



Investigación en  
Educación Médica

www.elsevier.com.mx



## ARTÍCULO DE REVISIÓN

# El aprendizaje complejo: Desafío a la educación superior

Sandra Castañeda-Figueiras, Eduardo Peñalosa-Castro, Fernando Austria-Corrales.

Posgrado. Facultad de Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México.

Recepción 16 de marzo 2012; aceptación 19 de abril 2012

### PALABRAS CLAVE

Aprendizaje complejo;  
epistemología personal;  
aprendizaje autorregula-  
do; estrategias cognitivas.

### Resumen

Se argumenta la necesidad de reformar estructuras y formas de organización en las universidades nacionales, para adecuarlas a los retos de un mundo cambiante donde el desarrollo en ciencia y tecnología, tanto como el acceso y distribución de la información vía Internet, impactan ya la formación del capital humano y exigen que la oferta universitaria sea de mano de obra, cada vez más calificada. A partir de la revisión del constructo "Aprendizaje Complejo", se ofrece una perspectiva global sobre sus componentes principales y, a manera de ilustración, se presenta un trabajo empírico nacional que modeló estructuralmente mecanismos cognitivos (creencias y estrategias cognitivas) y autorregulatorios (atribucionales y motivacionales), de variables del aprendiz, del contenido y del contexto (presencia o virtual), que configuraron la formación psicológica teórica en estudio. Los resultados mostraron que el aprendizaje fue generado por complejas interacciones entre estas variables donde: la ejecución de los estudiantes no exitosos fue predicha por creencias epistemológicas ingenuas y estrategias cognitivo-autorregulatorias deficientes. En cambio, la de los estudiantes exitosos lo fue por estrategias autorregulatorias y cognitivas estratégicas, que le permiten al estudiante ser el "agente activo" de su propio conocimiento, así como por creencias epistemológicas reflexivas sobre el conocimiento y la manera como se está aprendiendo. En relación con contexto de entrega de la instrucción, se confirmó que el aprendizaje es influido más por el método instruccional utilizado, que por el contexto presencial o virtual utilizado. Los efectos de la interacción contenido-contexto mostraron más y mejor aprendizaje cuando los estudiantes usaron estrategias autorregulatorias referidas a la persona en el contexto presencial, y de autorregulación de materiales para el contexto virtual. Además, se identificó una tendencia en la que contenidos perceptuales fueron mejor aprendidos en línea. Con esta base, se discuten implicaciones de este tipo de investigación a otras disciplinas profesionales.

**Correspondencia:** Dra. Sandra Castañeda Figueiras. Av. Universidad 3004, edificio "D", último piso, cubículo 6. Colonia Oxtopulco. C.P. 04510. México D.F., México. Teléfono: (55) 5622 2284. Correo electrónico: sandra@unam.mx

**KEYWORDS**

Complex learning; personal epistemology; self-regulated learning; cognitive strategies.

**Complex learning challenge to higher education****Abstract**

*This article review the need to reform structures and forms of organization at national universities to adapt to the challenges of a changing world where developments in science and technology, as well as access and distribution of information through the Internet, impact human capital formation and requires universities training more qualified human resources. From the review of the construct "Complex Learning", this article provides a global perspective on its main components and, by way of illustration, we present an empirical national structurally modeled cognitive mechanisms (beliefs and cognitive strategies) and self-regulatory (attributional and motivational) variables of the learner, content and context (presence or virtual) that shaped the psychological theoretical study. The results showed that learning was generated by complex interactions between these variables where: the implementation of unsuccessful students was predicted by naive epistemological beliefs and poor cognitive strategies - self-regulatory, whereas successful students was by self-regulatory strategies and cognitive strategies that allow students to be "active agent" of their own knowledge, as well as reflective epistemological beliefs about knowledge and the way they are learning. With regard to the context of instruction, it was confirmed that learning is most influenced by the instructional method used than the face or virtual context used. The effects of the interaction content - context showed more and better learning when students used self-regulatory strategies relating to the person-based context, and self-regulation of materials for the virtual context, also identified a trend in which perceptual contents were learned better online. On this basis, we discuss implications of this research to other disciplines.*

