuesta subordinación de la clínica

Otro paradigma dominante en la educación médica es el llamado "modelo de la racionalidad técnica", este modelo se instaura desde finales del siglo XIX y sostiene que el ejercicio de las profesiones se reduce a aplicar reglas de carácter general deducidas de la ciencia o de la tecnología. Es decir, se concibe la actividad profesional como limitada a la aplicación de habilidades y actitudes acordes con el saber técnico. Esta forma de pensar establece la existencia de una pirámide del conocimiento en la cual el saber teórico ocupa la cúspide y de él mediante reglas deductivas, se deriva la técnica, la cual es una especie de *ingeniería* que nos da armas prácticas. Por lo tanto, se postula que la tarea clínica se limita a seleccionar la técnica correspondiente. De conformidad con este modelo, la labor creativa se realiza en la parte superior de la pirámide y la labor rutinaria en la base.<sup>24</sup> En consecuencia, se sostiene que las ciencias básicas tienen una preeminencia sobre la clínica.

A la luz del conocimiento moderno, la idea que interpreta a la práctica clínica como una derivación directa de las ciencias básicas es insostenible. No se puede afirmar que toda práctica se pueda derivar de las especificaciones teóricas. El filósofo de la educación Scheffler,<sup>25</sup> nos demuestra, mediante un magnífico contraejemplo, la imposibilidad de elaborar especificaciones para todo. Este autor señala que fácilmente se pueden establecer especificaciones completas para actividades cerradas. E. g. para escribir la palabra gato, basta señalar el orden en que deben colocarse las letras. Todo aquel que siga la especificación tendrá éxito en escribir correctamente la palabra gato. Por el contrario, existe otra clase de actividades humanas de carácter abierto, para las cuales no se pueden establecer especificaciones completas. Por ejemplo, para cazar leones, en este caso el seguimiento de las reglas, puede aumentar la probabilidad del éxito, pero no lo garantizan. Schön<sup>26</sup> señala que la epistemología dominante en la práctica profesional es la racionalidad técnica. Este enfoque se asocia con el positivismo y el sistema científico hipotético-deductivo, dentro de este esquema la actividad profesional consiste en resolver problemas desde una perspectiva instrumental. En la cual se tienen fines claros y se seleccionan los medios idóneos en contextos estables. Algo parecido a reparar máquinas de escribir mecánicas, mediante la aplicación de un manual de fallas y opciones técnicas. Schön argumenta que el esquema de la racionalidad técnica no es aplicable a los problemas y métodos de las profesiones. Por ejemplo, la clínica es una actividad difícilmente especificable, que aborda problemas complejos, mal definidos, en los cuales el paciente puede encontrarse en condiciones inestables y cambiantes, y nos puede confrontar con conflictos de valores. Con el fin de resolver estos casos, el médico debe acotar el problema, acuñar

soluciones novedosas y experimentar posibles opciones. Los casos complejos obligan al profesional a generar conocimiento y a reflexionar en la acción. En consecuencia, el conocimiento científico es condición necesaria, más no suficiente para explicar las capacidades del clínico. Es más, no podemos sustentar que la labor innovadora se origina sólo en la cúspide de la pirámide y luego desciende sobre la práctica. También, en la práctica clínica misma, se producen continuamente nuevos conocimientos. No obstante, durante mucho tiempo se sostuvo la imposibilidad de generar conocimiento a partir de la práctica clínica, fue Alvan Feinstein<sup>27</sup> quien demostró que las apreciaciones aparentemente subjetivas del clínico podían ser cuantificadas, sometidas a prueba y transformadas en conocimiento científico. Al parecer el hecho de que el conocimiento surge tanto en el contexto de la teoría como de la práctica es una regla universal. Un estudio reciente, financiado por la Academia Sueca de Ciencias, ha criticado al modelo de la racionalidad técnica, al demostrar que el conocimiento científico puede surgir en dos contextos diferentes. La denominada "ciencia del modo 1", se encuentra impulsada por la reflexión teórica sobre los paradigmas de cada disciplina, y se inicia a partir de identificar contradicciones e insuficiencias en el conocimiento, su trabajo es unidisciplinario y sus productos principales son publicados como artículos de investigación. De otra parte, se encuentra la "ciencia del modo 2", impulsada por la solución de problemas complejos en el contexto de la práctica, tales problemas no pueden abordarse desde un solo paradigma disciplinario, porque son multicausales y demandan un enfoque multidisciplinario e incluso la transdisciplinario, por ello estos grupos de investigación son heterogéneos y socialmente responsables de la tarea que se les encomienda. El producto principal de este segundo tipo de investigación es la solución de problemas y sólo secundariamente la publicación. Los autores concluyen que la producción del conocimiento se ha movido crecientemente desde la tradicional actividad académica hacia nuevos contextos.<sup>28</sup> La medicina ha avanzado rápidamente por este camino: en 1997 el University College de Londres creó un nuevo instituto de investigación médica.<sup>29</sup> El cual rompió las tradicionales barreras entre ciencia pura y aplicada, tiene un carácter multidisciplinario, heterogéneo se orienta a la solución de problemas y cuyo objetivo no es sólo producir conocimiento, sino desarrollar sustancias químicas que puedan prevenir o tratar enfermedades, su director fue jefe de investigación de una industria farmacéutica. La organización de este instituto se corresponde con el modo 2 de producir conocimiento. Además, la ubicación del instituto será en el edificio del *University Hospital* para que los investigadores mantengan un estrecho contacto con la clínica. Es evidente la necesidad de articular los dos modos de producir conocimiento para favorecer el desarrollo de la profesión médica.

