

## Inventario de Habilidades Matemáticas y Componentes No Cognitivos del Aprendizaje

Rodrigo Peña Durán<sup>28</sup>, Sandra Castañeda Figueiras,  
Iván Leonardo Pérez Cabrera

*Universidad Nacional Autónoma de México*

### Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo el diseño, calibración y validación de una prueba de ejecución en habilidades matemáticas y de un inventario de autorreporte sobre la volición, regulación emocional y emociones epistémicas, referidas a dicha ejecución. La muestra fue de 678 estudiantes universitarios. Se utilizaron técnicas de calibración dicotómica y politómica de reactivos, así como análisis factoriales confirmatorios para la validación de los modelos subyacentes a la prueba y al inventario. Los resultados mostraron buenos índices de discriminación ( $\alpha > 0.65$ ) y dificultad (-3 a 3) de los reactivos, así como altos índices de ajuste práctico en los modelos de la prueba de ejecución y en los modelos del inventario de autorreporte. Con esta base, este trabajo presenta los dos instrumentos estandarizados, útiles a la evaluación de estudiantes del nivel medio superior y superior, tanto en la ejecución como en el autorreporte de componentes no cognitivos que inciden en el aprendizaje matemático.

Palabras clave: habilidades matemáticas, volición, emociones, calibración, validación.

<sup>28</sup> Correo electrónico: [asphericalmind@gmail.com](mailto:asphericalmind@gmail.com)

### Abstract

The objective of this investigation was the design, calibration, and validation of an execution test on mathematical skill and a self-reported inventory on volition, emotional regulation and epistemic emotions, related to its execution. The sample was of 678 university students. Dicotomic and polytomic calibration techniques of reactivities were used, as well as confirmatory factorial analysis for validation of models underlying the test and inventory. Results showed good discrimination ( $\alpha > 0.65$ ) and difficulty (-3 to 3) rates on reactivities, as well as high practical adjustment on execution test models, and the models of self-reported inventories. On this basis, this work presents two standardized instruments, useful on evaluating high school and higher education students on execution as well as self-report of non-cognitive components that affect mathematical learning.

Keywords: mathematical skills, volition, emotions, calibration, validation.

### Introducción

La evaluación del aprendizaje en la Educación Superior se ha tornado en una tarea de suma complejidad, debido a que existen diversas formas de caracterizarle y conceptualizarle, así como de la puesta a prueba de múltiples componentes que se considera ejercen influencia durante la construcción del aprendizaje.

Ello ha denotado la necesidad de hacer investigación y diseñar herramientas de evaluación, a fin de entender cuáles son los factores que se asocian al aprendizaje, es decir, dar cuenta de las

características que se pueden manifestar en diversos contextos culturales y tareas de aprendizaje (Pintrich, 2000; Cornejo y Redondo, 2007).

Lograr lo anterior demanda rebasar la insuficiencia de la calidad y cantidad de la evaluación del aprendizaje, a partir de diseñar modelos y procedimientos de evaluación que valoren su adecuación a las demandas del contexto, de tal modo que los instrumentos de evaluación permitan valorar y potenciar al mismo (Castañeda, 2006).

Es así como resulta pertinente poner de relieve la intervención de componentes de diferente naturaleza, como lo son los emocionales y volitivos, por mencionar algunos, bajo un enfoque funcional que busque entender la arquitectura o el diseño funcional del proceso de estos componentes en los individuos en tareas concretas (Kuhl, 2000; Cervone, 2005; Jostmann y Koole, 2010), donde la naturaleza particular de una tarea académica concreta puede conllevar configuraciones particulares sobre el efecto que tienen dichos componentes durante la realización de la misma, ya sea para favorecerle o dificultarle.

Tener en cuenta este tipo de componentes conlleva un gran potencial, en vista de que a través de las diferentes producciones científicas, estos han mostrado tener influencias importantes en el desempeño en tareas demandantes o de alta exigencia (Jostmann *et al.*, 2010; Chen y Chung, 2011; Muis, Psaradellis, Lajoie, Di Leo y Chevrier, 2015; Trevors, Muis, Pekrun, Sinatra y Winne, 2016).

Con base en ello, se han retomado diversos componentes como lo son el volitivo, la regulación emocional y las emociones epistémicas, ya que

éstos han mostrado tener influencia sobre el logro del éxito ante tareas de alta complejidad, en diferentes contextos.

En el campo de la educación y el aprendizaje, la personalidad ha sido abordada mediante los ámbitos de la cognición y la volición (conación), en vista de que estos aspectos conciernen a la mejora de los logros y optimizaciones del desempeño, ya que a su vez se relacionan con aspectos emocionales sobre el éxito y el fracaso en situaciones de alta exigencia (Schouwenburg, 1995; De Raad y Schouwenburg, 1996; Zeidner y Endler, 1996; Hockey, 1997; Jostmann y Koole, 2010). En este contexto, se parte de la volición ya que este constructo es considerado como especial y distintivo de la humanidad, así como de sus acciones (Ross, 2007).

La volición se manifiesta como un proceso de control de la acción, el cual genera un autocontrol que suprime la activación de otros subsistemas y procesos para reducir el riesgo de que otra acción dificulte la intención establecida, lo que provee de apoyo cognitivo y emocional en la autogeneración de metas y acciones, ya que permite mantener una intención activa en la memoria y protegerla de la competencia de otras tendencias de acción. Con esto, se presentan procesos autorregulato-

rios que permiten a los sujetos formar, mantener e implementar (o liberarse) de sus propias intenciones, logrando un mejor funcionamiento en situaciones de alta exigencia (Kuhl, 2000, 2005; Jostmann y Koole, 2010).

De esta forma, en el presente estudio se contemplan dos variables volitivas: la persistencia y la volatilidad. La primera representa el grado en que las personas tienen la capacidad para mantener el desarrollo de acciones encaminadas a metas, enfocándose en una actividad hasta terminarla de la mejor manera; por su parte, la volatilidad implica los problemas para mantener el desarrollo de acciones encaminadas a metas, de tal modo que los sujetos se muestran distraídos y tienden a pasar de una actividad a otra, sin completar las mismas (Kuhl, 1994; Kuhl y Beckman, 1994).

Dentro de este mismo contexto, resulta pertinente incluir otra variable que, si bien es de naturaleza afectiva, tiene implicaciones importantes con la volición y el desempeño en general. Esta variable es la regulación emocional, cuyo constructo hace referencia a una serie de procesos que efectúa el individuo para influir en la intensi-

dad y valencia de las emociones que se presentan en el mismo, en una situación concreta (Gross y Thompson, 2007).

Asimismo, el buscar incidir dentro de las emociones puede tener implicaciones directas en el desempeño de los sujetos, debido a que el resultado obtenido de los procesos de la regulación emocional se puede utilizar para hacer las cosas mejor o peor, es decir, para favorecer el desempeño del sujeto, o bien, de llevarle en el sentido opuesto (Gross y Thompson, 2007).