**Introducción**

Construir, validar e implementar modelos e intervenciones que den cuenta, evalúen y fomenten el aprendizaje complejo, característico de las distintas disciplinas que conforman la formación universitaria, constituyen retos para la generación de un cuerpo teórico capaz de explicar las variables que lo predicen, tanto como desafíos al diseño y organización de ambientes y tareas de la vida diaria que lo fomenten.<sup>1,2</sup>

Lamentablemente, el pobre entendimiento de los mecanismos que controlan los aprendizajes complejos, que subyacen al éxito académico en nuestras universidades ha propiciado ambientes de formación profesional poco favorecedores a su fomento. Este problema se vuelve crítico en dominios cuyos contenidos se caracterizan por una extensa diversidad en conocimientos y habilidades teóricas, metodológicas, técnicas, contextuales, éticas e integrativas. En este tipo de disciplinas profesionales (ciencias médicas y de salud, por ejemplo), además de satisfacer la necesaria identificación de los mecanismos generales, que han mostrado fomentar el desarrollo de pericia (como el enriquecimiento, estructuración y flexibilización de la base de conocimientos, entre otros básicos), es necesario asegurar que tales mecanismos sean sensibles y útiles, a la naturaleza de su especificidad en contenidos.

Lo aprendido en las aulas, los laboratorios y los escenarios de aprendizaje informal está constituido por una extensa variedad de nociones y postulados teóricos, así como por métodos, técnicas, instrumentación y procedimientos específicos que necesitan ser estructurados en esquemas poderosos (modelos mentales), en los que se combinan tanto los diversos tipos de conocimientos y

habilidades, como el control ejecutivo que el profesional debe tener sobre sí mismo y su actividad profesional y personal. No aprendemos conocimientos y habilidades *per se*, sino para resolver problemáticas de la vida real. Tales esquemas requieren ser integrados en competencias, en un todo organizado, que le da coherencia y significado a lo aprendido en las aulas y laboratorios, y sobre todo, valida la solución empleada.

En términos generales, es posible establecer que en el aprendizaje complejo se integran conocimientos, habilidades y actitudes de naturaleza general (saber leer, escribir y calcular, por ejemplo), que se interrelacionan con habilidades dependientes de contenido específico (como sería elaborar un artículo científico o realizar una técnica terapéutica, entre otras posibles instancias), cualitativamente diferentes. Aunado a lo anterior, el aprendizaje complejo se caracteriza también, por el dominio de conocimientos y la pericia en habilidades que permiten transferir lo aprendido en la escuela, a lo cotidiano del trabajo o de la vida misma.

Con base en lo anterior, el tipo de educación ofertada en las universidades -y las habilidades y resultados de aprendizaje que éstas han generado- están siendo revisadas críticamente, en la medida en que en la sociedad del conocimiento se considera indispensable aumentar, en calidad y cantidad, el capital humano requerido para fomentar el crecimiento general, y reducir la brecha entre naciones que tienen un nivel educativo alto de las que no lo tienen.<sup>3,4</sup> Donde una planeación coherente de los programas académicos asegure dotar a la sociedad civil de ciudadanos más autónomos, capaces de mejorar el servicio o producto y de adaptarse flexible y creativamente a

situaciones imprevisibles. El consenso plantea reformar la organización y el contenido de lo que se enseña, tanto como revisar y actualizar los fundamentos en los que basan el aprendizaje y su evaluación, de manera tal que se fomente y distribuya una formación académica más rápida y de mejor calidad.<sup>3</sup>

Reformas que estimulen la generación de egresados con capacidad de comprender a profundidad, el *corpus* de conocimiento de su actividad profesional; que dominen las habilidades generales y específicas, suaves y técnicas, importantes para desarrollar su actividad profesional (y su desarrollo personal); con estrategias eficientes para analizar problemas y para construir o seleccionar las mejores soluciones posibles; con habilidades para transformar lo establecido; que valoren el razonamiento fundamentado y el trabajo esforzado como factores que generan las diferencias importantes en los diversos contextos; con motivación, expectativas y atribuciones positivas hacia sí mismo y su trabajo; capaces de autorregularse en lo que saben y pueden hacer; conscientes de cómo aprenden y, en particular, conscientes de ser responsables de continuar aprendiendo para ser mejores. En resumen, con habilidades cognitivo-afectivo-motivacionales y éticas para mejorar, profundizar y extender el alcance de sus capacidades.