## Una aproximación social al conocimiento médico

Hasta ahora hemos utilizado la palabra *conocimiento* de manera intuitiva, es preciso analizar y establecer un significado que nos permita avanzar en la comprensión del fenómeno. Para entender el conocimiento médico, hay que partir de la existencia de un corpus de saber inherente a la medicina. Desde el punto de vista de la sociología de las profesiones, toda profesión se considera como tal porque posee un cuerpo de conocimiento que le es propio y que le permite resolver un cierto tipo de problemas.<sup>30</sup> Desde este punto de vista, tanto el corpus de conocimiento como la organización profesional se definen mutuamente. En consecuencia, se puede entender al conocimiento médico como aquel que nos permite cumplir eficazmente con nuestra función social y nos confiere la capacidad de dar respuesta a los problemas de salud.

Las fronteras del conocimiento médico son difusas. Existen conocimientos claramente médicos como los quirúrgicos, pero en colindancia con la frontera del conocimiento médico existen otros saberes de corte biológico, químico, físico o de otra índole que merced al proceso de innovación, se muestran útiles para la medicina y se incorporan al corpus del saber profesional. Este proceso de innovación se produce socialmente por el denominado complejo biomédico industrial que articula instituciones académicas, empresas y hospitales.<sup>31</sup> Como hemos visto, esta relación se ha estrechado al grado que en los modernos centros de investigación se integran las tres funciones. Simultáneamente el avance del saber provoca que otros conocimientos se tornen obsoletos y se descarten. Es decir, el conocimiento médico continuamente se crea y se destruye, se organiza y desorganiza, se propaga y represa en un proceso de constante fluir. Desde un punto de vista estrictamente objetivo los profesionales de la medicina sólo son los instrumentos que usa la sociedad para comunicar y utilizar eficazmente el conocimiento médico. Sin embargo, los médicos, considerados como sujetos, son el elemento vivo que desarrolla su conocimiento para cumplir su función social. En la actividad profesional se usa y se produce conocimiento de manera simultánea. El conocimiento es en última instancia potencia para la acción.<sup>32</sup> *Saber es poder* esta frase tiene un carácter dual, porque representa tanto el poder frente a la enfermedad, como el poder frente al hombre común que carece de este conocimiento y se haya a nuestra merced. Esta última situación nos obliga a comprometernos con un imperativo ético de servir a los demás.

El conocimiento médico es potencia para la acción y sólo adquiere importancia cuando podemos decidir entre cursos de acción alternativos, siendo unos mejores que otros. Por el contrario, cuando nos confrontamos con un proceso que sigue su curso de manera inexorable, el conocimiento pierde todo valor. Las realidades de la

medicina se encuentran siempre a medio camino entre la posibilidad de elegir y lo irremediable. Nuestra acción profesional nos demanda controlar y regular los procesos relativos a la salud y a la enfermedad a fin de lograr una evolución favorable. Empero, el proceso mórbido tiene su propia dinámica y el resultado de nuestras acciones es relativamente incierto.

No debemos confundir conocimiento científico, con el conocimiento clínico. Melker<sup>33</sup> ha destacado que la clínica y la ciencia están íntimamente relacionadas, pero miran en sentidos opuestos. Mientras la ciencia busca respuestas universales a preguntas generales, la clínica pone su atención en resolver problemas de salud individuales y establece respuestas específicas. Como el conocimiento científico busca superar la especificidad del experimento y trascender las limitaciones espacio-temporales adquiere un carácter abstracto.<sup>34</sup> Por el contrario, el conocimiento clínico incide siempre sobre situaciones específicas.

El conocimiento científico debe ser procesado antes de transformarse en conocimiento médico, para finalmente expresarse como habilidad clínica. Por ejemplo, el conocimiento de los Rayos X, es sólo un conocimiento físico, cuando se construyen los equipos se produce una tecnología, sólo la sistematización de la correlación entre las imágenes y los fenómenos anatomoclínicos lo transforma en un conocimiento médico, pero su aplicación depende de la articulación con el caso específico, entonces se convierte en habilidad clínica y en poder propiamente dicho. También, podemos tener el caso opuesto, en el cual un problema clínico motiva la utilización de conocimiento básico, tal es el caso de la invención del marcapaso cardiaco.

La medicina es científica, por cuanto utiliza el método científico y busca que los resultados de sus intervenciones se transformen en repetibles y confiables. Pero este proceso depende de contextualizar el conocimiento y acoplarlo a cada caso específico.

