

**EL PAPEL DE LA DISPOSICIÓN, LA HABILIDAD Y EL ACCESO A LA TECNOLOGÍA PARA SU INTEGRACIÓN EN EL SALÓN DE CLASES. UN ANÁLISIS DESDE LOS MODELOS DE ECUACIONES ESTRUCTURALES**

CESÁREO MORALES VELÁZQUEZ

**Introducción**

La búsqueda de los mejores indicadores (o predictores) de integración de la tecnología en el aula se justifica por el impacto positivo que debe esperarse en el aprovechamiento del alumno (Vannatta y Fordham, 2004). Puede pensarse de manera superficial que la dotación de tecnología a las escuelas es suficiente para detonar su integración. Aún en el caso de que la dotación de tecnología signifique acceso a la misma, son necesarios además la capacitación y el apoyo técnico para su desarrollo (Rogers, 1999). Por otro lado, es probable que la buena disposición del docente para usar la tecnología juegue un papel fundamental en su integración, pero únicamente si se acompaña al menos de la habilidad para usarla de manera efectiva (Knezek, Christensen, Hancock, y Shoho, 2000). Existe, entonces, una tríada de variables importantes en la integración de la tecnología en el aula: la disposición, la habilidad y el acceso. Cada una de ellas es necesaria, pero insuficiente para explicar por sí misma el fenómeno de la integración.

**Propósito del estudio**

El propósito de este estudio fue explorar las relaciones entre la disposición del profesor hacia la tecnología (Disposición), la habilidad para usarla (Habilidad), y el acceso a las herramientas tecnológicas (Acceso) en la integración de tecnología en el aula. Específicamente, se trató poner a prueba las variables Disposición, Habilidad y Acceso como predictoras de la variable Integración.

### **Disposición, habilidad y acceso**

Dentro de una perspectiva que comprende factores internos y externos que afectan la integración de tecnología, desde hace algunos años se ha estado sistematizando un modelo que involucra la disposición, la habilidad y el acceso para predecir la integración de la tecnología en la escuela (Knezek, Christensen, Hancock, y Shoho, 2000; Knezek, Christensen, y Fluke, 2003; Hancock, Knezek, y Christensen, 2003; Morales, Knezek, Christensen y Avila, 2005). El modelo es de largo alcance al involucrar el aprovechamiento del estudiante cuando su maestro utiliza la tecnología para enseñar. El modelo predice que a mayor disposición, habilidad y acceso, se da una progresiva integración de la tecnología, y a su vez, un mayor aprovechamiento.

Uno de los rasgos más sobresalientes del modelo es su parsimonia. Como un producto de múltiples observaciones y prueba de diferentes factores que parecen ser importante para la integración de tecnología, éste modelo se ha venido sintetizando hasta llegar a conformarse de tres componentes, como las estructuras más importantes y suficientemente comprensivas capaz de explicar la integración.

Disposición y habilidad son estructuras psicológicas que deben definirse dentro de un contexto educativo. Los psicólogos que estudian los aspectos motivacionales del aprendizaje señalan que para realizar con éxito una tarea es necesario fortalecer primero el circuito deseo-habilidad para a partir de allí llegar a un estadio mayor de aprendizaje auto-regulado (McCombs y Marzano, 1990). El deseo de usar la tecnología es vano, si no se apoya en una habilidad mínima para usarla de manera que la experiencia resulte satisfactoria. Para actuar como fuerzas de impulso personal, la disposición y la habilidad deben interrelacionarse dentro de una persona para producir metas auto-generadas que guían el desarrollo profesional en tecnología. El reconocimiento de un

determinado nivel personal de dominio de la tecnología, acompañado de una meta en las habilidades docentes de llegar a ser un “mejor maestro”, puede activar la motivación para avanzar a una etapa superior, que involucre un nuevo y más satisfactorio estado de actualización. Por consiguiente, el conocimiento de una habilidad personal puede influir en el deseo de avanzar a una nueva, más avanzada habilidad. Si el conocimiento de la propia habilidad de la persona se acompaña de ayuda adicional, como la capacitación y el acceso a la tecnología, la motivación puede reforzarse, y llegar a ser una fuerza poderosa para el cambio. Aunque la disposición es la fuerza de la motivación que impulsa a la persona a avanzar, ésta no se activa por casualidad, sino por una meta auto-dirigida derivada del conocimiento de la propia habilidad personal, y la provisión de apoyo externo para lograr la meta deseada.