Desarrollar las habilidades para construir, validar e integrar el conocimiento para tomar decisiones en un mundo cambiante representa, hoy día, uno de los retos más importantes de nuestro sistema universitario. Poseer información no significa haber construido el conocimiento ni saber qué hacer con ella para resolver situaciones. Así, el desafío es algo más que poner información disponible en la mente de los estudiantes, es necesario fomentar las habilidades cognitivas y de control ejecutivo que les permitan construir conocimientos de la mejor calidad, validarlos con evidencias fuertes, adaptarlos a situaciones imprevisibles y transmitirlos apropiadamente, en conclusión, desarrollar resultados de aprendizaje complejo.

En la medida en la que existen nuevas reglas de juego en la sociedad del conocimiento y en la que éstas exigen generar nuevos capitales culturales, en nuestras universidades necesitamos gestionar el capital intelectual de los estudiantes, más que simplemente administrar el conocimiento disponible. Implica preparar al joven profesional para una sociedad de transformaciones continuas, donde el desarrollo de las habilidades críticas del aprendizaje profesional -en los diversos ámbitos y niveles de aplicación-, y el de las habilidades de autogestión para construir el capital intelectual requerido, les permita continuar aprendiendo y resolviendo problemas, no nada más durante los años de su formación universitaria, sino a todo lo largo de su vida profesional y personal.<sup>5,6</sup>

Bajo estas condiciones, formar los esquemas conceptuales, estructurales y causales necesarios para desarrollar las competencias académico-profesionales requeridas en el inicio de la actividad profesional, es complejo y difícil. De hecho, Castañeda en 2006<sup>7</sup> llamó la atención al respecto. Con base en un grupo de estudios a gran escala, de cobertura nacional, identificó el papel predictivo que esquemas conceptuales deficientes ejercieron sobre el mal desempeño en competencias teórico-metodológicas de los recién egresados de licenciaturas en Psicología Clínica, Educativa y del Trabajo.

## El aprendizaje complejo, su evaluación y fomento

Para los interesados en entender el aprendizaje complejo resulta crítico identificar sus rasgos principales. La literatura especializada lo conceptúa como: a) complejo y difuso -en tanto combina categorías de conocimiento heterogéneas-, b) de lento desarrollo porque toma cientos de horas construirlo, c) multicausado -porque en él intervienen variables de naturaleza diversa, desde las propias del estudiante (género, escolaridad, interés, entre otros), hasta las derivadas de las características del contenido que se aprende (simple, complejo, verbal, visual, motor, entre otros) y variables del contexto (presencial o virtual, entre los principales), tanto como los de la cultura en la que se contextualiza la actividad de aprender (políticas de calidad del aprendizaje, por ejemplo), todas ellas se conjugan dinámicamente para fomentarlo o inhibirlo de manera tal que, d) sólo pueda ser descrito al nivel del sistema en el cual se desarrolla y eso en términos de probabilidades.

Según Ericsson, Krampe Harex & Tesch-Römer,<sup>8</sup> la adquisición del comportamiento experto (resultado del aprendizaje complejo), es un factor de la cantidad y organización del conocimiento de dominio específico, adquirido como resultado de la experiencia y la práctica en este, así como de haber desarrollado habilidades cognitivas que permiten superar las limitaciones del procesamiento general de la memoria a corto plazo.