Es prudente distinguir entre datos, información y conocimiento.<sup>35,36</sup> Los datos son un conjunto de hechos objetivos y discretos. En el contexto institucional, se expresan como registros y archivos. En la clínica los datos provienen de múltiples fuentes, el paciente nos aporta datos, el laboratorio y los estudios de gabinete también, nuestros colegas nos aportan más datos, pero todo ello se transforman en información cuando cobra significado y se expresa como un mensaje, bajo la forma de un documento audible o visible. El significado potencial del mensaje existe en la mente del emisor; no obstante, es el receptor el que decide si el mensaje resulta significado para él y modifica su percepción o interpretación del mundo. El conocimiento es un concepto elusivo y ha sido definido de manera operativa de la siguiente forma:

“El conocimiento es una mezcla fluida de experiencias acotadas, valores, información contextual e insight experto; el cual permite incorporar y evaluar nuevas experiencias e información. Se origina y aplica en las mentes de los conocedores, y frecuentemente está embebido no sólo en documentos o archivos, sino también en las rutinas organizacionales, procesos, prácticas y normas.”<sup>37</sup>

La posibilidad de encadenar el conocimiento y transferirlo a la solución de problemas depende de la posesión de cuerpos de conocimiento extensos y variados, y ha sido descrito por Haskell<sup>38</sup> como el arte de descubrir la utilidad del conocimiento inútil. Esta capacidad de poseer grandes cantidades de conocimiento organizado y transferible es la característica esencial del experto,<sup>39</sup> mas no debemos olvidar que los expertos trabajan articulados en grupos y redes de conocimiento.<sup>40</sup> Desde este punto de vista, a través de las redes informáticas no fluye conocimiento, sólo datos e información, la cual se transforma en conocimiento (potencia para la acción) cuando una o varias mentes son capaces de encontrar significados transferibles a otros contextos. Colocar computadoras con la última literatura médica no producirá mayor cambio, a menos que nos preparemos y organicemos para analizar e interpretar la información de manera sistemática. Sin embargo, las redes informáticas son fundamentales para manejar grandes volúmenes de información y permitir su exploración sistemática, constituyen el lado tecnológico que posibilita el procesamiento humano de la información.

Otra clasificación del conocimiento proviene de la forma en la cual se almacena y transmite. Existe un tipo de conocimiento que puede ser expresado, mediante el lenguaje escrito, o bien mediante el lenguaje matemático o simbólico, por tal razón se le denomina codificable o explícito. Empero, existe otro tipo de conocimiento que no puede codificarse plenamente, como la capacidad de un radiólogo para interpretar imágenes, a este segundo tipo de conocimiento se le denomina tácito o implícito. El conocimiento tácito es lo que el sujeto cognoscente conoce y se deriva de su experiencia, creencias y valores; sólo existe incorporado a las personas articuladas en redes de expertos.<sup>41</sup> El conocimiento explícito es virtual, pues sólo existe como información almacenada en documentos, disquetes, discos compactos, libros, revistas, videos, etcétera. Este tipo de conocimiento es inerte y sólo cobra vida cuando alguien lo interpreta. En todo momento el conocimiento tácito es superior, porque existe en las personas y se enriquece continuamente con la actividad de las mismas. Mientras el conocimiento tácito es un proceso vivo, el conocimiento explícito es un producto inerte. Ambos tipos de conocimiento son fundamentales para el desarrollo humano, y constituyen un sistema de vasos comunicantes, porque un conocimiento explícito puede generar conocimiento tácito o bien, el conocimiento tácito puede explicitarse.

## Las aportaciones de la industria de punta

Desde 1993, Donabedian<sup>42</sup> planteó la necesidad de estudiar los modelos industriales de mejora de la calidad para obtener conclusiones aplicables al campo de la salud. Indudablemente tenemos mucho que aprender de los estudios desarrollados en el campo de las empresas de punta, que entienden al conocimiento como el principal elemento productivo. Las compañías modernas se conciben a sí mismas como *organizaciones que aprenden*. Peter Senge<sup>43</sup> las define como estructuras en las cuales: la gente amplía continuamente su capacidad de producir los resultados deseados, que incuban nuevos y más amplios patrones de pensamiento, donde las aspiraciones colectivas se establecen libremente y la gente continuamente aprende como aprender de manera conjunta. Por ello, se ha acuñado el término *gestión del conocimiento*<sup>44</sup> para significar la articulación de las redes de seres humanos, con la tecnología informática, a fin de generar, propagar y utilizar el conocimiento avanzado en el contexto de la competencia global. Es pertinente aclarar que la gestión del conocimiento no se realiza de manera vertical y mediante un control burocrático. Por el contrario implica la transferencia neta de poder y capacidades<sup>45</sup> para favorecer las decisiones y la autoorganización. Este proceso se denomina empoderamiento\* y es la base de la participación democrática en el proceso creativo y de innovación. En contraste, las instituciones de salud frecuentemente tienen una organización tradicional y mantienen una estructura con líneas de mando centralizadas y estructuras rígidas. Este modelo de gestión se deriva de dos factores: Primero, los estilos administrativos derivados de la antigua fábrica concebida por Henry Ford, basada en la rutina y en la repetición mecánica de tareas y; segundo, del modelo de la racionalidad técnica. En general, las instituciones de salud no asumimos la gestión del conocimiento en salud como nuestra principal función. En tal caso, seríamos más humanos porque trataríamos al personal de salud como el elemento creativo y además transferiríamos conocimientos a los pacientes para hacerlos copartícipes de las decisiones que afectan a su salud. Al comparar nuestras acciones, con la industria de punta basada en el conocimiento, resulta evidente que actuamos con una gran ingenuidad.