Bajo estos planteamientos, se han planteado cinco procesos que los sujetos pueden desarrollar para abordar la regulación de sus emociones (Gross, 1998, 2001; Gross y Thompson, 2007; John y Gross, 2007): 1) selección de la situación (evitar vs mantenerse); 2) modificación de la situación (adaptarla vs preservarla); 3) despliegue de atención (distraerse vs concentrarse); 4) cambio cognitivo (revaloración vs rumiación); y 5) modulación de la respuesta (cambio vs supresión/ expresión de agresividad).

En este caso, para las intenciones particulares de esta investigación, se retoman aquellos procesos que tienen relación con el cambio cognitivo, es decir, con la capacidad que tienen los sujetos para

cambiar la forma en cómo valoran su situación, a partir de modificar la forma en que piensan sobre la situación o sus propias capacidades para manejarse ante la misma (Gross y Thompson, 2007).

Así, se pone especial atención en la capacidad para revalorar el significado de la situación hacia ámbitos más positivos (Gross, 2001; John y Gross, 2007; Ochsner y Gross, 2007), o bien, manejarse en el contraste de la revaloración, lo cual implica la rumiación emocional, en donde no sólo se mantiene el significado, sino que además se vuelve un foco de atención para el sujeto, obstaculizando otros procesos comportamentales orientados a la acción.

El último constructo a considerar hace hincapié a las emociones epistémicas, las cuales son producciones afectivas ligadas al conocimiento y las tareas que de este se decantan, es decir, refiere a aquellas emociones que se despiertan en el sujeto cuando está inmerso en un proceso de corte cognitivo-epistémico, dando lugar a expresiones emocionales como la sorpresa, la curiosidad, el disfrute, la confusión, la ansiedad, la frustración o el aburrimiento (Pekrun y Stephens, 2012; Pekrun y Linnenbrink-García, 2014; Muis, Psaradellis, Lajoie, Di Leo y Chevrier, 2015; Trevors, Muis, Pekrun, Sinatra y Winne, 2016).

Dentro de estas emociones, aquellas que resultan de una naturaleza puramente epistémica son la curiosidad y la confusión, ya que están directamente ligadas con los procesos de construcción y valoración del conocimiento, razón por la cual son consideradas de gran relevancia dentro del presente estudio.

Así, la curiosidad consiste en aquel estado afectivo que se genera cuando se presenta una información o situación nueva cuyas respuestas pueden tener importantes implicaciones prácticas para los estudiantes, dando lugar a que exista un interés por implicarse con esa situación o contenido (Morton, 2010; Muis *et al.*, 2015).

Por su parte, la confusión es la emoción que surge cuando se presenta una incongruencia cognitiva que los estudiantes tienen que resolver y que, por lo general, genera un conflicto de información o una contrariedad con lo que el estudiante asume como verdadero. Así, la confusión puede empujar a los individuos a resolver la controversia presentada, o bien, a involucrarse sólo superficialmente con el contenido abordado (D'Mello, Lehman, Pekrun y Graesser, 2014; Muis *et al.*, 2015).

De esta forma, la confusión puede ser vislumbrada bajo dos modalidades, la primera

cuando la confusión es percibida como soluble y, una segunda forma, cuando es percibida como no soluble.

Es con base en estos planteamientos que consideramos pertinente valorar la influencia de estos componentes en tareas de aprendizaje consideradas demandantes, complejas e incluso aversivas, en donde el dominio de las matemáticas se presenta como un área comúnmente percibida así por los estudiantes (Zeidner, 1998; Pekrun y Stephens, 2012; Muis *et al.*, 2015).

Por tal motivo, el objetivo general de este trabajo se centra en presentar los resultados del proceso de diseño, calibración y validación de una prueba de ejecución en habilidades matemáticas, así como los de un inventario de autorreporte sobre la volición, la regulación emocional y las emociones epistémicas referidas a la ejecución en habilidades matemáticas, considerando una muestra de estudiantes universitarios de México.

## Método

### *Diseño de la investigación*

El estudio es de tipo cuantitativo multivariado, de corte transversal y de observaciones pasivas.

### *Participantes*

Se contó con una muestra intencional no probabilística de 678 estudiantes universitarios provenientes de siete Instituciones de Educación Superior (IES) de México: Universidad Nacional Autónoma de México (7.6%), Universidad Autónoma de Chapingo (5.7%), Universidad Autónoma de Guadalajara (20.1%), Universidad Autónoma de Chiapas (17.3%), Universidad de Veracruz (19.7%), Universidad de Sonora (17.3%) e Instituto Tecnológico de Apizaco (12.3%). La distribución por programa académico se presentó de la siguiente forma: Humanidades y artes (38.3%), Sociales (25.7%), Físico-matemáticas e ingenierías (27.7%) y Biológicas y de la salud (8.3%).

### *Instrumentos*

Para la recolección de los datos del estudio se utilizó el Inventario de Volición, Regulación Emocional y Emociones Epistémicas en el Aprendizaje Académico Autorregulado en su versión posterior a la tarea (VyRE Post) y una prueba de ejecución en habilidades matemáticas. Ambos instrumentos fueron aplicados en Web.

El VyRE Post es un inventario cuyo objetivo es identificar y cuantificar autovaloraciones sobre aspectos volitivos (persistencia y volatilidad), regu-

latorios emocionales (revaloración y rumiación emocionales) y emocionales epistémicos (curiosidad, confusión soluble y confusión no soluble), que los estudiantes manifiestan durante la realización de una tarea concreta. Utiliza una

escala de Likert con cuatro opciones de respuesta (totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo) y consta de 49 reactivos, organizados en tres dimensiones y siete subdimensiones (ver Tabla 1).