Sternberg a su vez, propuso un modelo desarrollista en el que varios factores interactúan para el desarrollo del comportamiento experto, estos son: las habilidades metacognitivas (por ejemplo, cómo sé que sé, cómo entiendo que entiendo, entre otras muchas estrategias de construcción activa del conocimiento), las habilidades del pensamiento (razonamiento, toma de decisiones, solución de problemas, entre otros), los diversos tipos de conocimientos (declarativos, procedimentales, condicionales, teóricos, técnicos, de investigación) y desde luego, la motivación.<sup>9,10,11</sup>

Así, la complejidad entendida como sistemas de componentes interconectados cuyo comportamiento no puede explicarse sólo por las propiedades de sus partes, sino por la interrelación entre ellos, ha generado la proliferación de nuevas y complejas tecnologías de la comunicación, la colaboración y la conceptualización. A su vez, éstas están requiriendo cambios significativos en las formas de pensar, tomar decisiones y resolver problemas. En resumen, cambios en las formas de procesar la información en general, y de particular importancia, cambios en las maneras de pensar en dominios específicos de conocimientos, suaves o duros, como matemáticas, química, física, medicina o psicología, por ejemplo, que son necesitados más allá del aula.

En nuestro contexto universitario es necesario acelerar el procesamiento para almacenar información, representarla, recuperarla y transformarla, de manera tal que se satisfagan las mayores exigencias que plantean un extenso rango de actividades profesionales actuales.

Dada su importancia, el aprendizaje complejo ha sido estudiado, evaluado y fomentado desde diversas aproximaciones, entre las más mencionadas encontramos: la del

aprendizaje basado en proyectos, la basada en evidencias, la que utiliza el descubrimiento guiado, la basada en problemas y desde luego, la aproximación de *Educación Basada en Competencias*. Cualquiera que sea la aproximación, el énfasis es puesto en el valor formativo de las tareas de la vida real en la medida en la que estas sean instrumentales para apoyar a los estudiantes a integrar conocimientos, habilidades y actitudes en competencias profesionales diversas, a estimular la coordinación de los constituyentes de habilidades para resolver problemas y a facilitar la transferencia de lo aprendido a tareas nuevas.

Por ejemplo, en matemáticas no basta tener destrezas computacionales, se requiere la capacidad para interpretar, describir y explicar datos y comunicar resultados de análisis de datos; en medicina, no basta con que los clínicos y los cirujanos dominen las herramientas de la profesión en la escuela y las perfeccionen en su trayectoria profesional. Ahora necesitan competencias complejas que les permitan dominar la nueva tecnología a su disposición, así como desarrollar habilidades complejas en lo cognitivo y autorregulatorio para no dejar de aprender a lo largo de su vida profesional.

De hecho, líderes educativos de diferentes profesiones están destacando la importancia de desarrollar habilidades en los estudiantes, para tratar con sistemas complejos de éxito más allá de la escuela. Estas capacidades incluyen: construir, describir, explicar, manipular y predecir a partir de sistemas complejos; trabajando en proyectos de componentes polifacéticos de planificación, supervisión y comunicación, que son considerados críticos para el éxito.

Atender tal exigencia demanda analizar reflexiva y críticamente, los fundamentos y las estructuras con los que hemos operado en la universidad, en vías de transformarlos. Desafortunadamente, sustentar tales reflexiones con las mejores evidencias de investigación disponibles es poco factible en nuestras universidades, en la medida en la que no las hemos acumulado, en la extensión y profundidad deseables. Más bien, la investigación educativa nacional en Educación Superior se ha concentrado en indagar cómo fomentar buenos entendimientos en asignaturas aisladas, más que investigar conocimientos, habilidades y valores integrados en capacidades útiles para resolver y atender problemas en la vida real.

En esta realidad formativa, la investigación educativa es retada a estudiar dimensiones de la complejidad del aprendizaje, tales como: habilidades de aprendizaje efectivo, transferencia de lo aprendido, habilidades de análisis crítico y creativo, de comunicación, de exploración y creación de oportunidades, al igual que las de planeación de la acción, de autoadministración y autoconfianza para enfrentar incertidumbre, como las de trabajo en equipo y trabajar bajo presión. Tales temáticas se constituirían en líneas de investigación importantes en el entendimiento de la complejidad del aprendizaje universitario y para la derivación tecnológica necesitada.

La realidad nacional muestra que esta investigación está "en pañales", en la medida en la que los aprendizajes complejos no han sido ampliamente fomentados. Hace falta una gran cantidad de investigación educativa, de buen nivel, que permita poner en la agenda universitaria el fomento del aprendizaje universitario, al igual

que a su evaluación. Evaluación que supere la práctica de medir, con indicadores simplistas, conocimientos y ejecuciones complejos o bien, y en el mejor de los casos, que sólo utiliza indicadores de ejecución basados en rasgos superficiales de habilidades y competencias. Esta práctica ha representado, lamentablemente, una pobre comprensión de lo que es el aprendizaje complejo, tanto como un inadecuado entendimiento de lo que significan los logros académicos en los ámbitos personal y social.