---

\*Aunque constituye un anglicismo, esta palabra es de uso común en ciencias sociales, pretende ser la traducción de la palabra inglesa *empowerment*, la cual significa dar poder y fortalecer. Como tal expresa un concepto claramente diferenciado en las ciencias sociales por ello hemos decidido respetarla.

## El modelo de Nonaka para la gestión del conocimiento

Tal vez el modelo más completo y reconocido para el estudio del aprendizaje organizacional\*\* es el desarrollado por Ikujiro Nonaka y su grupo.<sup>46</sup> Este modelo tiene por eje la conversión del conocimiento tácito en explícito. Como hemos señalado el conocimiento tácito es superior pues constituye el elemento vivo del sistema. Nonaka establece que la clave para la creación del conocimiento descansa en la movilización y conversión del conocimiento tácito. En ello radica la clave para entender como una organización crea, mantiene y utiliza el conocimiento. Desde un punto de vista social, tanto el conocimiento tácito, como explícito son esenciales para la generación de nuevo conocimiento. Este proceso es autotrascendente pues siempre rebasa sus propios límites. Las nuevas ideas se incuban mediante la interacción de los individuos entre sí y con su entorno. La creación del conocimiento ocurre simultáneamente en el microambiente y en el macroambiente, por ello toda organización debe tener como referente su interacción con el entorno.

El modelo de aprendizaje organizacional de Nonaka postula cuatro modos para la conversión del conocimiento:

- 1) Socialización (transformación de conocimiento tácito a conocimiento tácito).
- 2) Externalización (conversión de conocimiento tácito hacia conocimiento explícito).
- 3) Combinación (metamorfosis de conocimiento explícito a conocimiento explícito).
- 4) Internalización (transformación de conocimiento explícito a conocimiento tácito). Estos cuatro procesos forman el acrónimo SECI.

La socialización es el proceso mediante el cual el conocimiento tácito se transforma en más conocimiento tácito. Como este conocimiento no se puede transmitir de manera directa, se requieren de experiencias compartidas en ambientes específicos, es aprendizaje sobre el trabajo. Así se aprende cirugía o radiología, pero recordemos que no se trata sólo de reproducir el conocimiento, sino de acrecentarlo, en tal caso los expertos se retan con casos complejos y comparten la experiencia. Este proceso sólo se transforma en óptimo cuando existe una práctica deliberada y una voluntad de empujar constantemente las fronteras del saber.

La externalización transforma el conocimiento tácito en conocimiento explícito. Requiere transitar de la intuición al conocimiento formalizado. Es un proceso fundamental para el desarrollo del conocimiento humano. El ejemplo más

claro, es el proceso de investigación científica que se inicia con una idea nueva, se estructura como hipótesis, la cual se acepta o rechaza en función de los resultados y culmina en una publicación. La gran ventaja del conocimiento explicitado es que se puede transferir con relativa facilidad a otros miembros de la organización o fuera de ella.

La combinación es el proceso mediante el cual conocimiento explícito se transforma en nuevo conocimiento explícito. Demanda recabar conocimiento de fuera y dentro de la organización para procesarlo y combinarlo a fin de generar conocimiento más complejo, con mayor capacidad explicativa y de control de procesos. Esta actividad se facilita cuando las organizaciones disponen de sistemas computados para el manejo de la información.

La internalización incorpora el conocimiento explícito en el conocimiento tácito. El conocimiento explícito es compartido e interiorizado, mediante la práctica o la realización de pruebas. Generalmente demanda varios ciclos de interacción en los cuales se reflexiona, se actúa y se vuelve a reflexionar sobre los resultados obtenidos. El conocimiento internalizado es tácito y genera modelos mentales compartidos, los cuales se expresan como know-how. La internalización es un proceso crucial para el desarrollo de la organización y constituye el momento oportuno para expresar creatividad individual. La internalización genera nuevas apreciaciones sobre los fenómenos que desencadenan nuevo conocimiento tácito y permite reiniciar nuevamente la fase de socialización. El ciclo SECI constituye una espiral, pues nunca regresa al mismo punto. Este proceso continuado amplifica las capacidades de la organización para interactuar con el entorno y cumplir con su función social.

## El ambiente para la creación del conocimiento

El conocimiento surge mediante al confrontación de los individuos y grupos humanos con los problemas. Ello ocurre en un ambiente y contexto específico, al que Nonaka denomina *Ba*, palabra japonesa que significa lugar, y que debe entenderse como el contexto compartido en el cual los individuos y grupos producen, intercambian y utilizan el conocimiento. Es simultáneamente un espacio físico, un espacio mental e inclusive un espacio virtual e informático, permite ubicar en tiempo y espacio el esfuerzo colectivo. La creación de nuevo conocimiento no es un acto individual, sino grupal. De ahí la importancia de favorecer la interacción humana y construir ambientes para la confrontación de ideas, la experimentación y la reflexión. El ambiente creativo, debe privilegiar el conocimiento, mejorar la calidad de vida de los participantes y motivar a los participantes. La intervención del liderazgo de más alto nivel resulta indispensable para establecer las metas y la orientación general, más corresponde a los mandos medios dar consistencia y continuidad al esfuerzo.