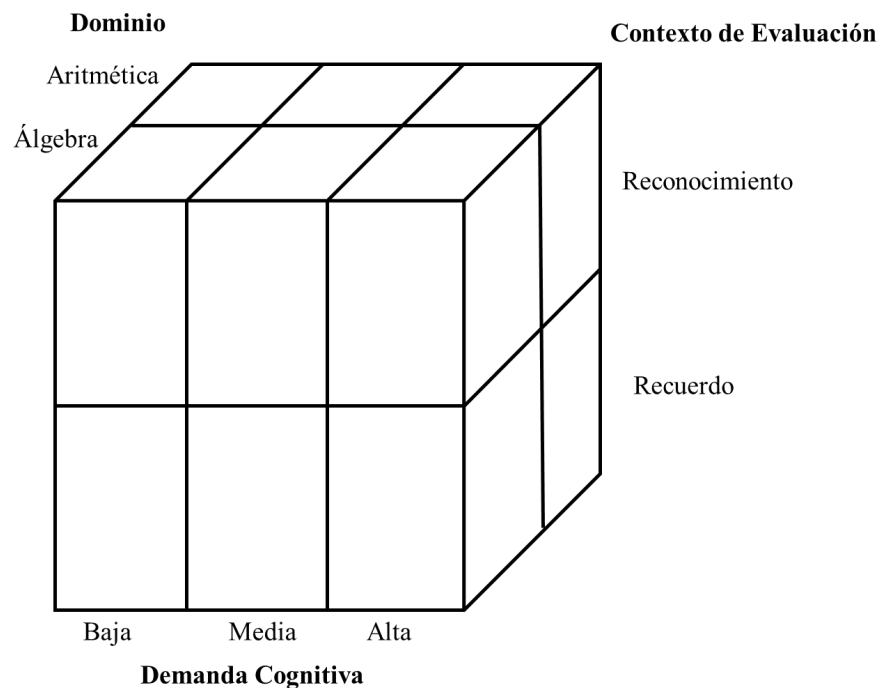
Tabla 1. Estructura del Inventario de volición, regulación emocional y emociones epistémicas en el aprendizaje académico autorregulado en su versión posterior a la tarea (VyRE Post)

Dimensión	Reactivos	Subdimensión	Reactivos
Volición	16	Persistencia	8
		Volatilidad	8
Regulación Emocional	12	Revaloración Emocional	6
		Rumiación Emocional	6
Emociones Epistémicas	21	Curiosidad	3
		Confusión Soluble	6
		Confusión No Soluble	12

La prueba de ejecución en habilidades matemáticas evalúa dos dominios que son comunes en la formación en Educación Media Superior de los estudiantes (aritmética y álgebra), contemplando diferencias en el tipo de contexto de evaluación (reconocimiento, con 4 distractores plausibles y una respuesta correcta; y recuerdo,

donde el alumno debe construir la respuesta en un campo de textos) y de demanda cognitiva (baja, media y alta). En la figura 1 se presenta la estructura de las tareas de aprendizaje implementadas para la prueba de ejecución en habilidades matemáticas.

Figura 1. Estructura de las tareas de aprendizaje en habilidades matemáticas



Es así como atendiendo a la estructura planteada para la prueba de ejecución en habilidades matemáticas y a partir de la revisión de las aportaciones que se han generado en torno a la evaluación de conocimientos y habilidades matemáticas en los dominios de aritmética y álgebra (Mullis y Martin, 2013; Martin, Mullis y Hooper, 2016), se determinaron los temas y subtemas a abordar para cada dominio, así como el nivel de complejidad apriorística atribuida a cada reactivo,

considerando: a) la cantidad y tipo de operaciones matemáticas implícitas demandadas, b) las magnitudes o tipos de números utilizados, c) la sobrecarga de memoria en función del tipo y número de operaciones a utilizar y d) las operaciones cognitivas específicas demandas en cada reactivo. Tomando en cuenta lo anterior, se elaboraron 40 reactivos de ejecución, de los cuales 20 pertenecían al dominio de aritmética y los otros 20 reactivos al dominio de álgebra (ver Tabla 2).



Tabla 2. Estructura de la prueba de ejecución en habilidades matemáticas

Dimensión	Reactivos	Subdimensión	Reactivos
Aritmética	20	Operaciones con enteros	5
		Operaciones con fracciones	5
		Operaciones con decimales	5
		Operaciones con exponenciales	5
Álgebra	20	Operaciones con ecuaciones lineales	5
		Operaciones con sistemas de ecuaciones lineales	5
		Operaciones con ecuaciones de segundo grado	5
		Operaciones con desigualdades lineales	5

### Procedimiento

Los dos instrumentos fueron aplicados vía Web en los centros de cómputo de cada una de las Instituciones de Educación Superior participantes. Asimismo, primero se aplicó la prueba de ejecución en habilidades matemáticas y posteriormente el VyRE Post.

Los análisis estadísticos fueron realizados mediante dos paquetes estadísticos: 1) el software IRTPRO 4.1 (SSI, 2017) para la calibración de reactivos; y 2) el software EQS versión 6.1 (Bentler, 2006), para la validación de constructo mediante Análisis Factorial Confirmatorio (AFC).

### Resultados

A partir de los datos obtenidos de la aplicación de ambos instrumentos se realizaron análisis de calibración dicotómica de reactivos para la prueba de ejecución y de calibración politómica de reactivos mediante el modelo de respuesta graduada de Samejima (1969) para la prueba de autorreporte. Derivado del análisis se escogieron aquellos reactivos que satisficieron los requerimientos psicométricos de discriminación ( $a > 0.65$ ), dificultad (-3 a 3), errores estándar menores a 1.00 y coeficientes de lambda iguales o mayores que 0.30 (ver tabla 3 y 4).

Tabla 3. Índices de Calibración de la prueba de ejecución en habilidades matemáticas

Dimensión	Subdimensión	<i>a</i>	<i>s.e.</i>	<i>c</i>	<i>s.e.</i>	<i>b</i>	<i>s.e.</i>	$\lambda_1$	<i>s.e.</i>
Aritmética	Enteros	1.97	0.46	-1.10	0.20	0.56	0.09	0.76	0.13
		1.79	0.44	-0.61	0.15	0.34	0.08	0.72	0.14
		0.79	0.17	0.82	0.11	-1.04	0.21	0.42	0.13
		1.34	0.25	-2.25	0.21	1.68	0.21	0.62	0.12
	Fracciones	0.83	0.24	-0.79	0.10	0.95	0.28	0.84	0.25
		2.13	0.85	-1.35	0.35	0.63	0.12	0.44	0.17
		1.49	0.25	-2.26	0.22	1.52	0.18	0.78	0.21
	Decimales	1.33	0.20	0.34	0.11	-0.25	0.08	0.62	0.10
		1.85	0.26	-1.18	0.16	0.64	0.08	0.74	0.08
		0.79	0.14	-0.66	0.10	0.83	0.17	0.42	0.10
		3.35	0.83	-4.26	0.85	1.27	0.10	0.89	0.08
		2.13	0.33	-1.89	0.23	0.89	0.09	0.78	0.08
	Exponenciales	1.55	0.62	-2.08	0.42	1.34	0.30	0.67	0.25
		1.18	0.33	-3.08	0.32	2.60	0.53	0.57	0.18
		1.15	0.37	-2.59	0.30	2.26	0.52	0.56	0.21
		1.54	0.68	-3.02	0.64	1.96	0.48	0.67	0.28
Álgebra	Ecuaciones lineales	1.94	0.28	-0.69	0.14	0.35	0.07	0.75	0.08
		2.03	0.30	0.28	0.14	-0.14	0.07	0.77	0.08
		1.45	0.20	0.09	0.11	-0.06	0.08	0.65	0.09
		1.95	0.28	-1.78	0.19	0.91	0.10	0.75	0.08