Refleja una miope concepción administrativa de la evaluación dado que los datos que genera no tienen capacidad para influir, retroactiva y significativamente, sobre las formas de aprender y de enseñar. También refleja un desconocimiento del potencial que la evaluación del aprendizaje tiene sobre lo que los estudiantes aprenden.<sup>12</sup>

Por el contrario, y en vías de evaluar el desarrollo gradual del aprendizaje complejo, en la universidad se necesita diseñar secuencias de tareas integrales (y sostenidas), con niveles de complejidad creciente, bien construidas y ordenadas, que den oportunidad al estudiante para mostrar los niveles de pericia desarrollados. Estas secuencias de tareas deben estar sistemáticamente distribuidas a todo lo largo del programa formativo, tomando como eje central de su diseño, el ser pensadas como un todo integrado, más que por módulos aislados. Dado que el contexto en el que el conocimiento se construye, influye y da forma a la calidad de los significados que genera, es necesario construir mediciones que los representen, lo más fielmente posible en cada capa del desarrollo de la pericia, para estar en capacidad de certificarlos adecuadamente o para diseñar las acciones correctivas ajustadas al nivel del problema diagnosticado.

Aquí, los fundamentos de la medición cognitiva del aprendizaje juegan un papel importante dada su capacidad informativa para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, ya sea comunicando el logro en las metas deseadas, interpretando la ejecución de los estudiantes, rastreando su progreso en el tiempo y sugiriendo acciones correctivas apropiadas.

## Un trabajo empírico que ilustra mecanismos responsables del aprendizaje complejo

Una aproximación interesante al estudio del aprendizaje complejo es la de Winn en 2006.<sup>13</sup> Él categoriza la complejidad del aprendizaje en tres: la complejidad del estudiante, la complejidad de los materiales de aprendizaje y la complejidad del entorno de aprendizaje. De manera coincidente, los autores de este artículo vemos al aprendizaje complejo como una fuerte interacción recíproca entre los individuos, los contenidos y los contextos en los que se desarrolla. Asumimos que en esta producción se combinan varios componentes, entre ellos: a) las creencias (epistemológicas, atribucionales y motivacionales) que el estudiante tiene al respecto del conocimiento a ser aprendido, así como creencias sobre su papel y capacidad como aprendiz para procesar ese contenido) y b) las heurísticas cognitivas y metacognitivas que le permiten estratégicamente codificar, categorizar, reconocer, recordar, razonar, transferir, planear, evaluar y regular la actividad cognitiva constructiva (el comportamiento de estudiar).

En esta complejidad, las dos primeras dimensiones agrupan importantes esfuerzos de investigación cognitiva y socio-cognitiva nacional para explicar procesos, estructuras, estrategias, creencias y valores del estudiante que constituyen componentes centrales del desempeño académico: por un lado, las variables cognitivas, metacognitivas y afectivo-motivacionales del *Aprendizaje Académico Autorregulado*<sup>7,14-16</sup> y por el otro, la mediación del aprendizaje a partir de las diferencias en las creencias epistemológicas de los estudiantes.<sup>17,18</sup>

Es en esta perspectiva en la que se inscribe nuestro marco de trabajo. En él, más que explorar componentes de manera aislada, (por ejemplo, pensamiento, lenguaje, toma de decisiones, por sí mismos), nos interesa investigarlos en contextos específicos llamados "episodios de aprendizaje", donde micro mundos instruccionales le dan coherencia, significado e intención a procesos, estructuras y estrategias cognitivas, al igual que a sus asociados afectivo-motivacionales y conductuales.