---

\*\*La unidad básica de aprendizaje es el grupo de trabajo. En cierto modo todo aprendizaje es organizacional, porque la mente humana aislada es sólo una cuestión hipotética y es gracias a la vida social que adquirimos y enriquecemos el conocimiento.

El ritmo acelerado del cambio tecnológico y los retos ambientales demandan mayor adaptabilidad organizacional que el pasado cuasi-estable. El cambio organizacional es difícil de lograr si persiste el enfoque burocrático, inflexible y no adaptativo en las organizaciones. Las nuevas condiciones demandan la creatividad organizada para la solución continuada de problemas. Los problemas deben ser valorados como retos que disparan el crecimiento. Confrontarse con los retos, demanda el trabajo colectivo, la postulación de opciones, la participación conjunta del personal en la investigación y desarrollo, y la instrumentación de los cambios. La motivación y un adecuado sistema de recompensas resultan indispensables para el rediseño continuo del trabajo, el enriquecimiento personal y el trabajo en equipo.<sup>47</sup>

Si comparamos la visión dinámica de la moderna *gestión del conocimiento* con los estilos de trabajo burocrático y altamente jerarquizados del sector salud, heredados de la administración fabril de la primera mitad del siglo pasado. Notaremos la contradicción que se genera entre los avances de la genómica, la biología celular, la biología del desarrollo que demandan sistemas abiertos y autoorganizados; con una administración obsoleta que pretende ejercer un control mecánico desde fuera. Mientras no concibamos al sistema de salud como una organización basada en la creación, transferencia y aplicación del conocimiento avanzado, no acertaremos a poner la administración al servicio del saber. No es posible una reforma del sector salud que no contemple la necesidad explícita de favorecer el aprendizaje organizacional.

En suma, mientras en la industria se considera al conocimiento tácito (*soft*) como el elemento central del desarrollo empresarial, en la medicina consideramos que el conocimiento explícito (*hard*), expresado en documentos, publicaciones como el elemento central, e ignoramos el hecho de que la información, sólo cobra significado mediante el trabajo colectivo de los expertos. Este error de composición nos lleva a sobresimplificar la práctica de la medicina, pues la reducimos a la mera aplicación de la evidencia. Más si todos nos dedicáramos a aplicar la evidencia no habría progreso científico, pues el avance surge porque alguien tiene la osadía de romper las reglas. La segunda lección del modelo de Nonaka, es que el aprendizaje, aunque involucra a las mentes individuales, se produce en grupos; de tal forma que el aprendizaje organizacional es un fenómeno colectivo y de socialización. Por último, la industria ha reconocido la necesidad de transformar los sitios de trabajo en espacios creativos, que permitan el aprendizaje y la solución de problemas en tiempo real. Se puede apreciar qué práctica educativa dominante en la actualización profesional de los médicos, es precisamente lo contrario de lo que ha probado ser eficaz en la industria moderna.

## El reto de la complejidad y la incertidumbre

El sistema de salud debe ser concebido como un *sistema dinámico complejo*. Sistema por cuanto constituye una unidad constituida por una pluralidad de elementos interconectados,<sup>48</sup> los cuales se manifiestan como una unidad coherente frente a la mente del observador. Se denominan dinámicos porque tienen gran número de interacciones por unidad de tiempo y complejos porque sus elementos se encuentran muy acoplados, de tal forma que un cambio en una parte del sistema se propaga y afecta al conjunto del mismo, redefiniendo la manera como se relaciona con el entorno. Un hospital es un sistema dinámico complejo, pues se compone de una pluralidad de elementos: urgencias, consulta externa, medicina interna, cirugía, pediatría ginecología y obstetricia, terapia intensiva, farmacia, laboratorio clínico, servicio de imágenes, comedor, mantenimiento, etcétera. Todos los elementos mantienen una continua interacción, de tal forma que un problema o un avance en uno de sus elementos repercute sobre el conjunto. En adición a lo anterior el hospital tiene un propósito que es resolver los problemas de salud. Esto lo convierte en un sistema propositivo, que debe adecuar incesantemente su funcionamiento para cumplir con su misión. Este tipo de sistema se conoce como *sistema adaptativo complejo*.<sup>49</sup> Resulta fundamental distinguir entre los sistemas mecánicos en los cuales se puede predecir el comportamiento de las partes frente a un estímulo dado y los sistemas adaptativos complejos, los cuales poseen capacidad de autoorganización y pueden desarrollar respuestas novedosas; actúan de manera no lineal y pequeños cambios pueden provocar grandes efectos. En consecuencia no son del todo predecibles, la teoría de los sistemas dinámicos complejos se ha desarrollado crecientemente y se ha aplicado a fenómenos como el clima, las arritmias cardíacas o fenómenos económicos.<sup>50</sup>

Por cuanto el sistema de salud está integrado por seres humanos que generan y utilizan el conocimiento; siempre cabe la posibilidad de que algún subgrupo ubicado en alguna región del sistema, genere innovaciones, que se propaguen y terminen por reorganizar a los demás. Este proceso puede tener un efecto evolutivo, que aumenta la complejidad del sistema, y le confiere nuevas cualidades para hacerlo más eficiente y apto para cumplir con su función.<sup>51</sup> La manera de acelerar la evolución de los sistemas adaptativos, es favorecer la generación y difusión de los conocimientos.

