

Evaluando componentes de agencia académica en la web

Evaluating academic agency components on the web

Sandra Castañeda Figueiras
UNAM

Iván Leonardo Pérez Cabrera
ITESM

Eduardo Peñalosa Castro
UAM Cuajimalpa

Resumen

Existe la necesidad de reformar estructuras y formas de organización en las universidades nacionales para adecuarlas a las demandas de un mundo cambiante, de manera tal, que más allá de generar conocimiento y habilidades para el aquí y el ahora, se desarrollen habilidades para toda la vida. Con base en lo anterior, se pretende formar individuos que muestren ser agentes activos de su propio desarrollo, es decir, generen las posibilidades para que las cosas sucedan, intencionalmente, a partir de sus acciones. Comprender el papel que juegan los sistemas de creencias (sean epistemológicos o no), tanto como entender los mecanismos cognitivos y autorregulatorios que han mostrado ayudar a los estudiantes a ejercer un papel dinámico sobre su autodesarrollo, constituye un foco central de la evaluación y el fomento cognitivo en la educación superior. A partir de tal sentido de Agencia Académica, el artículo ofrece una perspectiva global sobre ella y describe el desarrollo, calibración, confiabilidad y validación de artefactos estandarizados que evalúan mecanismos cognitivos (creencias y heurísticas cognitivas), como autorregulatorios (atribucionales y motivacionales), en tanto constituyen componentes centrales en la determinación de la calidad del aprendizaje complejo de naturaleza agentiva. Finalmente, se presenta el desarrollo de una herramienta evaluativa en web que potencializa el impacto de los derivados tecnológicos presentados aquí, al ampliar las ventajas de aplicaciones de la web al diagnóstico del desarrollo cognitivo y el aprendizaje complejo. En este contexto, desarrollos ulteriores en aprendizaje apoyado por tecnología móvil serán los artefactos cognitivos encargados de fomentarlos.

Palabras clave: Sentido de agencia académica, evaluación estandarizada, herramienta web de evaluación de componentes cognitivos y autorregulatorios.

Nota del autor

Sandra Castañeda Figueiras, Posgrado de la Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México; Iván Leonardo Pérez Cabrera, Departamento de Psicología, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Eduardo Peñalosa Castro, Departamento de Ciencias de la Comunicación, Universidad Autónoma Metropolitana.

La correspondencia en relación con este artículo debe dirigirse a Sandra Castañeda Figueiras, Posgrado de la Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México, Distrito Federal, 04510. Dirección electrónica: sandra@unam.mx

Abstract

It is argued the need to reform structures and forms of organization at the national universities to meet the challenges of a changing world where developments in science and technology demanded that the university offer increasingly more qualified and to respond to the challenge of developing knowledge and skills for lifelong learning. In particular, where individuals show to be autonomous and responsible for be agents that intentionally make things happen, from their actions. Thus, understanding the role that play the systems of beliefs about knowledge (whether epistemological or not), much as understanding the mechanisms that use the cognitive heuristics and self-regulating responsible for university learning, constitutes a central evaluation focus and intervention in higher education, so that you can help students to exercise his personal influence in the performance of an active role in their self-development. Based on this sense of academic agency, the article offers a global perspective on it and describes the development, calibration and validation of standardized artifacts to evaluate both cognitive mechanisms (beliefs and cognitive heuristics), self-regulation (causal and motivational), insofar as they constitute core components in determining the quality of complex agentive nature learning. Finally, is the development of an evaluative tool on web that enhances the impact of the presented technological derivatives by extending the benefits of web applications to diagnosis and foster cognitive development and complex learning. In this context, further developments in learning supported by mobile technology will be cognitive artifacts responsible for promoting them.

Keywords: Sense of academic Agency, standarized evaluation, cognitive and self-regulatory web tool.

Con base en los desafíos generados por la necesidad de transformar estructuras y organizaciones de la educación superior y con la finalidad de dar respuesta a las demandas de un mundo complejo y cambiante, donde desarrollos en ciencia y tecnología exigen una oferta educativa cada vez más calificada, es indispensable entender, evaluar y fomentar aquellos mecanismos que han resultado ser responsables del aprendizaje académico (o que, al menos, han mostrado ser buenos predictores del mismo). En este contexto, la literatura especializada enfatiza la utilización de aquellos dispositivos que fomentan “aprendizajes para toda la vida”, más que aquellos cuyo desarrollo

de conocimientos y habilidades para el “aquí y el ahora”, produce saberes inertes.

En la actualidad, es innegable que la Psicología del Aprendizaje Académico ha generado un extenso arreglo de hallazgos con influencias sobre el logro académico, agrupados bajo dos tipos de abordaje (Winne & Nesbit, 2010): el de la “Psicología de lo que las cosas son” (fenómenos psicológicos que, en principio, son universales y no están bajo el control de los alumnos) y el de la “Psicología de cómo los estudiantes hacen las cosas», en alusión al estudio de la aplicación estratégica de recursos cognitivos, motivacionales y conductuales donde los alumnos pueden o no ser agentes capaces de

ajustar sus recursos para trabajar con y en tareas, contenidos y contextos de aprendizaje diversos.

Si bien es cierto que a partir de los avances en esta aproximación es deseable que los estudiantes posean a) una base de conocimientos rica, estructurada y flexible y b) un conjunto de estrategias cognitivas y autorregulatorias, favorecedoras de experiencias que influyen sobre el curso de los eventos (es decir, de experiencias que desarrollan habilidades de autogestión durante la conformación de acontecimientos relevantes). La realidad universitaria, en el contexto nacional, muestra una alarmante proporción de estudiantes de educación superior que no son exitosos académicamente, con un nivel mínimo de dominio en heurísticas cognitivas y autorregulatorias, tanto como un bajo desarrollo en sus sistemas de creencias. Tales particularidades entorpecen la producción de experiencias que repercutan intrínsecamente sobre el curso de vida de los alumnos. Más bien (y en el mejor de los casos), desarrollan conocimiento inerte y competencias para “el aquí y el ahora”. La naturaleza efímera de este tipo de aprendizajes explica por qué el paradigma educativo tradicional ha fallado al tratar de formar competencias personales y profesionales para toda la vida. La realidad universitaria continúa centrando el currículo, la enseñanza y la evaluación en conocimientos del «aquí y ahora».

No obstante, en la medida que las sociedades del conocimiento exigen el uso de información para producir conocimiento (donde poseer información no significa haber construido

conocimiento, ni saber qué hacer con ella para resolver problemas), el desafío es algo más que hacer disponible la información para los estudiantes (como erróneamente se ha pensado al llenar las aulas y talleres universitarios de computadoras). La demanda implica entender el interjuego entre componentes de acción que el agente debe poseer para estar dotado de agencia y gracias a los cuales se esté en condiciones de ejercer influencia personal sobre el ambiente, tanto como desempeñar un papel activo en la transformación requerida.