El episodio de aprendizaje es concebido como una situación en la cual la persona es invitada, entrenada y encauzada a presentar conductas de aprendizaje dirigidas a metas y específicamente contextualizadas. Si el estudiante acepta la invitación, sus conductas de aprendizaje se desarrollan a lo largo del tiempo hasta que alguna de las siguientes condiciones se cumplan: 1) la meta de aprendizaje que organizaba el episodio de aprendizaje es lograda, 2) la meta de aprendizaje es lograda sólo parcialmente, pero es aceptada por el aprendiz, 3) la meta de aprendizaje se revalora como inalcanzable, poco atractiva o irrelevante, u 4) otra meta se vuelve importante.

La estrategia metodológica utilizada en este estudio incluyó la elección de técnicas de análisis multivariados de datos (*Sistemas de Ecuaciones Estructurales*) que nos permitieron: a) modelar relaciones entre variables (manifiestas y latentes), b) validar constructos (diferentes grupos, rasgos y métodos) y c) calcular medias y varianzas no nada más de variables observadas, sino también de las latentes para poder compararlas y establecer diferencias entre los grupos. En la Sociedad del Conocimiento hay fuertes demandas por cambiar los paradigmas en las formas de entender la educación, la ciencia y la tecnología. En este contexto, se requieren técnicas de análisis de la complejidad de fenómenos multivariados multicausados, como los educativos.

En términos generales, investigar la mediación del aprendizaje a partir de las diferencias individuales en creencias epistemológicas y variaciones en la ejecución de procesos y estructuras cognitivas y de control ejecutivo, es un campo reciente de investigación. De aquí que en nuestra propuesta se reconozca la necesidad de generar evidencia al respecto, evidencia que también permita realimentar la enseñanza. Dadas las demandas de la sociedad del conocimiento, que conducen a la emergencia de nuevos medios de entrega de la educación y al crecimiento de la oferta en diferentes entornos, consideramos importante analizar la relación entre las variables del aprendiz en dos entornos de entrega: el presencial y el virtual.

Otro aspecto considerado relevante ha sido explorar efectos diferenciales sobre el aprendizaje, a partir de la diversidad de los contenidos. La literatura ha mostrado

que variables tales como: 1) los conocimientos previos, 2) las estructuras sustantivas de cada disciplina (paradigmas que guían la investigación y que dan sentido a los datos) y, 3) el conocimiento sintáctico (formas en las que el nuevo conocimiento es introducido en el campo) han demostrado tener efectos positivos sobre el aprendizaje de contenidos disciplinares. Mayer en 2004, señala que el análisis del contenido de la materia es fundamental para el entendimiento del aprendizaje y el diseño instruccional en contenidos específicos.<sup>19</sup>

Con base en todo lo hasta aquí planteado, se diseñó una investigación que recabó datos en el ámbito nacional. Su objetivo principal fue modelar, mediante ecuaciones estructurales, relaciones explicativas entre variables del estudiante, del contenido y del contexto con resultados de aprendizaje generados por diversos contenidos teóricos en un contexto presencial y en un contexto virtual.

Llevarla a cabo requirió construir, validar y adaptar dos instrumentos de autovaloración a contenidos específicos de la formación teórica en psicología: 1) el *Inventario de Estrategias de Estudio y Autorregulación* (IEEA) que evalúa estrategias cognitivas, metacognitivas y autorregulatorias de aprendizaje y, 2) otro, el *Inventario de Epistemología Personal* (IEP), que evalúa 12 dimensiones acerca del conocimiento (estructura, naturaleza, utilidad, fuente, entre otros) y del conocer (facilidad y velocidad con la que se construye el conocimiento).<sup>20</sup> También, se diseñaron y validaron, con base en Análisis Cognitivo de Tareas, tres pruebas de ejecución académica para medir resultados de aprendizaje en los tres contenidos investigados. Tanto los dos inventarios de autovaloración como las pruebas de ejecución fueron calibrados, atendiendo a su naturaleza dicotómica o politómica. Sólo se eligieron ítems que no tuvieron valores bajos de  $\alpha < 1.00$  (índice de discriminación) y no mostraran errores estándar (SE) altos  $> 1.00$ . Con los reactivos que satisficieron los parámetros, se realizaron (para todos los instrumentos) *Análisis Factoriales Confirmatorios*. En todos los casos se validaron los modelos teóricos propuestos. En cuanto a la homogeneidad de los instrumentos, el valor de *alfa de Cronbach* para el IEEA fue de 0.940 y para el IEP de 0.705.