Los sistemas de salud son sistemas adaptativos complejos actuando sobre los pacientes, que son también sistemas dinámicos complejos. Los sistemas dinámicos cambian con facilidad se tornan inestables y pueden emigrar a nuevos puntos de equilibrio, pudiendo

presentar comportamientos diferenciados como producto de una misma causa. Wilson y Holt<sup>52</sup> han puesto como ejemplo el control de la glucemia en el diabético. En ocasiones el consumo de glúcidos, produce oscilaciones menores, en otras produce un desequilibrio creciente. Por ello, cuando frente a una elevación menor, el médico principiante interviene administrando hipoglucemiantes, puede abatir la glucemia por debajo de lo deseado, situación que conducirá a administrar glucosa y a una reacción de rebote. El resultado final será la amplificación de las oscilaciones. Por el contrario, el médico experimentado sabe que las oscilaciones son normales y tiende a analizar la tendencia del sistema interviniendo sólo cuando el desequilibrio se estabiliza o muestra una tendencia persistente a incrementarse. Toma en consideración la historia y los antecedentes de su paciente, tal situación le permite despreciar pequeñas oscilaciones. El resultado final es un mejor control de la glucemia. Para contender con este tipo de procesos no existen reglas fijas y es fundamental la intuición, la experiencia, el aprendizaje y el trabajo en equipo de los clínicos.

La complejidad de los procesos que retan a la medicina actual nos confronta con la incertidumbre e incluso con la posibilidad del caos. Los médicos nos movemos continuamente entre lo que conocido y lo desconocido.<sup>53</sup> La explosión del conocimiento y la imposibilidad de manejar la totalidad del saber existente, nos impulsa continuamente a distinguir entre la insuficiencia de nuestro conocimiento personal, la falta de conocimiento organizacional o la insuficiencia del conocimiento médico global. A lo anterior debemos añadir otros tipos de incertidumbre: La denominada incertidumbre *molecular* derivada de la biología celular y molecular y sobre todo del proyecto del genoma humano, la cual ha generado cantidades inmensas de información que aun no cobran significado para la medicina y que puede conducir a considerar moléculas y no pacientes. Por ello Tosteson y Goldman<sup>54</sup> señalan la necesidad de crear un marco conceptual para darle coherencia a esta información y transformarla en conocimiento médico.<sup>55</sup> La incertidumbre provocada por el retorno de las enfermedades infecciosas y la emergencia de nuevas infecciones como el VIH. La incertidumbre terapéutica porque carecemos de la posibilidad de prever gran parte de los efectos adversos y reacciones idiosincrásicas. La incertidumbre pronóstica, derivada de la inquietud social y humana por evitar el encarnizamiento terapéutico, y las limitaciones para predecir los resultados finales. La incertidumbre derivada del avance de las pruebas diagnósticas, que permiten anticipar la aparición de algunas enfermedades, frente a la imposibilidad de modificar su curso. La incertidumbre derivada de la imposibilidad de eliminar los errores médicos producidos por fallas cognitivas o por fallas organizacionales y sistémicas. La incertidumbre derivada de enfocarnos a resolver el caso individual o a actuar de conformidad con

los resultados de las observaciones epidemiológicas, que ahorran recursos a escala global, pero pueden entrar en conflicto con las necesidades del paciente individual. Este breve recuento nos muestra el carácter contradictorio y ambivalente de la medicina de nuestro tiempo. No obstante, la incertidumbre y la ambivalencia son dos retos que nos permiten generar nuevo conocimiento.

### Aprendizaje, incertidumbre y caos

El aprendizaje se produce cuando nos confrontamos con lo incierto, lo familiar no constituye un reto y puede ser resuelto con el conocimiento previo.<sup>56</sup> Las organizaciones son retadas incesantemente por lo incierto. Ésta es la fuente del aprendizaje y de la generación del nuevo conocimiento, pero más allá de lo incierto está lo caótico, lo inabordable tanto por nuestra incapacidad cognoscitiva, como por la dificultad de ponernos de acuerdo, sobre aquello que no parece viable.<sup>57</sup> Cuando las organizaciones abordan lo incierto, lo exploran y generan nuevas respuestas se reduce la incertidumbre y amplia nuestra capacidad de intervención, pero al mismo tiempo generamos nuevas incertidumbres. E.g. la reproducción asistida y la biología celular nos han permitido controlar procesos, que antes parecían inabordables, pero al mismo tiempo han generado nuevos retos y más incertidumbre. Este es un proceso siempre inacabado y perenne. En consecuencia, el proceso continuado de aprendizaje es más importante que los resultados siempre limitados. El contenido de la educación moderna es el proceso mismo.<sup>58</sup> frente a la imposibilidad de dominar todo el conocimiento existente o resolver la definitivamente la incertidumbre, se debe privilegiar la autodirectividad, la creatividad, el trabajo en equipo y la habilidad para contender con la incertidumbre. La educación ya no puede medirse con respecto a una serie de contenidos fijos y respuestas fijas. Los contenidos son sólo los retos para enseñar a los individuos a navegar en lo incierto,<sup>59</sup> para cada problema pueden existir varias soluciones y para cada solución varios problemas. Este tipo de aprendizaje sólo ocurre en grupos humanos, como las denominadas comunidades de práctica<sup>60</sup> que permiten a los estudiantes incorporarse a los grupos de trabajo profesional, en los cuales reciben retroalimentación y adquieren a flexibilidad necesaria para actuar como seres autorregulados en los ambientes dinámicos y complejos en los cuales se realiza el ejercicio profesional.