		1.01	0.15	-1.07	0.11	1.06	0.15	0.51	0.10
	Sistemas de ecuaciones lineales	1.57	0.20	-0.55	0.12	0.35	0.08	0.68	0.08
		2.05	0.29	-0.72	0.14	0.35	0.07	0.77	0.07
		1.63	0.21	-0.58	0.12	0.35	0.07	0.69	0.08
		1.82	0.25	-1.24	0.15	0.68	0.09	0.73	0.08
		1.86	0.25	-1.15	0.14	0.62	0.08	0.74	0.08
		Ecuaciones de segundo grado	1.05	0.15	-0.27	0.10	0.26	0.10	0.52
	1.47		0.20	-0.57	0.11	0.39	0.08	0.65	0.09
	1.28		0.18	-0.66	0.12	0.52	0.10	0.60	0.09
	1.75		0.23	-0.90	0.14	0.52	0.08	0.72	0.08
	2.72		0.48	-2.01	0.30	0.74	0.07	0.85	0.07
	Desigualdades lineales	1.24	0.17	0.56	0.11	-0.45	0.10	0.59	0.09
		2.55	0.43	-0.82	0.19	0.32	0.06	0.83	0.07
		2.90	0.57	-1.49	0.28	0.51	0.07	0.86	0.07
		1.15	0.16	0.43	0.10	-0.37	0.09	0.56	0.09

Tabla 4. Reactivos con los mejores índices de calibración del VyRE Post

Dimensión	Subdimensión	$a$	s.e.	$b_1$	s.e.	$b_2$	s.e.	$b_3$	s.e.	$\lambda_1$	s.e.
Volición	Persistencia	1.85	0.17	-2.47	0.20	-1.01	0.09	1.01	0.17	0.74	0.05
		1.52	0.15	-2.84	0.26	-0.95	0.10	1.26	0.15	0.67	0.06
		1.92	0.17	-2.05	0.16	-0.49	0.08	1.31	0.17	0.75	0.05
		1.67	0.15	-2.32	0.19	-0.69	0.09	1.38	0.15	0.70	0.06
		2.62	0.24	-1.32	0.09	-0.30	0.07	1.37	0.24	0.84	0.04

		1.22	0.13	-2.84	0.28	-1.24	0.14	1.52	0.13	0.58	0.07
		2.71	0.26	-1.36	0.09	-0.46	0.07	1.23	0.26	0.85	0.04
		2.77	0.27	-1.17	0.08	-0.14	0.07	1.36	0.27	0.85	0.04
	Volatilidad	1.46	0.14	-2.27	0.21	-0.73	0.10	0.97	0.11	0.65	0.06
		2.59	0.23	-1.29	0.11	0.12	0.07	1.23	0.09	0.84	0.04
		1.95	0.17	-1.69	0.14	-0.04	0.07	1.37	0.11	0.75	0.05
		2.13	0.19	-1.81	0.15	-0.37	0.08	1.37	0.11	0.78	0.05
		3.16	0.30	-1.44	0.11	-0.32	0.07	0.83	0.07	0.88	0.03
		1.48	0.14	-1.95	0.18	-0.38	0.09	1.40	0.13	0.66	0.06
		2.50	0.23	-1.83	0.14	-0.47	0.07	0.89	0.08	0.83	0.04
Regulación Emocional	Revaloración Emocional	1.80	0.18	-2.48	0.21	-1.06	0.10	1.22	0.12	0.73	0.06
		1.65	0.16	-2.55	0.23	-0.96	0.10	1.37	0.13	0.70	0.06
		2.35	0.23	-2.10	0.16	-0.88	0.08	1.09	0.10	0.81	0.05
		2.80	0.31	-2.00	0.15	-0.96	0.08	0.98	0.09	0.86	0.04
		2.20	0.22	-2.25	0.18	-1.15	0.09	1.01	0.10	0.79	0.05
		1.38	0.14	-2.78	0.27	-1.12	0.12	1.72	0.17	0.63	0.07
	Rumiación Emocional	2.75	0.24	-0.82	0.08	0.36	0.08	1.53	0.13	0.85	0.04
		2.41	0.21	-1.20	0.09	0.25	0.08	1.75	0.15	0.82	0.04
		2.06	0.18	-1.18	0.10	0.54	0.09	1.96	0.17	0.77	0.05
		2.89	0.27	-0.88	0.08	0.48	0.08	1.74	0.15	0.86	0.03
		2.90	0.27	-1.11	0.08	0.28	0.07	1.74	0.15	0.86	0.04
		3.24	0.33	-0.96	0.07	0.27	0.07	1.56	0.13	0.89	0.03

Emociones Epistémicas	Curiosidad	2.21	0.24	-1.88	0.15	-0.49	0.08	1.25	0.11	0.79	0.05
		3.61	0.60	-1.58	0.11	-0.57	0.07	1.03	0.09	0.90	0.05
		2.08	0.20	-1.70	0.14	-0.71	0.08	1.23	0.11	0.77	0.05
	Confusión Soluble	1.92	0.17	-2.33	0.18	-0.81	0.09	1.19	0.11	0.75	0.05
		3.04	0.28	-2.00	0.13	-0.83	0.07	1.00	0.09	0.87	0.03
		3.26	0.31	-2.05	0.13	-0.73	0.07	0.98	0.09	0.89	0.03
		3.02	0.28	-1.84	0.12	-0.77	0.07	1.02	0.09	0.87	0.03
		2.42	0.22	-2.01	0.14	-0.86	0.08	1.16	0.11	0.82	0.04
		2.36	0.21	-1.86	0.13	-0.83	0.08	1.20	0.11	0.81	0.04
	Confusión No Soluble	2.52	0.25	-1.14	0.09	0.46	0.15	1.72	0.24	0.83	0.04
		3.18	0.34	-1.03	0.08	0.27	0.13	1.55	0.23	0.88	0.04
		2.66	0.29	-1.02	0.09	0.42	0.14	1.60	0.24	0.84	0.05
		3.66	0.50	-0.84	0.07	0.39	0.13	1.46	0.23	0.91	0.04
		3.75	0.54	-0.80	0.07	0.47	0.14	1.53	0.24	0.91	0.04
		4.05	0.69	-0.92	0.07	0.43	0.13	1.57	0.25	0.92	0.04
		2.09	0.18	-1.44	0.11	0.28	0.10	1.76	0.18	0.78	0.05
		2.43	0.22	-1.12	0.09	0.50	0.10	1.85	0.18	0.82	0.04
		2.48	0.22	-1.19	0.09	0.28	0.10	1.72	0.17	0.82	0.04
		3.80	0.43	-0.97	0.07	0.41	0.09	1.56	0.16	0.91	0.03
		3.36	0.35	-0.95	0.07	0.37	0.09	1.70	0.17	0.89	0.03
		3.92	0.51	-0.83	0.07	0.50	0.10	1.69	0.18	0.92	0.03

Así, de los 40 reactivos de la prueba de ejecución en habilidades matemáticas, se conservaron 35 reactivos (16 reactivos de aritmética y 19 reactivos de álgebra), perdiendo un reactivo de la subdimensión de enteros, dos reactivos de la subdimensión de fracciones, un reactivo de la subdimensión de exponenciales y un reactivo de la subdimensión de desigualdades lineales.