La muestra nacional total fue de 339 estudiantes de los primeros semestres de Psicología, que completaron todas las evaluaciones. Posterior a contestar los instrumentos de autovaloración y ejecución de la fase previa, todos los participantes tomaron un curso, presencial o en línea, y respondieron una prueba de resultados de aprendizaje de cada contenido. El número de participantes en la modalidad presencial fue de 168 y en línea de 171.

Los resultados mostraron, en general, que todos los modelos teóricos recibieron apoyo empírico al ajustar empíricamente el modelo saturado y el no saturado en cuanto a las relaciones, entre los tres tipos de variables (aprendiz, contenido y contexto). Es importante mencionar, que en los modelos que exploran las relaciones causales ante diferentes niveles de complejidad en las variables de los estudiantes, existe en común que cuando se modelan los procesos con niveles bajos, sean de estrategias cognitivas, de creencias o de autorregulación, las variables que explican el desempeño son sobre todo, creencias ingenuas estrategias cognitivas superficiales.

Por otro lado, con datos de niveles altos de complejidad, las estrategias cognitivas y las autorregulatorias explican cómo el desempeño, y las creencias reflexivas sobre el conocimiento influyen indirectamente en el mismo. Por otra parte, en los análisis de los modelos estructurales de los contextos presencial y virtual, se encuentran efectos diferenciales a favor de estrategias autorregulatorias de la persona para el contexto presencial y autorregulatorias de materiales para el contexto virtual.

Como puede verse, la explicación que se puede aportar con base en la estrategia metodológica seguida y el análisis de datos vía el modelamiento estructural ha permitido entender más el proceso y dar una explicación más detallada. Un hallazgo consistente en esta investigación indica que en el aprendizaje complejo académico existe una importante influencia de las creencias epistemológicas, que influyen directamente en el aprendizaje, o indirectamente al intervenir sobre estrategias cognitivas y autorregulatorias. Cuando éstas son profundas y relacionadas con creencias reflexivas, conducen a aprendizajes efectivos, aunque es preciso tomar en cuenta complejas interacciones entre todas estas habilidades de los estudiantes, los contenidos y los contextos de instrucción.

El trabajo empírico ilustra nuevas líneas de análisis, al proponer una estrategia que permite el análisis de la complejidad de los procesos que intervienen en el aprendizaje académico complejo. Las aportaciones teóricas pueden resumirse en los siguientes puntos: 1) el contenido y el contexto interactúan: aparentemente, se aprenden mejor ciertos contenidos en línea y otros presencialmente, 2) la complejidad del análisis de modelamiento por ecuaciones estructurales, permitió identificar que diferentes atributos del estudiante se ponen en juego en cada modalidad de entrega instruccional: mientras que en línea los predictores más potentes son los de autorregulación de materiales, en situaciones presenciales lo son los de la autorregulación a nivel personal. Este tipo de análisis pone de relieve procesos que han sido ignorados en la literatura tradicional, del estudio de la autorregulación en entornos en línea. 3) Los análisis de modelamiento estructural muestran que tanto el desarrollo epistemológico como la complejidad estratégica y autorregulatoria, son necesarios como predictores del desempeño: estudiantes reflexivos tienen mejores estrategias y resultados de aprendizaje, y 4) los estudiantes con puntajes bajos no muestran tener influencia de las estrategias en su desempeño, pero sí de las creencias. Esto traduce que estos estudiantes no trabajan en el contenido de manera profunda, pues creen ingenuamente que el aprendizaje se da de otras maneras. De manera opuesta, los estudiantes con puntajes altos en evaluaciones de aprendizaje demuestran niveles altos de autorregulación, y tienen creencias epistemológicas reflexivas que influyen en estos resultados.

Las implicaciones de este trabajo se relacionan con la necesidad de evaluar con mayor consistencia algunas variables de los estudiantes en el terreno educativo, como sus creencias epistemológicas y sus estrategias de aprendizaje, y asimismo formar estudiantes que tengan estas estructuras cognitivas, de conocimientos y habilidades, dado su evidente impacto. Por otro lado, es recomendable utilizar estrategias instruccionales mixtas, donde las actividades en línea sean indicadas de acuerdo con los contenidos a enseñar.