En dicho escenario, y tomando en cuenta los avances en el campo de la teorización en “aprendizaje académico autorregulado” y guiada por el interés puesto en la identificación de componentes de naturaleza agentiva en el desempeño académico, Castañeda (2012) construyó una perspectiva sobre la influencia que diversos componentes podrían ejercer sobre la capacidad agentiva del estudiante. En particular, *interesaron variables relacionadas con el que aprende*. Si bien Bandura (2001) aplicó el término “sentido de agencia”, de manera amplia, al campo de la salud con una mirada que dio preponderancia a la creencia atribucional de autoeficacia para la regulación del enfermo crónico, Castañeda (2012) consideró que lo afectivo motivacional como condición necesaria en el desarrollo autogestivo, no es suficiente en el campo de la formación académica.

La autora propuso incluir, también, heurísticas cognitivo-autorregulatorias, así como creencias reflexivas sobre el conocimiento, de tal manera que el interjuego entre estos componentes

diera cuenta de la construcción de significados que ponen al agente en mejores condiciones de conocimientos y de intención, dándole la oportunidad al estudiante de ser un mejor operador de su aprendizaje académico. Con esto en mente, Castañeda, Peñalosa y Austria (2012), asumieron que el sentido de agencia en el dominio del aprendizaje académico, se compone de una serie de competencias para toda la vida como las cognitivas (sean superficiales, profundas o ambas) y las autorregulatorias (de la persona, la tarea, los materiales, las relaciones de grupo, de poder, etc.), así como de creencias atribucionales (autoeficacia, control interno y autonomía, entre otras), motivacionales (orientación a metas de dominio/rendimiento) y epistemológicas (sobre la naturaleza, utilidad, estabilidad y fuente del conocimiento a ser aprendido).

Asumimos, también, que para la etapa inicial (previa a la construcción del conocimiento) las creencias epistemológicas sobre el conocimiento a ser aprendido serán las que jugarán un papel relevante al elicitar o no comportamientos proactivos. En cambio, las estrategias cognitivas lo harán durante el procesamiento (convergente o divergente) de la información a ser aprendida. Aquí, el concurso de las estrategias que se disparan en función de los conocimientos previos del estudiante, la identificación de la tarea (sus demandas), así como el establecimiento de las metas y la estructura de la información contenida en el material de aprendizaje, juegan un papel central en la construcción de los significados que constituyen el nuevo aprendizaje. Finalmente, y a lo largo de todo el

procesamiento, las estrategias autorregulatorias serán las responsables de que el aprendiz monitoree su avance, planeé sus cursos de acción, regule su comportamiento y reflexione sobre la actividad cognitiva constructiva.

En este contexto y considerando la necesidad de contar con medidas pertinentes, confiables y válidas para identificar, evaluar y poner a prueba el fomento de diversos componentes de agencia, diseñamos, calibramos y validamos instrumentos que evalúan componentes de agencia académica. Éstos son los relacionados con la autovaloración del estudiante sobre la utilización de heurísticas cognitivas y autorregulatorias durante la acción constructiva de estudiar, así como también sobre el efecto que las creencias epistemológicas tienen sobre el contenido a ser aprendido. El desarrollo de tales medidas ha requerido utilizar psicometría apoyada cognitivamente en dos niveles: el Análisis Cognitivo de Tareas (ACT), para diseñar medidas de microestructura, y el Análisis Funcional de Competencias (AFC), para diseñar medidas macroestructurales (Castañeda, 2002).

En el diseño de nuestras evaluaciones, utilizamos modelos de observación que incorporan avances significativos de las teorías cognitivas del aprendizaje, así como modelos de medición que hacen posible inferir la calidad de procesos, estructuras y estrategias utilizadas por los examinados al estudiar y al resolver una tarea de evaluación.

El modelo que utilizamos es multicomponential de evaluación de resultados de aprendizaje y diseño de exámenes (Castañeda,

1998, 2002), que tiene la finalidad de apoyar al especialista en medición a identificar y validar, apriorística y empíricamente, las dimensiones o constructos en los cuales se medirían los resultados de aprendizaje, así como para concretizarlos en tareas y contenidos particulares. En él y gracias a los productos parciales del ACT, es posible diseñar arreglos particulares de medición para combinar características específicas del examinando, características particulares de las tareas y características de los recursos utilizados en los ítems, con la finalidad de entender cómo el examinando entra en relación con la información que estimula los mecanismos útiles para comprender lo que se le está solicitando.

La base analítica del modelo la constituye, en un inicio, el ACT, de naturaleza recursiva, basado en una taxonomía compleja de gradientes de complejidad ascendente -de procesos, de contenidos y de contextos- que integran componentes relacionados con el aprendizaje estudiantil (Glaser, Lesgold, & Lajoie, 1987). El ACT Analiza la tarea en pasos específicos donde se identifican, en una secuencia progresiva de mayor nivel de detalle y precisión, los conocimientos, las habilidades y las disposiciones asociados a cada paso. El ACT también requiere establecer descripciones claras del conocimiento semántico, del procedimental (cómo llevar a cabo acciones) y del estratégico (establecer metas, seleccionar procedimientos y controlar avances), considerando sus niveles diferenciales de complejidad (Castañeda, 1993).

Dicha estrategia permite una aproximación de construcción por bloques que favorece, por una parte, la revisión de posibles fallas en el examinando (a todo lo largo de las capas o momentos de la secuencia de medición) y, por la otra, la prescripción de la instrucción requerida, dentro de un contexto planeado, sistemático, dinámico e interactivo entre evaluación e instrucción. Mediante este ACT es posible identificar la microestructura de lo que se evalúa.

Posteriormente, el modelo utiliza un análisis funcional de competencias para integrar la macroestructura en la que se organizan, significativamente, los microcomponentes identificados. Con base en él, se especifica un número reducido de desempeños críticos de gran importancia, que abarcan a otros más elementales (las dimensiones y subdimensiones a evaluar), los cuales posibilitan la interpretación en un conjunto significativo y comprensible, más que en la mera descripción de un conjunto atomizado de datos. A partir de estas propiedades, es posible establecer componentes de grano fino, sin perder las ligas que los conectan con las dimensiones macroestructurales de las cuales forman parte. Tal visión comprensiva supera concepciones tradicionales donde se miden, de manera aislada y desarticulada, conocimientos y habilidades sin considerar el papel que unos y otras cumplen en el logro de resultados de aprendizaje. En la figura 1 se representa el modelo completo.