Por su parte, de los 49 reactivos del VyRE Post, se conservaron 48 reactivos, perdiendo un reactivo de la subdimensión de volatilidad.

Posterior a la calibración de los reactivos, se realizaron los análisis de validación de constructo de cada una de las dimensiones que componen al instrumento, vía Análisis Factorial Confirmatorio, estimando los parámetros de los modelos a través del método de máxima verosimilitud (Byrne, 2006).

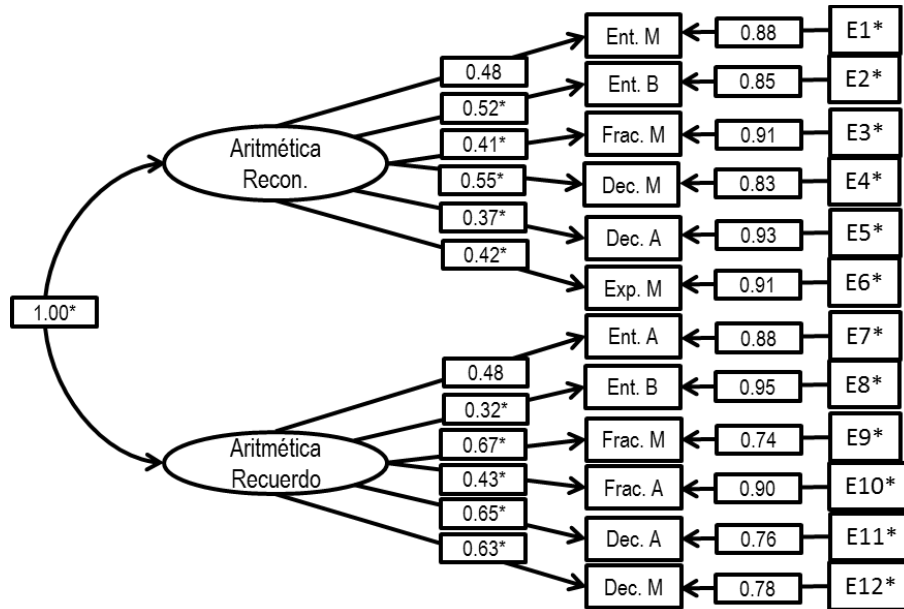
La evaluación de cada uno de los modelos consideró los diferentes coeficientes de bondad de ajuste: el ajuste acorde al coeficiente de  $X^2$ ; los índices de ajuste comparativo (NFI, NNFI y CFI), con valores iguales o mayores a 0.90 son considerados representativos de un buen ajuste, aunque se aconseja que estos sean cercanos o superiores a 0.95; el índice de ajuste incremental

(IFI) con valores cercanos a 0.95; los índices de ajuste absoluto con valores superiores a 0.89 para el MFI, e iguales o superiores a 0.90 para el GFI y el AGFI; y los índices de desajuste absoluto con valores iguales o menores a 0.05 para el RMR y el SRMR, así como valores iguales o menores a 0.08 para el RMSEA (Byrne, 2006).

En todos los modelos empíricos se encontraron valores altos en la  $X^2$ , por lo que no presentaron ajuste estadístico. Sin embargo, es bien conocida la sensibilidad de la prueba de razón de verosimilitud  $X^2$  con respecto al tamaño de muestra (que en nuestro caso fue de más de 600 estudiantes). También es de hacerse notar que la  $X^2$  asume que el modelo encaja perfectamente en la población; empero se consideran los otros coeficientes de ajuste práctico, dado que los datos de los modelos sólo pueden encajar en el mundo real de forma aproximada y nunca exacta (Byrne, 2006).

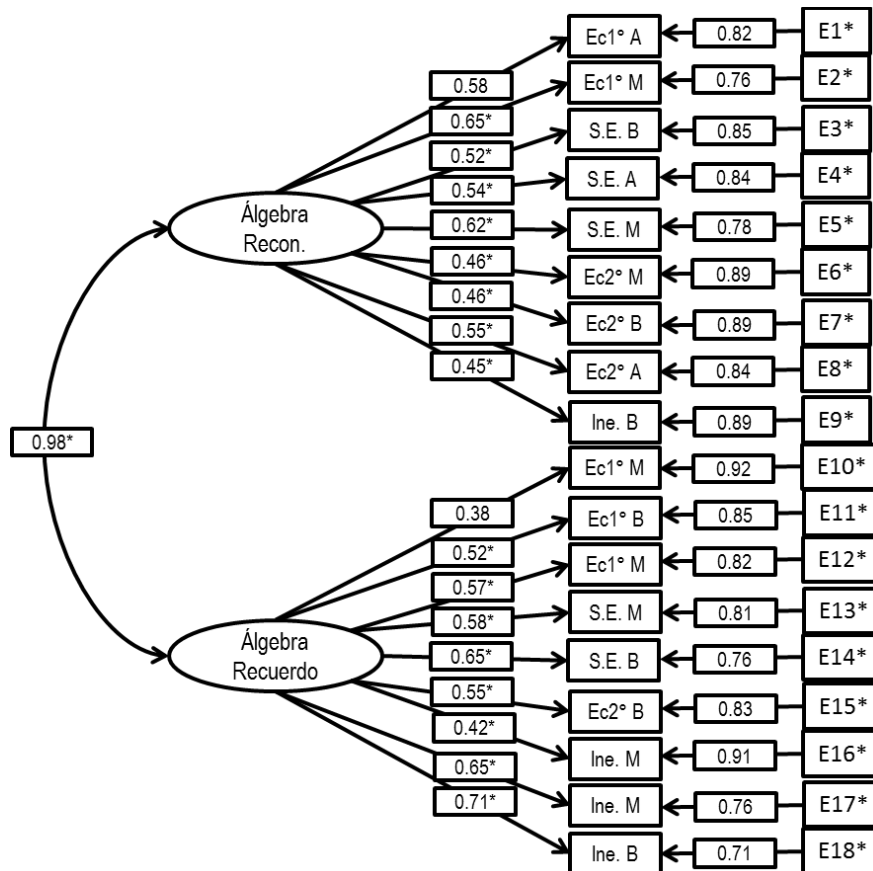
Los resultados de los modelos en las dimensiones de aritmética y de álgebra, indican que, en cada caso, el modelo teórico no difiere significativamente de la matriz de estructura de covarianza empírica, según sus índices de ajuste práctico, por lo que el ajuste en ambos modelos volitivos es adecuado (ver Figura 2 y 3).