### Conclusión

La educación médica actual debe incluir el aprendizaje organizacional y la gerencia del conocimiento. Nuestro objetivo actual es combatir el reduccionismo para desarrollar individuos y organizaciones, dotadas de pensamiento

complejo, que contemplen los múltiples niveles de organización involucrados en los problemas, que valoren la multicausalidad, impulsen la reflexión continuada y puedan confrontarse con la incertidumbre como fuente del aprendizaje, que estén conscientes de la imposibilidad de resolver los problemas desde un solo paradigma disciplinario, abiertos al trabajo cooperativo, a la investigación y a la sinergia con los demás.

Considerar como parte de la educación médica, el estudio y desarrollo de los procesos de aprendizaje in situ, no sólo apoyará el aprendizaje organizacional, también permitirá visualizar la insuficiencia de las ciencias de la educación, y habrá de confrontarnos con la incertidumbre y complejidad de la tarea educativa. Lo que aportemos será tan importante como aquello que recibiremos. Este intercambio fructífero nos permitirá colaborar en la tarea de construir organizaciones de salud más humanas y comprometidas con los pacientes y con el personal de salud que les da vida.

## Referencias

- Pinel PH.** The clinical training of doctors (1793). En: Rothman D, Marcus S, Kiceluk S, editores. *Medicine and western civilization*. New Brunswick, NJ, USA: Rutgers University Press; 1995. pp. 343-351.
- Lipwort L, Lee J, Morris J.** Letalidad en hospitales escuela y en otros hospitales, 1956-1959. En: White K, Frenk J, Ordóñez C, Paganini JM, Starfield B, editores. *Investigaciones sobre servicios de salud: una antología*. Washington, D.C., USA: Organización Panamericana de la Salud. Publicación Científica 1992;534:319-326.
- Freidson E.** La profesión médica. Barcelona, España: Ediciones Península; 1978.
- Venturelli J.** Educación médica: nuevos enfoques, metas y métodos. Washington, D.C., USA: Organización Panamericana de la Salud; 1997.
- Fox R, Mazmanian P, Putnam R.** Changing and learning in the lives of physicians. New York: Praeger;1989.
- Fox R, Bennett N.** Continuing medical education: learning and change: implications for continuing medical education. *BMJ* 1998;316:466-468.
- Davis D, O'Brien MA, Freemantle N, Wolf FM, Mazmanian P, Taylor-Vaisey A.** Impact of formal continuing medical education: do conferences, workshops, rounds, and other traditional continuing education activities change physician behavior or health care outcomes? *JAMA* 1999;282(9):867-874.
- Evidence Based Medicine Working Group. Evidence-based medicine: a new approach to teaching the practice of medicine. *JAMA* 1992;268:2420-2425.
- Freeman AC, Sweeney K.** Why general practitioners do not implement evidence: qualitative study. *BMJ* 2001;323:1-5.
- Leape L, Brennan T, Laird N, et al.** The nature of adverse events in hospitalized patients: results of the Harvard Medical Practice Study II. *N Engl J Med* 1991;324(6):377-384.
- Institute of Medicine. To err is human: building a safer health system. Kohn L, Corrigan J, Donaldson M, editors. Washington, D.C. USA: National Academy Press;2000.
- Cook R, Woods D.** Operating at the sharp end: the complexity of human error. En: *Human error in medicine*. Bogner S, editor. Hillsdale, NJ, USA: Lawrence Erlbaum;1994. pp. 255-310.
- Reason J.** Human error: models and management. *BMJ* 2000;320:768-770.
- Helmreich R.** On error management: lessons from aviation. *BMJ* 2000;320:781-785.
- Kuhn T.** La estructura de las revoluciones científicas. Buenos Aires, Argentina: Fondo de Cultura Económica;1992.
- Morin E.** Seven complex lessons in education for the future. Paris, France: UNESCO Publishing;2001.
- Prigogine I, Stengers I.** The end of certainty: time, chaos and the new laws of nature. New York: The Free Press;1997.
- Bernard C.** Introducción al estudio de la medicina experimental. México: Universidad Nacional Autónoma de México;1960.
- Weiss N.** Clinical epidemiology: the study of the outcome of illness. New York: Oxford University Press;1996.
- Morin E.** Por la ciencia. En: *Ciencia con conciencia*. Morin E, Comp. Barcelona, España: Anthropos;1984. pp. 31-55.
- Bohm D.** Thought as a system. London: Routledge;1976.
- Norman D.** The psychology of everyday things. New York: Basic Books;1988.
- Norman D.** Things that make us smart: defending human attributes in the age of the machine. Cambridge MA, USA; Perseus Books;1993.
- Harris I.** New expectations for professional competence. En: Curry L, Wergin J and Associates, editors. *Educating professionals*. San Francisco, CA, USA: Jossey-Bass Publishers; 1993. pp. 17-52
- Scheffler I.** The language of education. Springfield, IL, USA: Thomas; 1960
- Shön D.** The reflective practitioner. New York; Basic Books;1983