En el ámbito nacional, el modelo ha servido a académicos y profesionales que diseñan y redactan reactivos para exámenes de ingreso

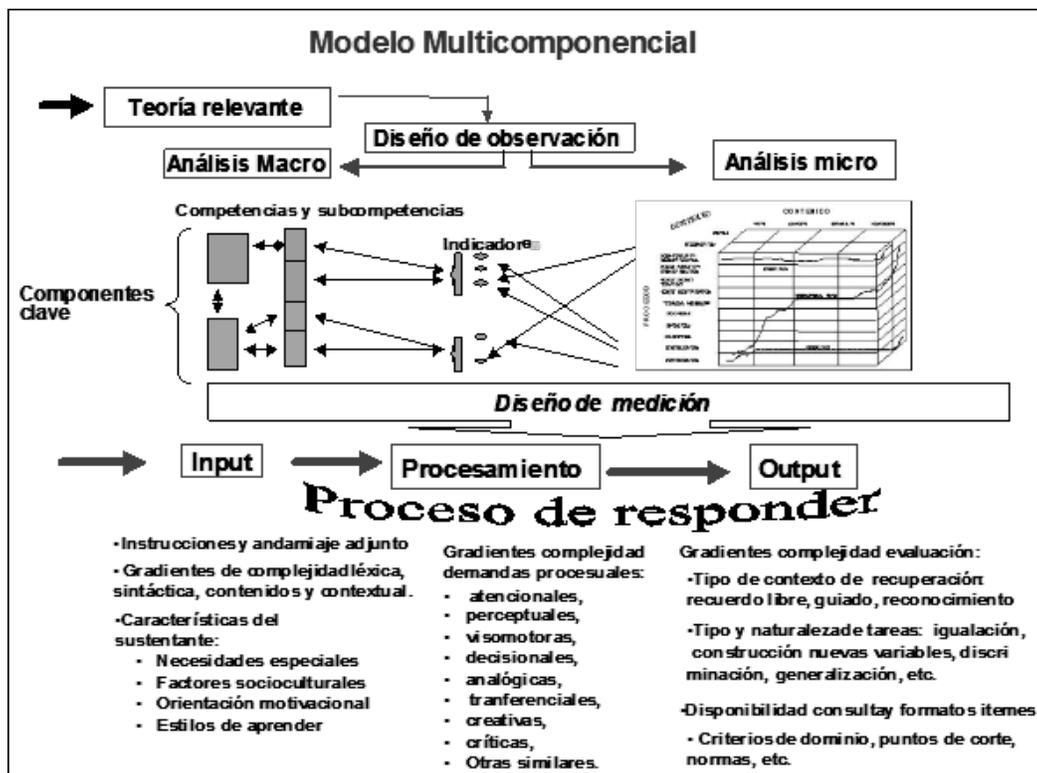


Figura 1. Modelo multicomponencial de medición de resultados de aprendizaje.

a bachillerato y a las cuatro grandes áreas en las que se engloban las licenciaturas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), a médicos especialistas que redactan exámenes y reactivos para el ingreso a la Facultad de Medicina; para quienes diseñan exámenes y redactan reactivos para el Examen Nacional de Residencias Médicas de la Secretaría de Salud; y, recientemente, para especialistas que redactan el examen general para la titulación en la Facultad de Psicología de la UNAM y para especialistas que diseñan exámenes de ingreso y reactivos para una de las especializaciones del posgrado en la misma Facultad. Para el caso de los exámenes de egreso a gran escala, el modelo ha sido usado también por normalistas y otros profesionales para elaborar Exámenes

de Acreditación del Programa Nacional de Actualización Permanente de los profesores de Educación Básica en Servicio, como también ha apoyado a especialistas en Psicología, Pedagogía y Ciencias de la Educación en la elaboración de exámenes y reactivos para conformar los exámenes nacionales de egreso en esas áreas. En el ámbito internacional, el modelo ha servido a psicólogos que realizan Exámenes de Estado del psicólogo colombiano y los del Perú.

Los inventarios de estrategias cognitivas y autorregulatorias

Otro ejemplo de la aplicación del modelo de evaluación es un instrumento conocido por sus siglas como “EDAOM” (Inventario de Estrategias de Aprendizaje y Orientación

Motivacional), desarrollado por Castañeda (1994,1999) y ampliamente utilizado en el ámbito nacional y en países sudamericanos (principalmente Colombia y Venezuela), así como en España (para realizar investigaciones doctorales).

Dicho esquema está compuesto por dos porciones: la de ejecución y la de autovaloración. La porción de ejecución está compuesta por instrumentos que miden a) la comprensión de lo leído lograda en varios dominios de conocimientos; b) el dominio del vocabulario técnico requerido por los materiales de estudio y c) el logro generado en estrategias cognitivas de aprendizaje, a partir de niveles de andamiaje diferenciales (inducido, impuesto y de desarrollo próximo).

La porción de autovaloración asume que la percepción de los estudiantes sobre sí mismos, más que la percepción de otros sobre ellos (profesores y terceros interesados), es la responsable de su motivación y logro académico. Las autovaloraciones informan sobre niveles de libertad y de control, orientaciones acerca de cómo se visualizan a sí mismos como aprendices, de cómo visualizan a otros y de qué tanta libertad o control son percibidos en la interacción entre ellos y los otros.

Ambas porciones pueden ser utilizadas conjunta o aisladamente. Pueden aplicarse por grupos (para obtener el perfil de una muestra o población) o bien, para establecer la situación de un estudiante como aprendiz estratégico, a partir de la identificación de puntos fuertes y débiles en los mecanismos que utiliza para estudiar y

para desarrollar habilidades metacognitivas y metamotivacionales de estudio eficiente.

Un desarrollo tecnológico más reciente lo constituye el Inventario de Estrategias de Estudio y Autorregulación (IEEA). En términos generales, tiene la misma base teórica y estructura del EDAOM pero sólo utiliza una escala de acuerdo-desacuerdo.

La estructura está constituida por 52 reactivos tipo Likert, organizados en cuatro subescalas que evalúan: a) *Estilos de adquisición de información*, compuestos por estrategias de aprendizaje que involucran dos niveles de adquisición, las selectivas (o de procesamiento superficial de lo que se está aprendiendo) y las generativas (o de procesamiento profundo de la información a ser adquirida); b) *Estilos de recuperación de la información aprendida*, evaluados en niveles superficial y profundo en cuanto a estrategias para recuperar información ante diferentes tareas académicas y ante estrategias de presentación de exámenes; c) *Estilos de procesamiento de la información*, en términos de reproducir la información aprendida (o convergente) y crear y pensar críticamente sobre lo aprendido (o divergente); y d) *Estilos de autorregulación* (metacognitiva y metamotivacional) constituidos por tres componentes: *los del estudiante*, en cuanto a su autoeficacia, al lugar donde localiza su éxito o fracaso (contingencia) y su autonomía en el estudio, todas autopercibidas, y por su orientación a la aprobación externa; *los de la tarea de aprendizaje*, en términos de la orientación al dominio de la tarea en sí y la

orientación a la ejecución y, finalmente; *los de los materiales*, en cuanto a su evaluación y regulación. Una síntesis de la estructura del IEEA aparece en la figura 2.