Figura 2. Modelo validado e índices de bondad de ajuste para el banco de aritmética de la prueba de ejecución en habilidades matemáticas



<b>Muestra (N)</b>	<b>678</b>
<b>Variables manifiestas (n)</b>	<b>12</b>
<b>Índices de ajuste</b>	<b>Coficiente</b>
X <sup>2</sup>	108.86
P	0.00
NFI	0.912
NNFI	0.941
CFI	0.953
IFI	0.953
MFI	0.952
GFI	0.968
AGFI	0.953
RMR	0.007
SRMR	0.038
RMSEA	0.043
Intervalo RMSEA	0.031 – 0.054

Figura 3. Modelo validado e índices de bondad de ajuste para el banco de álgebra de la prueba de ejecución en habilidades matemáticas



<b>Muestra (N)</b>	<b>678</b>
<b>Variables manifiestas (n)</b>	<b>18</b>
<b>Índices de ajuste</b>	<b>Coficiente</b>
X <sup>2</sup>	241.48
P	0.00
NFI	0.914
NNFI	0.954
CFI	0.959
IFI	0.960
MFI	0.910
GFI	0.955
AGFI	0.942
RMR	0.008
SRMR	0.035
RMSEA	0.037
Intervalo RMSEA	0.030 – 0.045



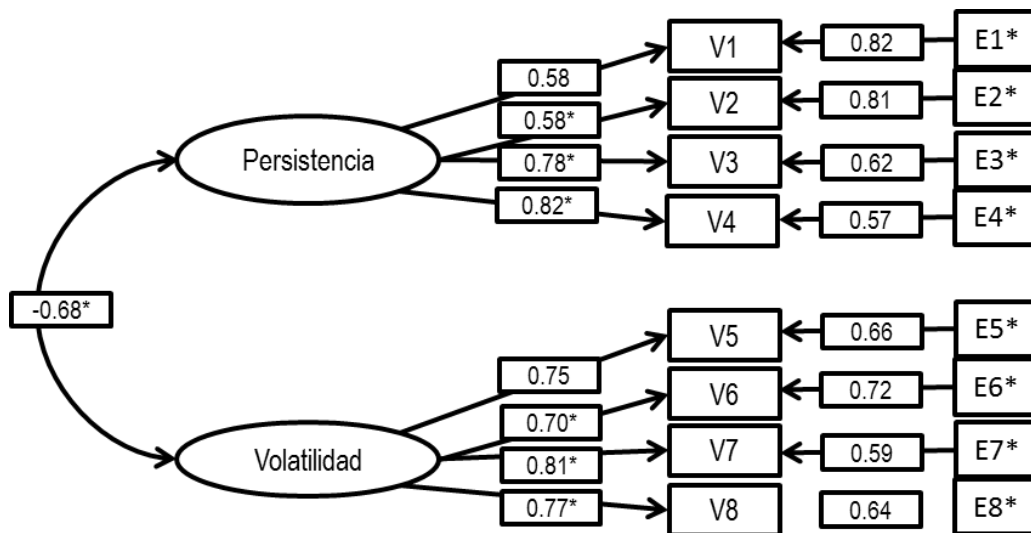
En el modelo de aritmética y álgebra los índices de ajuste práctico obtuvieron valores superiores a 0.95, excepto por el NFI y el NNFI en aritmética, que en ambos casos fue superior a 0.90, y el NFI, el MFI y el AGFI en álgebra, cuyos coeficientes fueron superiores a 0.90. Asimismo, los índices de desajuste absoluto obtuvieron coeficientes adecuados. Aunado a ello, se cumplió con el principio de parsimonia del modelo y sus valores permitieron dar cuenta de la existencia de validez convergente entre los constructos y las variables manifiestas, con pesos factoriales iguales o superiores a 0.32 para aritmética y de 0.38 en álgebra. Sin embargo, no cuenta con validez divergente entre los constructos, en vista de que

al parecer el contexto de recuperación de los reactivos (reconocimiento y recuerdo) no establece una diferencia empíricamente significativa.

Por consiguiente, ambos bancos son confiables para integrar una prueba de ejecución que pueda evaluar el desempeño de los estudiantes de Educación Superior en dominios de aritmética y álgebra.

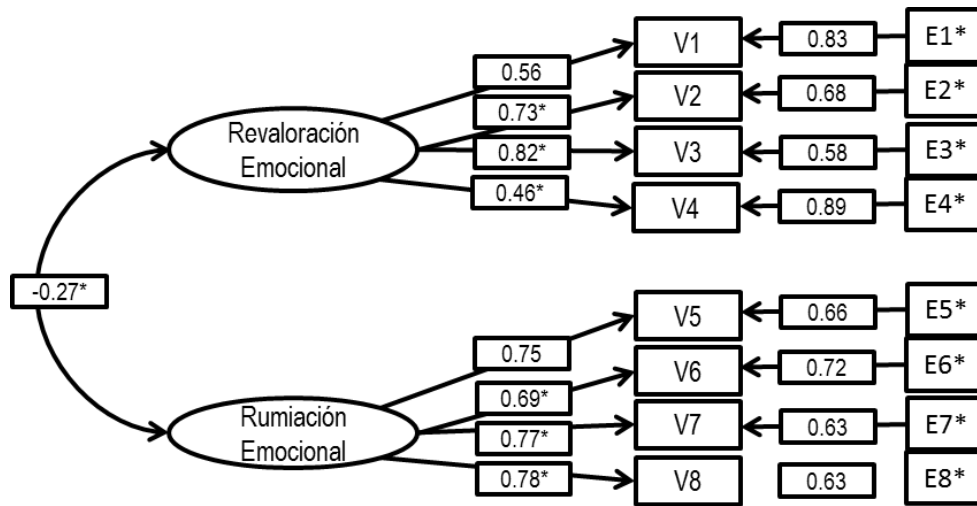
En lo que refiere a los modelos del VyRE Post, también indicaron que, en cada caso, el modelo teórico no difiere significativamente de la matriz de estructura de covarianza empírica, según sus índices de ajuste práctico, por lo que el ajuste en los tres modelos del VyRE Post es adecuado (ver figura 4, 5 y 6).