- Feinstein A.** Clinical epidemiology: the architecture of clinical research. Philadelphia PA, USA: Saunders;1985.
- Gibbons M, Limoges C, Nowotny H, Schwartzman S, Scott P, Trow M.** The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies. London: Sage;1994.
- Elston MA.** Introduction: The sociology of medical science and technology. En: Elston MA editorial. *The sociology of medical science and technology*. Oxford UK: Blackwell Publishers;1997. pp. 1-27.
- Freidson E.** Op. Cit.
- Good MJ.** Cultural studies of biomedicine: an agenda for research. *Soc Sci Med* 1995;41(4):61-73.
- Stehr N.** Practical knowledge. Thousand Oaks CA, USA: Sage;1992.
- Melker RA.** Diseases the more common the less studied. *Fam Prac* 1995;12(1):84-87.
- Miettinen O.** The modern scientific physician: 2. Medical science versus scientific medicine. *CMAJ* 2001;165(5):591-592.
- Stehr N.** Op. Cit.
- Davenport T, Prusak L.** Working knowledge: How organizations manage what they know. Boston MA, USA: Harvard Business School Press;2000.
- Davenport T, Prusak L.** Op. Cit. P. 5.
- Haskell R.** Knowledge base and transfer: on the usefulness of useless knowledge. En: Haskell R. *Transfer of learning: cognition instruction and reasoning*. San Diego CA, USA: Academic Press;2001. pp. 101-113.
- Patel V, Ramoni M.** Cognitive models of directional inference in expert medical reasoning. En: Feltovich P, Ford K, Hoffman R. editors. *Expertise in context*. Menlo Park CA, USA: MIT Press;1997. pp. 67-99.
- Casas R.** Introducción general. En: Casas R, coordinador. *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*. Barcelona, España: Antrophos-UNAM;2001. pp. 13-34.
- Marwick A.** Knowledge management technology. *IBM Systems J* 2001;40(4):814-830.
- Donabedian A.** Quality assessment: the industrial model and the health care model. *Clin Perform Qual Health Care* 1993;1:51-52.
- Senge P.** The fifth discipline: the art & practice of the learning organization. New York: Doubleday;1990.
- Duffy J.** Knowledge management finally becomes mainstream. *Inform Manage J* October 2001. pp. 62-66.
- Stehr N.** Knowledge societies. Thousand Oaks CA, USA: Sage;1994.
- Nonaka I, Toyama R, Konno N.** SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning* 2000;33:5-34.
- Basadur M.** Managing creativity: a Japanese model. En: Katz R, editor. *The human side of managing technological innovation: a collection of readings*. New York: Oxford University Press;1997. pp. 68-79.
- Bertalanffy L.** Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México: Fondo de Cultura Económica;1987.
- Pisek P.** Appendix B: Redesigning health care with insights from the science of complex adaptive systems. En: *Crossing the quality chasm: A new health system for the 21st century*. Institute of Medicine. Washington, DC., USA: National Academy Press;2001.
- Cowan G, Pines D, Meltzer D, editors.** Complexity: metaphors, models, and reality. Cambridge MA, USA: Perseus Books;1999.
- De Greene K.** Field theoretic framework for the interpretation of the evolution, instability, structural change and management of complex systems. En: Kiel D, Elliot E, editores. *Chaos theory in the social sciences: foundations and applications*. Ann Arbor, MI, USA: The University of Michigan Press 1997. p. 273- 294.
- Wilson T, Holt T.** Complexity science: complexity and clinical care. *BMJ* 2001;323:685-688.
- Parsons T.** Social structure and dynamic process: the case of modern medical practice. En: Parsons T. editor. *The social system*. Glencoe, IL, USA: Free Press; 1951. pp. 428-470.
- Tosteson DC, Goldman DC.** Lessons for the future. En: Tosteson DC, Adelstein SJ, Carver ST, editores. *New pathways in medical education: Learning to learn at Harvard Medical School*. Cambridge MA, USA: Harvard University Press;1994. pp. 173-181.
- Fox R.** Medical uncertainty revisited. En: Albrecht G, Fitzpatrick R, Scrimshaw S, editores. *Handbook of social studies in health and medicine*. London: Sage 2000. p. 409-425.
- Stephenson J.** The concept of capability and its importance in higher education. En: Stephenson J, Yorke M, editores. *Capability & quality in higher education*. London: Kogan Page;1998. pp. 1-13.
- Fraser S, Greenhalg T.** Coping with complexity: educating for capability. *BMJ* 2001;323:799-803.
- Costa A, Liebmann R.** Toward a renaissance curriculum: an idea whose time has come. En: Costa A, Liebmann R, editores. *Envisioning process as content: Toward a renaissance curriculum*. Thousand Oaks, CA, USA: Corwin Press; 1997.
- Doll W.** A post-modern perspective on curriculum. New York; Teachers College Press; 1993.
- Mandl H, Gruber H, Renkl A.** Communities of practice toward expertise: social foundation of university instruction. En: Baltes P, Staudinger U, editores. *Interactive minds: life span perspectives on the social foundations of cognition*. Cambridge UK, Cambridge University Press;1966. pp. 394-411.