Su elaboración obedeció a la necesidad planteada por un número extenso de tutores y profesores de educación superior (y media superior) de contar con un instrumento más

Área	Dimensión	Escala	Medida	Descripción
Estrategias cognitivas	Estilos de adquisición de información	1	Selectivas	Estrategias de procesamiento superficial
		2	Generativas	Estrategias de procesamiento profundo
	Estilos de recuperación de la información	3	Ante tareas	Estilo para recuperar información en tareas diversas
		4	Durante exámenes	Estilo para recuperar conocimiento durante evaluaciones diversas
	Estilos de procesamiento	5	Convergente	Reproducir la información aprendida
		6	Divergente	Crear producciones innovadoras y pensar críticamente sobre lo aprendido
Estrategias de autorregulación	De la persona	1	Eficacia percibida	Percepción de éxito en el estudiante
		2	Contingencia interna	Percepción de locus interno para el logro académico
		3	Autonomía percibida	Autonomía en el logro de aprendizaje
		4	Orientación a la aprobación externa	Éxito o fracaso guiado por factores externos al aprendizaje
	De la tarea	5	Orientación a la tarea en sí	Criterios de éxito guiados por la ejecución en la tarea
		6	Orientación a las metas	Orientación de éxito en el logro por metas.
	Materiales	7	Utilidad	Uso eficiente en apoyo al aprendizaje

Figura 2. Inventario de estrategias de estudio y autorregulación.

fácil de aplicar (que tomara menos tiempo) y más fácil de interpretar (con menos escalas), pues tutores y profesores no son especialistas en el campo, pero que sí están interesados en evaluar y fomentar aprendizajes académicos más estratégicos en sus estudiantes.

Inventario de Epistemología Personal (IEP)

El otro conjunto de variables de autoevaluación del estudiante que son de nuestro interés, se refiere a las creencias epistemológicas

(concepciones individuales sobre el conocimiento). Hofer y Pintrich (2002), las conceptualizan como epistemología personal. Los modelos existentes de epistemología personal establecen múltiples dimensiones. Muchos de éstos implican una secuencia jerárquica de significados integrados (Baxter, 1992; Belenky, Clinchy, Goldberger, & Tarule, 1986; Kuhn, 1991; Kuhn, Cheney, & Weinstock 2000; Perry, 1970) y otros (el modelo de Schommer-Aikins, 2004, por

ejemplo) proponen que estas dimensiones son más o menos independientes unas de otras y que cada una puede ser representada a lo largo de un continuo que va de creencias más ingenuas (*naive*) a creencias más sofisticadas (reflexivas).

Las dimensiones de ambos tipos de modelos son relativamente consistentes, sólo que algunos de ellos incluyen creencias acerca del aprendizaje y la educación. Así, las dimensiones comúnmente utilizadas en la investigación sobre epistemología personal pueden ser agrupadas en dos tipos: el de la naturaleza del conocimiento (lo que uno cree sobre el conocimiento) y el de la naturaleza del aprendizaje (cómo es que uno llega a conocer).

Con base en las nociones de Schommer (1990), construimos el Inventario de Epistemología Personal (IEP) (Castañeda, Bazán, & Peñalosa, 2009; Castañeda & Peñalosa 2010). El instrumento consta de 26 ítems tipo Likert (después de la calibración de ítems), que miden cuatro dimensiones de creencias epistemológicas independientes, mismas que son especificadas en la figura 3.

Prueba de Comprensión de Textos (Castañeda, 1996)

El instrumento consta de un texto titulado “Los dos reyes y los dos laberintos” (Borges, 1946) y de una prueba de comprensión. El texto es

	Creencia epistemológica	Progresión en el continuo
1	Estabilidad del conocimiento	cierto – tentativo; estático - dinámico
2	Fuente del conocimiento	autoridad – no autoridad; externa – personal; cuestionable – no cuestionable.
3	Utilidad del conocimiento	transferible - no transferible; visión actual – visión futura
4	Naturaleza del conocimiento	abstracta – concreta: científica - no científica

Figura 3. Inventario de epistemología personal.

de estructura narrativa con un nivel de dificultad léxico-técnica bajo, pero de dificultad sintáctica y semántica alta. La prueba de comprensión de lectura es una prueba de lápiz y papel de 20 reactivos que evalúan 10 tipos de respuesta de

comprensión en dos contextos de recuperación de lo comprendido, de reconocimiento y de recuerdo. La tabla 1 muestra su estructura.

Como puede verse hasta aquí, el trabajo que hemos realizado en el estudio de la agencia

académica ha incluido puentes tecnológicos desarrollados para enlazar la teoría cognitiva y sociocognitiva con la práctica educativa. Unos fomentan el estudio y otros evalúan sus

resultados. A continuación presentamos los resultados psicométricos obtenidos en estos instrumentos.

Tabla 1

Estructura de la prueba de comprensión de lectura

Tipo de respuesta	Contexto de reconocimiento	Contexto de recuerdo libre
A. Idea principal		
B. Detalle		
C. Secuencia		
D. Vocabulario		
E. Contraste		
F. Deducción		
G. Inducción		
H. Resumen		
I. Causa- efecto		
J. Enumeración		

Sobre los instrumentos de medida

Con la finalidad de hacer explícita la calidad de las medidas construidas, se presentan los resultados de la validación, confiabilidad y calibración de los instrumentos de autovaloración (IEEA e IEP) y los de un instrumento de desempeño en comprensión de textos. Con este propósito, se trabajó con tres muestras independientes de estudiantes del ámbito nacional (una para cada instrumento), que fueron seleccionadas de manera intencional y dirigida. La muestra del IEEA estuvo conformada por 642 participantes, la del IEP por 553 y la de la prueba de comprensión de

textos por 407, todos estudiantes de pregrado de diversas universidades públicas y privadas del país y de distintas áreas de formación profesional.

Los análisis realizados fueron de validación de constructo y de invarianza de parámetros, por lo que se condujeron análisis factoriales confirmatorios de primer y segundo orden, así como calibraciones de reactivos dicotómicas y politómicas.

El procedimiento consistió en realizar las aplicaciones de los instrumentos a las muestras indicadas, después se capturaron los resultados en bases de datos que fueron utilizadas para

crear los archivos adecuados para cada software estadístico; para realizar los análisis factoriales confirmatorios, se utilizó el software EQS 6.1 (Bentler, 2006) y para realizar los análisis de invarianza de parámetros, el programa IRTPRO 2.1 (SSI 2011). Finalmente, con los resultados obtenidos, se ajustaron los instrumentos de medición con el objetivo de mantener los mejores reactivos en términos de su nivel de discriminación > 1.00 , errores estándar < 1.00 y pesos factoriales mayores que $.30$ (Abell, Springer, & Kamata, 2009).

A) Resultados en instrumentos de autovaloración. Los resultados de consistencia interna (homogeneidad entre medidas) demostraron buenos niveles de confiabilidad ($\alpha = .951$ para el *IEEA* y $\alpha = .705$ para el *IEP*); asimismo, los reactivos seleccionados demostraron tener buenos valores de discriminación ($a > 1.00$) y bajos errores estándar ($ES < 1.00$), además de que los modelos de validación de constructo demostraron no diferir significativamente del modelo teórico, pero sí ajustarse a él ($CFI = .960$, $RMSEA = .03$ para el *IEEA* y $CFI = .956$ y $RMSEA = .02$ para el *IEP*).

B) Resultados en instrumento de desempeño en la prueba de comprensión lectora de Castañeda (1996).