Figura 4. Modelo validado e índices de bondad de ajuste para Volición del VyRE Post



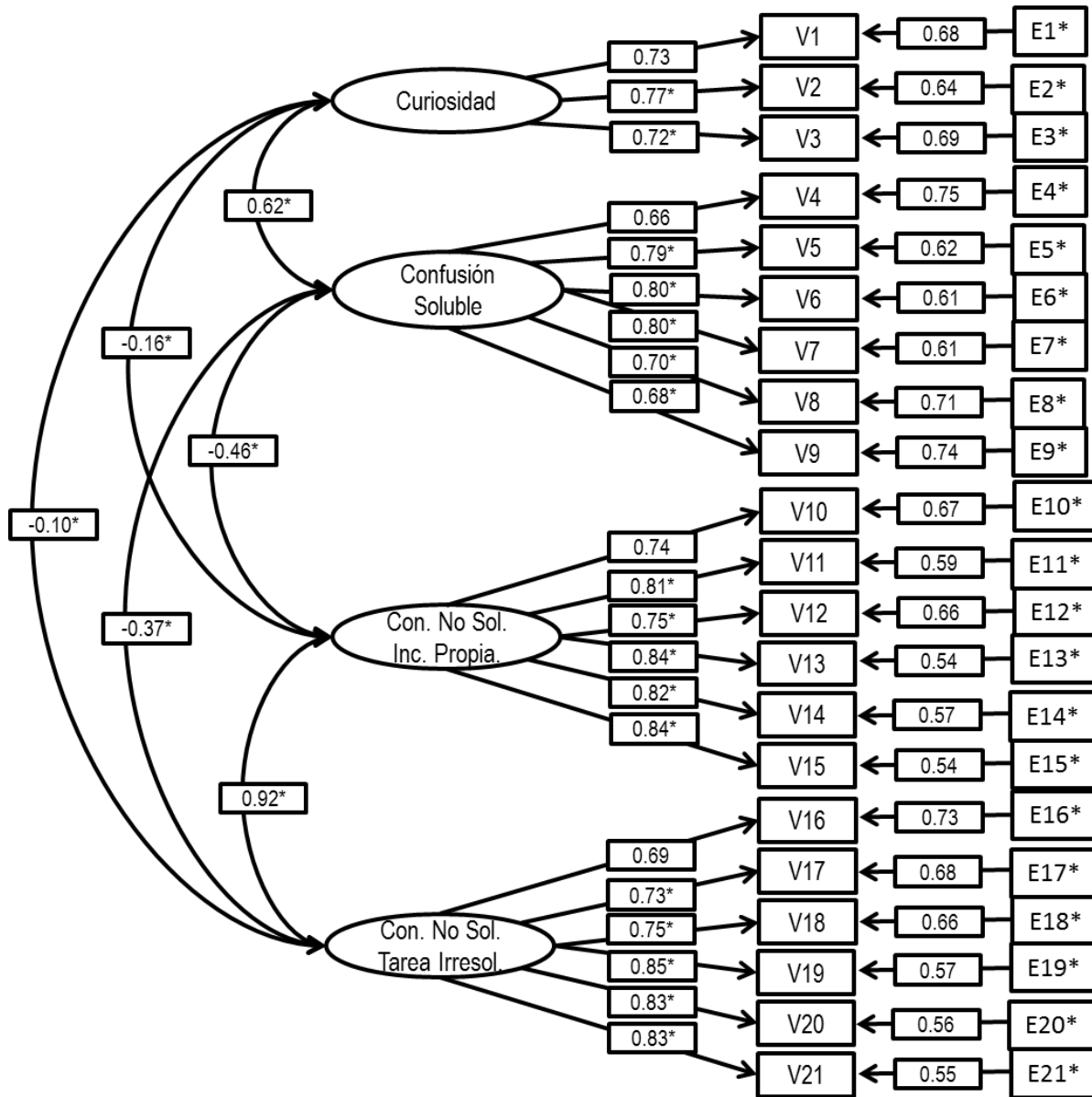
<b>Muestra (N)</b>	<b>678</b>
<b>Variables manifiestas (n)</b>	<b>8</b>
<b>Índices de ajuste</b>	<b>Coeficiente</b>
X <sup>2</sup>	51.58
P	0.00
NFI	0.967
NNFI	0.969
CFI	0.979
IFI	0.979
MFI	0.967
GFI	0.975
AGFI	0.952
RMR	0.022
SRMR	0.032
RMSEA	0.060
Intervalo RMSEA	0.040 – 0.079

Figura 5. Modelo validado e índices de bondad de ajuste para regulación emocional del VyRE Post



<b>Muestra (N)</b>	<b>678</b>
<b>Variabes manifiestas (n)</b>	<b>8</b>
<b>Índices de ajuste</b>	<b>Coficiente</b>
X <sup>2</sup>	37.62
P	0.01
NFI	0.969
NNFI	0.977
CFI	0.984
IFI	0.985
MFI	0.981
GFI	0.981
AGFI	0.964
RMR	0.023
SRMR	0.039
RMSEA	0.045
Intervalo RMSEA	0.023 – 0.066

Figura 6. Modelo validado e índices de bondad de ajuste para emociones epistémicas del VyRE Post



<b>Muestra (N)</b>	<b>678</b>
<b>Variables manifiestas (n)</b>	<b>21</b>
<b>Índices de ajuste</b>	<b>Coefficiente</b>
X <sup>2</sup>	415.05
P	0.00
NFI	0.935
NNFI	0.957
CFI	0.962
IFI	0.963
MFI	0.787
GFI	0.924
AGFI	0.904
RMR	0.023
SRMR	0.036
RMSEA	0.051
Intervalo RMSEA	0.045 – 0.058

En los modelos de volición y regulación emocional, los índices de ajuste práctico obtuvieron valores superiores a 0.95. Asimismo, los índices de desajuste absoluto obtuvieron coeficientes adecuados. De igual forma, se cumplió con el principio de parsimonia en cada modelo y los valores presentados en los mismos permiten dar cuenta de la existencia de validez convergente entre los constructos y las variables manifiestas, con pesos factoriales. También se estableció la validez divergente entre los factores polares de

persistencia y volatilidad, así como de revaloración y rumiación emocional, lo cual es acorde con las teorías base.

En lo que respecta al modelo de emociones episódicas, los índices de ajuste práctico obtuvieron valores superiores a 0.90, exceptuando el MFI que fue de 0.787. Asimismo, los índices de desajuste absoluto obtuvieron coeficientes adecuados. De igual forma, se cumplió con el principio de parsimonia en cada modelo. También se establecieron las asociaciones entre factores acordes a los

planteamientos teóricos subyacentes a los modelos (curiosidad, confusión soluble y confusión no soluble).

## Conclusiones

Los resultados de este estudio permiten establecer a los bancos de reactivos como instrumentos pertinentes para poder valorar los componentes volitivos y emocionales dentro de tareas académicas, como lo fueron las tareas de aritmética y álgebra, que se presentaron en esta investigación.

De igual forma, estos resultados permiten plantear la plausible relación dinámica, funcional y transaccional que se gesta entre los componentes presentados y las diversas tareas de aprendizaje en los contextos académicos.