En resumen, el estudio de las variables del estudiante y de la instrucción tiene complejas interacciones que se deben analizar, y que los métodos tradicionales no han tenido la sensibilidad suficiente como para entender los procesos de aprendizaje académico como fenómenos de alta complejidad.

## Referencias

1. Castañeda-Figueiras S. Evaluación informativa del aprendizaje complejo: ¿tarea pendiente en la universidad?. En: Díaz Barriga A, Pacheco M (editores). Evaluación y cambio institucional. México. Paidós educador. 2007. 201-227.
2. van Merriënboer JG, Kirschner PA. Ten Steps to Complex Learning: A Systematic Approach to Four-Component Instructional Design. Mahwah, New Jersey. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers. 2007.1-306.
3. Knight PT. Complexity and Curriculum: a process approach to curriculum-making. *Teaching in Higher Education* 2001;6(3):370-381.
4. Knight PT, Yorke M. Employability and Good Learning in Higher Education. *Teaching in Higher Education* 2003;8(1):4-16.
5. Castañeda-Figueiras S. Educación, Aprendizaje y Cognición. En: Castañeda-Figueiras S (editor). Educación, Aprendizaje y Cognición. Teoría en la práctica. México. UNAM, U. de G. y Manual Moderno. 2004. 49-74.
6. Castañeda-Figueiras S. Evaluando y fomentando el desarrollo cognitivo y el aprendizaje complejo. *Revista de Psicología desde el Caribe* 2004;13(1):109-143.
7. Castañeda-Figueiras S. Evaluación del aprendizaje en el nivel universitario. México. UNAM. 2006.
8. Ericsson KA, Krampe RT, Tesch-Römer C. The role of deliberate practice in the acquisition of expert performance. *Psychological Review* 1993;(100):363-406.
9. Sternberg RJ. Metacognition, abilities, and developing expertise: What makes an expert student? *Instructional Science* 1998;26(1-2):127-140.
10. Sternberg RJ. Intelligence as developing expertise. *Contemporary Educational Psychology* 1999;24:359-375.
11. Sternberg RJ. Ability and expertise. It's time to replace the current model of intelligence. *American Educator* 1999;10(13):50-51.
12. Enwistle N. Recent research on student learning. In: Tait, Knight (editors). *The Management of Independent Learning*. Londres. Kogan Page. 1996. 97-112.
13. Winn W. Sistema teórico de diseños complejos acontecimientos para investigar. En: Elen J, Clark R (editores). Manejo de complejidad en entornos de aprendizaje: teoría e investigación. España. Elsevier. 2006. 238-254.
14. Boekaerts M, Pintrich P, Zeidner M. *Handbook of Self-Regulation*. 1<sup>st</sup> ed. San Diego. Academic Press. 2000. 1-816.
15. Castañeda-Figueiras S, Martínez R. Enseñanza y Aprendizaje Estratégicos. Modelo integral de evaluación e instrucción. Número monográfico, "Cognición, educación y evaluación". *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje* 1999;4(2):251-278.
16. Castañeda S, López M. La Psicología cognoscitiva del aprendizaje. *Aprendiendo a Aprender*. México. UNAM. 1989. 16-297.
17. Castañeda-Figueiras S. Educación a distancia de calidad. Número especial memoria in extenso. *Revista Mexicana de Psicología* 2010;7:8.
18. Peñalosa E, Castañeda-Figueiras S. Análisis del efecto de tres modalidades interactivas en el aprendizaje en línea. *Novena Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática*. Simposio Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática. 2010. 152-157.
19. Mayer RE. Teaching of Subject Matter. *Annu Rev Psychol* 2004;55:715-744.
20. Castañeda-Figueiras S, Pineda-Gómez ML, Gutierrez-Martínez E, et al. Construcción de instrumentos de estrategias de estudio, autorregulación y epistemología personal. Validación de constructo. *Revista Mexicana de Psicología* 2010;27(1):77-85.