El índice de confiabilidad fue de $\alpha = .887$, lo cual indica un buen nivel de consistencia interna, además, los modelos de validación de constructo, tanto para la tarea de reconocimiento, como de recuerdo, fueron muy buenos y demostraron no diferir significativamente del modelo teórico

hipotetizado en un principio, aunque sí ajustarse a él ($CFI = .954$, $RMSEA = .041$). Asimismo, los reactivos eran invariantes a través de distintas poblaciones, lo que sugiere que el instrumento posee las mismas características de discriminación y clasificación a través de diversos contextos y personas.

Con base en las evidencias obtenidas en estos estudios, es posible concluir que los instrumentos de medición *IEEA*, *IEP* y la prueba de comprensión de textos, son instrumentos válidos y confiables para caracterizar: 1) La frecuencia de uso de heurísticos cognitivos y autorregulatorios, 2) El perfil de epistemología personal de estudiantes y 3) El nivel de comprensión lectora, en términos de reconocimiento y recuerdo de información.

El tipo de análisis y el nivel de especialización de los mismos, aseguran la calidad psicométrica de los inventarios y la prueba de comprensión de textos, lo cual implica que estos instrumentos han sido ajustados para poder ser utilizados en contextos de investigación, evaluación y fomento en ámbitos educativos universitarios.

En resumen, con los valores de homogeneidad entre ítems obtenidos en ambos tipos de instrumentos (autovaloración y ejecución), habiéndose demostrado la invarianza de parámetros de discriminación y dificultad de los ítems y, sobre todo, habiéndose validado los constructos, se consideró relevante aumentar su impacto utilizando las ventajas que brindan las tecnologías de la información y la comunicación para automatizar estos instrumentos.

¿Por qué automatizar la evaluación?

Al automatizar los instrumentos se busca estandarizar el procedimiento de evaluación de los mismos, con lo cual queremos prevenir: evaluaciones incompletas por parte de los estudiantes, asignación incorrecta de puntajes por parte de los calificadores, alteración de contextos de aplicación y largos tiempos de espera para obtener reportes de resultados, entre otros.

Con la creación de un sistema de evaluación en línea se busca que los instrumentos se liberen de tiempos personales (disponibilidad de horario), de ubicación geográfica (disponibilidad de lugar), se garantice la consistencia del instrumento y su evaluador, así como la inalterabilidad de los algoritmos que aseguran la inmutabilidad de los resultados.

Herramienta de evaluación de componentes agentivos

Aunque existen herramientas de evaluación en línea, éstas no atienden de manera específica las características de un inventario de estrategias cognitivas y autorregulatorias, ya que no consideran las demandas que plantean desarrollos teórico psicométricos como los hasta ahora planteados en este trabajo. Más bien, son encuestas de aplicabilidad general.

De hecho, el desarrollo de la herramienta que se describe a continuación es un ejemplo de trabajo transdisciplinario que requirió una preparación previa por parte del desarrollador sobre los componentes cognitivos y psicométricos que la componen.

Derivación del sistema

En este trabajo se automatizaron las evaluaciones de los instrumentos *IEEA* e *IEP* (el evaluador para la Prueba de Comprensión Lectora está en desarrollo, ya que algunos de los tipos de reactivos que contiene requieren técnicas de programación distintas (los referidos a respuesta construida)).

El método de evaluación con instrumentos aplicados presencialmente, de lápiz y papel (Castañeda, 2004)

Anteriormente para la evaluación de los instrumentos *IEEA* e *IEP* se requería un cuadernillo de preguntas y un protocolo de calificación en papel para cada uno. En Castañeda (2004), se describen las instrucciones generales para evaluar la porción de autorreporte del instrumento EDAOM. Estas instrucciones son aplicables de la misma manera a los instrumentos *IEEA* e *IEP*, ya que conservan las mismas características en cuanto a estar constituidos por ítems politómicos. En cuanto a las instrucciones originales sobre el proceso de evaluación, estas las lleva a cabo una persona; se dividen en cuatro subprocesos, mismos que fueron automatizados en la herramienta construida y se describen a continuación:

I. Instrucciones para asignar valores:

Los inventarios incluyen tanto reactivos positivos como invertidos. La asignación de valores se debe realizar en dos momentos, primero los positivos y, posteriormente, los invertidos dependiendo de cada reactivo.

II. Instrucciones para obtener los puntajes finales:

Los instrumentos están compuestos por escalas y, a su vez, cada escala está compuesta por varias subescalas. La obtención de puntajes para cada subescala utiliza el protocolo de calificación del instrumento a evaluar, en este protocolo se anotan los valores de cada reactivo y, con base en ellos, se obtiene el total para cada subescala.

III. Procedimiento para la obtención de porcentajes:

Una vez obtenidos los puntajes totales de cada subescala, se procede a traducirlos a porcentajes, lo cual permite comparar los datos obtenidos. La proporción entre los puntajes y los porcentajes se determina de manera lineal. Al establecer los porcentajes, éstos deben registrarse en la tabla de reporte de resultados del instrumento evaluado.

IV. Instrucciones para la interpretación de resultados:

Para cada instrumento se presenta una tabla que guía la interpretación inicial de los porcentajes recabados en cada subescala. A fin de obtener una apreciación cualitativa, rápida e integrada para una subescala, una escala completa, o bien, en todo el instrumento, se recomienda graficar los porcentajes.

Los procesos pueden identificarse en un diagrama de flujo como se muestra en la figura 4.

Arquitectura de la herramienta de evaluación

Para realizar la implementación de la funcionalidad mencionada y dado que los componentes interactúan entre sí, se definió una arquitectura dividida en capas que facilita la comunicación y especialización de las partes.

El modelo de capas permite especializar las responsabilidades de cada componente de la herramienta, mientras que los servicios facilitan

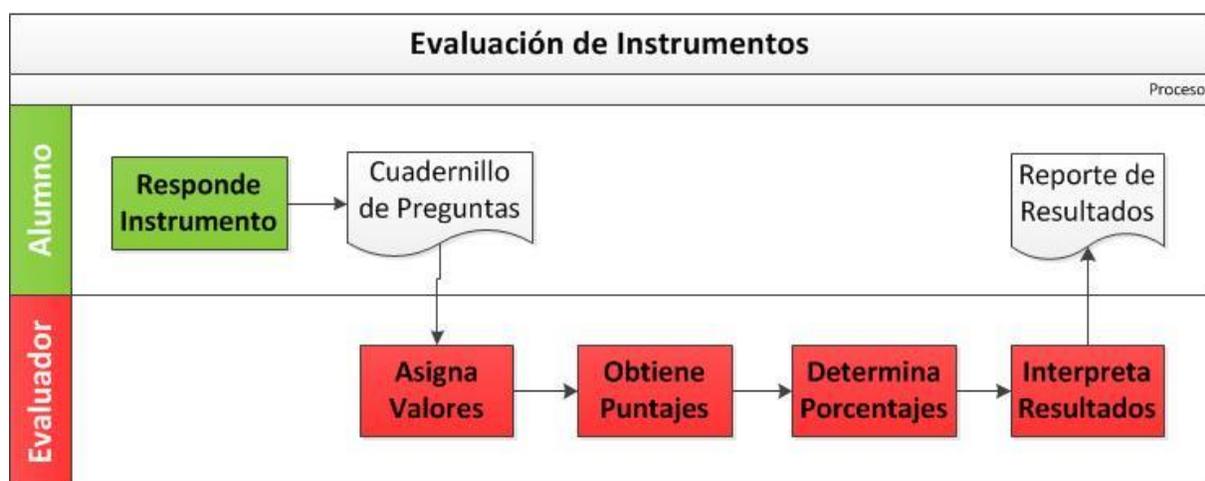


Figura 4. Proceso de evaluación manual.