Asimismo, los postulados teóricos tuvieron una alta congruencia con los resultados empíricos, permitiendo integrar los aspectos volitivos de persistencia y volatilidad en contextos académicos como lo son las matemáticas (Kuhl, 2000; Jostmann *et al.*, 2010). Esa misma relación se pudo denotar con los aspectos de revaloración y rumiación emocional como parte de procesos regulatorios emocionales presentes en una ejecu-

ción académica (Gross *et al.*, 2007). Finalmente, los aspectos emocionales epistémicos se perfilaron como un componente que está presente en el desempeño de una tarea de conocimiento, permitiendo caracterizar las particularidades de cada emoción epistémica propuesta (Muis *et al.*, 2015).

Con base en ello, resulta pertinente plantear el uso de este tipo de instrumentos, no sólo para identificar estos componentes en tareas de aprendizaje, sino para analizar también las relaciones y efectos que se gestan entre este tipo de variables, dentro de modelos multivariados que puedan acercarnos parcialmente a la complejidad funcional del aprendizaje académico y sus componentes implicados.

## Referencias

- Bentler, P. (2006). EQS 6.1 for Windows (Build 90) [Software de Computadora]. Encino, CA: Multivariate Software, Inc.
- Byrne, B. (2006). *Structural equation modeling with EQS: Basic concepts, applications, and programming*. Estados Unidos: Psychology Press.
- Cai L., Thissen D., du Toit S. H. C. (2017). IRTPRO 4.1 for Windows [Software de Computadora]. Skokie, IL: Scientific Software International.

- Castañeda, S. (2006). Evaluación del aprendizaje en educación superior. En S. Castañeda (Coord.), *Evaluación del aprendizaje en el nivel universitario: Elaboración de exámenes y reactivos objetivos* (pp. 3-28). México: UNAM.
- Cervone, D. (2005). Personality architecture: Within-person structure and processes. *Annual Review of Psychology, 22*, 1-22.
- Chen, C. y Chung, R. (2011). The construction and verification of a self-regulated learning process model of the electrical technology basic competency. *World Engineering Education Flash Week Lisbon 2011*.
- Cornejo, R. y Redondo, J. M. (2007). Variables y factores asociados al aprendizaje escolar. Una discusión desde la investigación actual. *Estudios Pedagógicos, 33* (2), 155-175.
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R. y Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction, 29*, 153-170.
- De Raad, B. y Schouwenburg, H. C. (1996). Personality in learning and education: A review. *European Journal of Personality, 10*, 303-336.
- Gross, J. J. (1998). The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General Psychology, 2*, 271-299.
- Gross, J. J. (2001). Emotion regulation in adulthood: Timing is everything. *Current Directions in Psychological Science, 10*, 214-219.
- Gross, J. J. y Thompson, R. A. (2007). Emotion regulation: Conceptual foundations. En J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 3-24). Estados Unidos: Guilford Press.
- Hockey, G. R. J. (1997). Compensatory control in the regulation of human performance under stress and high workload: A cognitive-energetical framework. *Biological Psychology, 45*, 73-93.
- John, O. P. y Gross, J. J. (2007). Individual differences in emotion regulation. En J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 351-372). Estados Unidos: The Guilford Press.
- Jostmann, N. B. y Koole, S. L. (2010). Dealing with High Demands: The role of action versus state orientation. En R. H. Hoyle (Ed.), *Handbook of personality and self-regulation* (pp. 332-352). Singapur: Wiley-BlackWell.
- Kuhl, J. (1994). Actions and state orientation: Psychometric properties of the action control scales (ACS-90). En J. Kuhl y J. Beckmann (Eds.), *Volition and Personality: Action versus State Orientation* (pp. 47-59). Alemania: Hogrefe.

- Kuhl, J. (2000). A functional-design approach to motivation and self-regulation: The dynamics of personality systems interaction. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich y M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 111-169). Estados Unidos: Academic Press.
- Kuhl, J. (2005). How to resist temptation: The effects of external control versus autonomy support on self-regulatory dynamics. *Educational Researcher*, 33(2), 443-470.
- Kuhl, J. y Beckmann, J. (1994). *Volition and personality: Action versus state orientation*. Alemania: Hogrefe & Huber.
- Martin, M. O., Mullis, I. V. S. y Hooper, M. (Eds.). (2016). *Methods and Procedures in TIMSS 2015*. Estados Unidos: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Morton, A. (2010). Epistemic emotions. En P. Goldie (Ed.), *The Oxford handbook of philosophy of emotion* (pp. 385-399). Oxford: Oxford University Press.
- Muis, K. R., Psaradellis, C., Lajoie, S. P., Di Leo, I. y Chevrier, M. (2015). The role of epistemic emotions in mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, 42, 172-185.
- Mullis, I. V. S. y Martin, M. O. (Eds.). (2013). *TIMSS 2015 Assessment Frameworks*. Estados Unidos: TIMSS & PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Ochsner, K. N. y Gross, J. J. (2007). The neural architecture of emotion regulation. En J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 87-109). Estados Unidos: Guilford Press.
- Pekrun, R. y Linnenbrink-Garcia, L. (Eds.) (2014). *Handbook of emotions and education*. Estados Unidos: Francis & Taylor / Routledge.
- Pekrun, R. y Stephens, E. J. (2012). Academic emotions. En K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, S. Graham, J. M. Royer y M. Zeidner (Eds.), *APA educational psychology handbook* (Vol. 2, pp. 3-31). Washington: American Psychological Association.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. En M. Boekaerts, P. R. Pintrich y M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-503). Estados Unidos: Academic Press.



Ross, D. (2007). Introduction: science catches the will.

En D. Ross, D. Spurrett, H. Kincaid, y G. L. Stephens (Eds.), *Distributed cognition and the will: individual volition and social context* (pp. 1-16). Estados Unidos: The MIT Press.

Samejima, F. (1969). Estimation of latent ability using

a response pattern of graded scores. *Psychometrika Monograph Supplement*, 34(4, Pt. 2), 100.

Schouwenburg, H. C. (1995). Academic procrastination: theoretical notions, measurement, and research. En J. R. Ferrari, J. L. Johnson y W. G. McCown (Eds.), *Procrastination and task avoidance: Theory, research and treatment*. Estados Unidos: Plenum.

Trevors, G. J., Muis, K. R., Pekrun, R., Sinatra, G. M. y Winne P. H. (2016). Identity and epistemic emotions during knowledge revision: A potential account for the backfire effect. *Discourses Processes*. 53, 339-370.

Zeidner, M. (1998). *Test anxiety: The state of the Art*. Estados Unidos: Plenum.

Zeidner, M. y Endler, N. S. (1996). *Handbook of coping: Theory, research, and applications*. Estados Unidos: Wiley.