el acceso a todos los recursos del sistema a través de interfaces, lo anterior admite que se reutilicen sus componentes. En la figura 5 se muestra el panorama general de la arquitectura utilizada y, posteriormente, se describe cada una de las capas:

Interfaz gráfica (usuario). Esta capa define los componentes a través de los cuales el usuario hará uso de la herramienta. Se contempla,

principalmente, un navegador web que facilite el acceso al sistema.

Capa lógica (servidor). En esta capa se definen las validaciones y componentes que debe poseer la herramienta y se lleva el control de los usuarios que acceden al sistema. Esta capa se encarga, también, de la definición de los componentes que permiten la administración y validación de los instrumentos. Los métodos que conforman

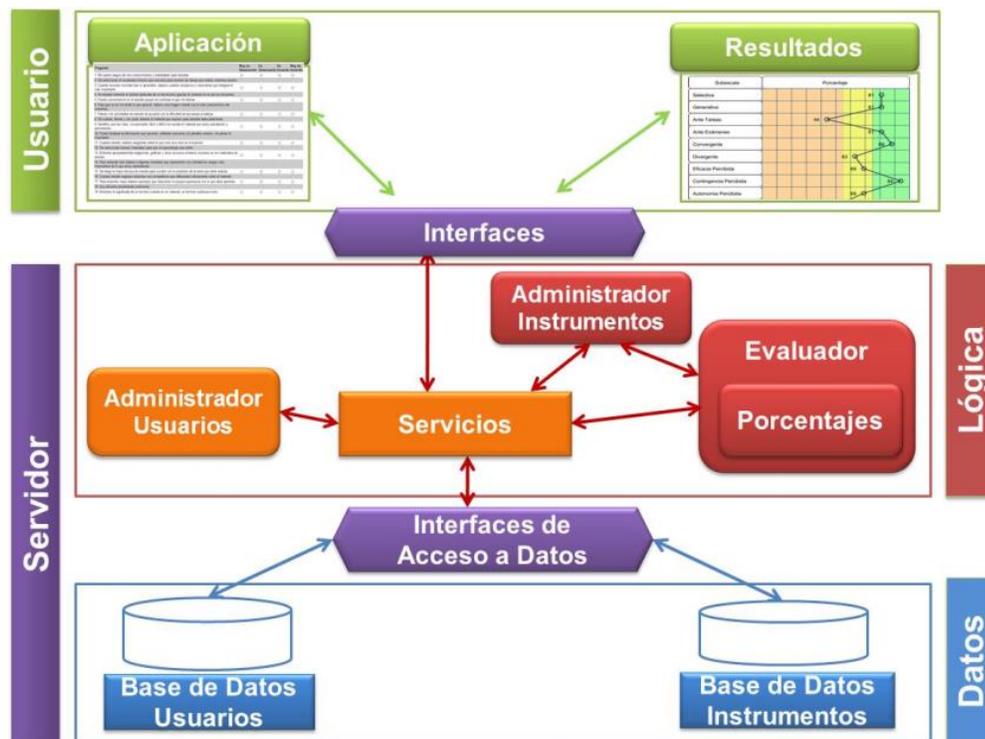


Figura 5. Arquitectura del sistema de evaluación.

el proceso de evaluación se validan en esta capa. Capa de datos (servidor). Esta capa almacena físicamente la información. La forma en la que se administra la base de datos o los archivos XML depende del manejador de base de datos (DBMS, por sus siglas en Inglés) y sistema operativo en el que se ejecuta la herramienta.

Hardware y software utilizado

Para la implementación de la arquitectura propuesta fue necesario contar con la infraestructura de un servidor. Los componentes principales son los siguientes:

1. Un servidor de aplicaciones web el cual proporciona acceso a la interfaz del sistema.

2. Un manejador de base de datos (DBMS) que guarda y clasifica la información del usuario y de los instrumentos de evaluación.

3. Una aplicación PHP desarrollada con base en la arquitectura propuesta que permite la administración de los usuarios, la evaluación y el reporte de resultados de los instrumentos.

Las herramientas del ambiente de desarrollo para crear el sistema se resumen en la tabla 2.

Herramienta web

Los estudiantes pueden acceder al sistema a través de la web. La aplicación permite al estudiante seleccionar los instrumentos publicados.

La funcionalidad principal del sistema se enlista a continuación:

Registro: El estudiante debe registrarse previamente en la página definida para esta función. En el formulario se introduce su información personal, esto posibilita generar estadísticas más precisas en un futuro.

Evaluación: Después de que un estudiante se registra, puede acceder a la página de instrumentos. En esta página se muestra:

IIEEA. Inventario de Estrategias de Estudio y Autorregulación.

IIEP. Inventario de Epistemología Personal.

Cuando se selecciona un instrumento, se despliegan sus reactivos con cuatro opciones de

Tabla 2

Herramienta del ambiente del desarrollo para crear el sistema

Característica	Producto
Lenguajes de programación	PHP (Versión 5.3), HTML5
IDE de desarrollo	Netbeans 7.3
Servidor de aplicaciones web	Apache (Versión 2.0)
Manejador de base de datos	MySQL Server (Versión 5.0)
APIs externas	javascript, CSS, jQuery, XML, PDF

respuesta para cada uno de ellos, dichas opciones de respuesta se corresponden con una escala de Likert con valores de: muy en desacuerdo, en desacuerdo, de acuerdo y muy de acuerdo. En la figura 6 se muestra una vista de los primeros reactivos del IIEEA.

Al terminar de responder un instrumento se debe elegir la opción Guardar. El sistema verifica que todos los reactivos estén debidamente

respondidos, de lo contrario, muestra una alerta indicando cuáles reactivos están pendientes de responder.

Cuando un instrumento ha sido respondido, el sistema habilita un vínculo para poder ver el reporte de resultados.

Reporte de resultados: Al seleccionar la opción de reporte de resultados, el sistema ejecuta los procesos del módulo evaluador (figura 5). Estos

Pregunta	Muy en Desacuerdo	En Desacuerdo	De Acuerdo	Muy de Acuerdo
1. Me siento seguro de mis conocimientos y habilidades para estudiar	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2. Sé seleccionar el vocabulario técnico que necesito para resolver las tareas que realizo mientras estudio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3. Cuando necesito recordar bien lo aprendido, elaboro cuadros sinópticos o resúmenes que integran lo más importante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4. Al estudiar entiendo el sentido particular de un tecnicismo gracias al contexto en el que se encuentra.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5. Puedo concentrarme en el estudio porque se controla lo que me distrae.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6. Para que no se me olvide lo que aprendí, elaboro una imagen mental con lo más característico del contenido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Planeo mis actividades de estudio de acuerdo con la dificultad de las tareas a realizar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Sé cuándo, dónde y con quién obtener el material que requiero para estudiar adecuadamente.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Identifico qué tan claro, comprensible, fácil o difícil me resulta el material que estoy estudiando y aprendiendo.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Puedo localizar la información que necesito, saltando oraciones y/o párrafos enteros, sin perder lo importante.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 6. Reactivos del IEEA implementados en web.

procesos son la implementación de método de evaluación de Castañeda (2004), que se aprecian en la figura 4.

El reporte de resultados es un documento en formato PDF que se genera de manera dinámica a partir de las respuestas previamente guardadas por el usuario. En el reporte se muestran en una gráfica los porcentajes para cada una de las subescalas del instrumento evaluado. En la figura 7 se muestra un ejemplo de reporte del instrumento IEEA.

Cada usuario puede observar de manera gráfica los puntos débiles y fuertes para lo cual se utilizan tanto un gráfico de líneas como rangos que determinan valores altos, medios y bajos. Existen puntos de corte previamente definidos para determinar los rangos mencionados, para la implementación actual se consideran tres rangos que van de menor eficiencia (rojo) a la izquierda, a mayor eficiencia (verde) a la derecha.

En el mismo reporte se presenta una tabla (figura 8) que guía la interpretación inicial

de los porcentajes obtenidos en cada una de las subescalas. Se recomienda combinar la interpretación derivada de esta tabla con observaciones sobre el comportamiento del estudiante (Castañeda, 2004).

Dado que los instrumentos IEEA e IEP ya han sido validados previamente (Castañeda, Pineda, Gutiérrez, Romero, & Peñalosa, 2010), contar con una implementación en línea permite estandarizar y ampliar su aplicación y además potenciar su impacto. Es posible establecer que se creó una solución a la medida diseñando una arquitectura propia (ver figura 5). Esto nos permite minimizar errores sistemáticos para la evaluación, al hacer uso de las facilidades que nos brindan las tecnologías de información actualmente. Si bien la implementación de los instrumentos se utilizó como parte de un taller sobre evaluación de estrategias de aprendizaje presentado en el XXI Congreso Mexicano de Psicología realizado en 2013, queda pendiente su validación a gran escala.

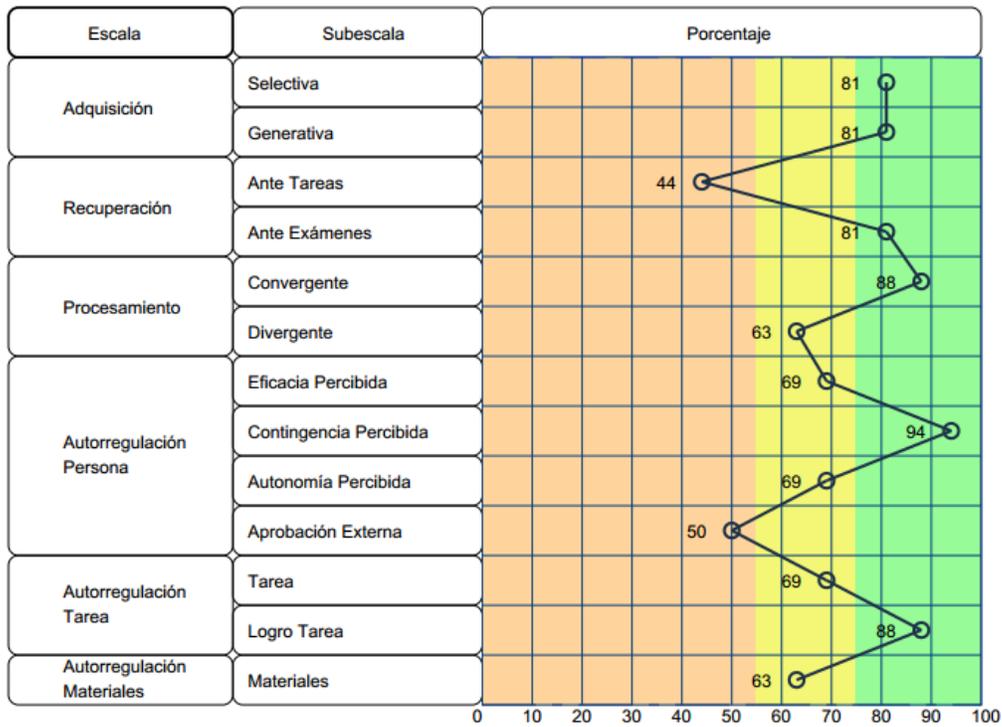


Figura 7. Reporte de resultados del IEEA implementado en web.

Porcentajes	Interpretación
76-100	No existe riesgo para el estudiante, buen desarrollo de estrategias de aprendizaje y orientaciones motivacionales.
56-75	Sugiere reforzar las estrategias de aprendizaje u orientaciones motivacionales del estudiante, correspondientes a la(s) subescala(s) en cuestión. No representa aún una falla crítica.
0-55	Indica necesidad crítica de entrenar en estrategias de aprendizaje u orientaciones motivacionales del estudiante, correspondientes a la(s) subescala(s) en cuestión. Se considera una falla significativa.

Figura 8. Interpretación de resultados.

Discusión

Sin lugar a dudas el desarrollo de la herramienta web descrita en este documento es un ejemplo de un trabajo transdisciplinario, intenso y productivo, donde cada especialista

aportó su pericia a los aspectos teóricos, técnicos y tecnológicos de esta línea de investigación. Así, en la construcción del sistema confluyeron avances teóricos de agencia académica (Castañeda et al., 2012), técnicos en psicometría (Castañeda & Peñalosa, 2010) y tecnológicos

por parte de las ciencias computacionales para su implementación.

En la parte teórica se identificaron los mecanismos cognitivos (creencias y heurísticas cognitivas), como autorregulatorios (atribucionales y motivacionales), en tanto mostraron ser predictores del desempeño académico alto dada su naturaleza agentiva para el aprendizaje complejo. En la parte técnica se describió el desarrollo, calibración, confiabilidad y validación de los instrumentos estandarizados.

El tipo de análisis utilizado para validar los instrumentos se basó en análisis multivariado multidimensional, el cual permitió observar la influencia simultánea que tienen los componentes de agencia académica utilizados sobre el aprendizaje complejo. Si bien es cierto que en la literatura especializada se muestran los efectos de diferentes variables por separado, en este trabajo se teorizaron como componentes de agencia que interactúan simultáneamente para afectar el desempeño académico. En dicho sentido se validó la estructura resultante de las relaciones entre ellos y se identificaron los valores de sus pesos de regresión sobre el aprendizaje. Gracias a esto, además de validar constructos, este análisis multivariado nos permite generar teoría sobre el papel que juegan diversos componentes de agencia académica sobre el desempeño.

Por último, en la parte tecnológica, se consideró el diseño de la arquitectura del sistema para la implementación de los instrumentos. Se desarrolló una interfaz con alta validez ecológica que mapea el procedimiento presencial de

evaluación de manera tal que la automatización no interfiere sobre el desempeño. Esta interfaz permite al usuario acceder a los instrumentos a través de la web, así como la implementación de los mecanismos de evaluación y la generación del reporte de resultados con una interpretación adecuada.

La naturaleza transdisciplinaria del trabajo aquí desarrollado permite contar con una herramienta útil con un potencial de impacto fuerte en la toma de decisiones educativas, en apoyo a la evaluación de ingreso a las universidades, o bien, como una herramienta diagnóstica a lo largo de la trayectoria académica.

Toda vez que sea completado el sistema en web y en vías de potenciar más aún la distribución de los instrumentos en línea, se planea desarrollar tecnología móvil con el fin de evaluar y fomentar mecanismos responsables del aprendizaje complejo en materias que representan obstáculos para avanzar en la currícula. Se pretende que los dispositivos móviles se conviertan en verdaderas herramientas cognitivas y autorregulatorias para toda la vida, así como en poderosos artefactos que permitan la modificación de creencias epistemológicas, atribucionales, motivacionales y morales, ya que éstas interfieren en el desarrollo académico-profesional. Asimismo, dicha tecnología será utilizada como herramienta que acompañen al estudiante de educación superior a una mejor construcción del conocimiento procedimental. Es aquí donde los procesos de descomposición (para ganar precisión), los de composición (para ganar velocidad) y los de refinamiento y

transferencia se verán apoyados con la misma facilidad con la que hoy en día el estudiante puede generar un video o película familiar con sonido, animación, fotos y videos, etcétera, como diversión.

Los dispositivos móviles, independientemente de ser una herramienta de entretenimiento (como se usa en la actualidad), son una herramienta con potencial para modificar componentes de habilidades mal comprendidas o incompletas; para desarrollar habilidades complejas para toda la vida, para monitorear su progreso y para reflexionar sobre la calidad de los productos de aprendizaje que genera, así como para planear cómo mejorarlos o extenderlos.

Referencias

- Abell, N., Springer, D. W., & Kamata, A. (2009). *Development and Validating Rapid Assessment Instruments*. New York: Oxford University Press.
- Bandura, A. (2001). La teoría cognitiva social: Una perspectiva agencial. *Revisión Anual de Psicología* 52, 1-26.
- Baxter, M. (1992). *Knowing and reasoning in college: Gender-related patterns in Students intellectual development*. San Francisco: Jossey Bass.
- Belenky, M., Clinchy, B., Goldberger, N., & Tarule, J. (1986). *Women's Ways of Knowing: The Development of Self, Voice and Mind*. New York: Basic Books.
- Bentler, P. (2006). *EQS 6.1 for Windows* (Build 90) [Software de Computadora]. Encino, CA: Multivariate Software, Inc.
- Borges, J. (1946). *Historia de los dos reyes y los dos laberintos*. Argentina: Anales de Buenos Aires.
- Castañeda-Figueiras, S., & Peñalosa, E. (2010). Validando constructos en epistemología personal. *Revista Mexicana de Psicología*, 27(1), 65-75.
- Castañeda, S. (julio, 1993). *El papel del desarrollo cognitivo en la psicología escolar mexicana*. Trabajo presentado en XXIV Congreso Interamericano de Psicología, Santiago de Chile.
- Castañeda, S. (1994). *Procesos Cognitivos y Educación Médica*. Serie Seminarios Institucionales 1. México: UNAM.
- Castañeda, S. (1998). Evaluación de resultados de aprendizaje en escenarios educativos. *Revista Sonorense de Psicología*, 12(2). 57- 67.
- Castañeda, S. (1999). Algunos referentes para un análisis crítico de la preparación profesional del licenciado en Psicología en México. Una experiencia colegiada. En G. Vázquez & J. Martínez (Eds.), *La formación del psicólogo en México*. México: Cuadernos de Investigación-Universidad Latinoamericana.
- Castañeda, S. (2002). A cognitive model for learning outcomes assessment. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-long Learning*, 12(1-4), 94-106.
- Castañeda, S. (2004). Educación, aprendizaje y cognición. En S. Castañeda (Ed.), *Educación, aprendizaje y cognición: Teoría en la práctica* (pp. 49-74). México: Manual Moderno.
- Castañeda, S. (octubre, 2012). *El Sentido de Agencia en el Aprendizaje de Contenidos*

- Teóricos*. Resumen del XX Congreso Mexicano de Psicología, Campeche, Campeche.
- Castañeda, S., Bazán, A., & Peñalosa, E. (2009). Validación y significancia de constructo de la evaluación de egreso de psicólogos educativos. *Revista Psicológica de Actualización Profesional*, 2(1), 24-46.
- Castañeda, S., Peñalosa, E., & Austria, F. (2012). El Aprendizaje complejo. Desafío a la educación superior. *Revista de Investigación en Educación Médica*, 1(3), 140-145.
- Castañeda, S., Pineda, M., Gutiérrez, E., Romero N., & Peñalosa, E. (2010). Construcción de instrumentos de estrategias de estudio, autorregulación y epistemología personal. Validación de constructo. *Revista Mexicana de Psicología*, 27(1), 77-85.
- Castañeda, S., & Orduña, J. (1996). Investigación cognitiva en aprendizaje y enseñanza de ciencias, artes y técnicas. *Revista Latina de Pensamiento y Lenguaje*, 4(1), 69-94.
- Glaser, R., Lesgold, A., & Lajoie, S. (1987). Toward a cognitive theory for the measurement of achievement. En R. Ronning, J. Glover, J. C. Connolly & J. Witt (Eds.), *The influence of cognitive psychology on testing and measurement*. Hillsdale: Erlbaum.
- Hofer, B. K., & Pintrich, P. (2002). *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, D., Cheney, R., & Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive Development*, 15, 309-328.
- Thissen, D. (2003). MULTILOG: Multiple Category Item Analysis and Test Scoring using ítem response theory [Computer Software]. Chicago: Scientific Software International.
- Perry, W. G. Jr. (1970). *Forms of Intellectual and Ethical Development in the College Years: A Scheme*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Samejima, F. (1969). *Estimation of Latent Ability Using a Response Pattern of Graded Scores* (Psychometric Monograph No. 17). Richmond, VA: Psychometric Society.
- Schommer, M. (1990). Effects of beliefs about the nature of knowledge on comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 82, 498-504.
- Schommer-Aikins, M. (2004). Explaining the epistemological belief system: Introducing the embedded systemic model and coordinated research approach. *Educational Psychologist*, 39, 19-29.
- Winnie, P. H., & Nesbit, J. C. (2010). The Psychology of Academic Achievement. *Annual Review Psychol*, 61, 653-678.