### **Metodología**

La encuesta se compuso de cinco instrumentos: Actitudes del Maestro hacia las Computadoras (TAC); Auto-Valoración del Manejo de Tecnología (TPSA); Etapas de Adopción de la Tecnología; Modelo de Adopción Basado en Intereses. Niveles de Uso de una Innovación (CBAM-LoU); Ambientes con Tecnología (ACOT), y preguntas sociodemográficas. Fue administrada en línea a 932 maestros de primaria y secundaria del área metropolitana de Dallas, Texas, EE.UU en 2004. Una encuesta equivalente (traducida al español) se administró vía lápiz y papel a 978 maestros de primaria y secundaria de la Ciudad de México en 2005. En ambos casos, las muestras eran casuales: se invitó a los docentes a participar libremente en el estudio, y ningún estipendio o compensación fueron ofrecidos.

### **Diseño de la investigación**

Los modelos de ecuaciones estructurales (SEM) se han definido como " una aproximación estadística comprensiva para poner a prueba hipótesis sobre las relaciones entre variables observadas y variables latentes" (Hoyle, 1995, p. 1). En el estudio presente, las variables latentes

fueron los constructos Disposición, Habilidad, Acceso e Integración, mientras que las variables observadas eran las medidas asociadas a cada constructo. El diseño estuvo orientado a identificar el modelo que mejor interpretaba los datos de la observación en México y Texas, y determinar la cantidad de varianza de integración de tecnología que podía ser explicada mediante las variables Disposición, Habilidad y Acceso. Los datos recopilados en la Ciudad de México y Texas fueron clasificados en siete muestras diferentes: Internacional, que comprendía todos los datos de ambos países; maestros de Texas, maestros de primaria de Texas, maestros de secundaria de Texas, maestros de México, maestros de primaria de México, y maestros de secundaria de México. La prueba de mejor ajuste al modelo se realizó de manera independiente para cada una de las muestras.

### **Análisis de los datos**

El análisis SEM de las variables latentes seleccionadas fue una combinación de los modos *confirmatorio*, y *exploratorio* (Raykov y Marcoulides, 2000, p. 6) en el cual se pusieron a prueba los constructos Disposición, Habilidad, Acceso e Integración para la confirmación de interdependencia, pero también fueron objeto de exploración para identificar un posible conjunto de relaciones (senderos) entre ellas que definieran el modelo.

Antes de poner a prueba el modelo, se establecieron varias condiciones:

- Se buscó la máxima varianza explicada, esto es, un modelo sería elegido cuando mostrara la  $R^2$  más alta en una muestra específica.
- Sólo soluciones aceptables que indicaran un buen ajuste del modelo (Chi-cuadrada con  $p > .05$ ) se aceptarían como resultados válidos.
- Sólo relaciones (senderos) confiables entre las medidas y las variables latentes, especialmente entre Disposición, Habilidad, Acceso, e Integración serían aceptables.

- Parámetros estimados con una correlación mayor de 1.00, casos Heywood (varianza negativa), o una matriz definida como no-positiva fueron condiciones no aceptables.

Los análisis específicos que se realizaron para cada muestra de datos fueron: correlación bivariada, SEM y pruebas de significancia del modelo (índice de bondad-de-ajuste de la Chi-cuadrada, coeficientes estandarizados de regresión parcial [Beta], y coeficientes de regresión múltiple al cuadrado [ $R^2$ ]).

### **Resultados**

Después de varios ensayos que incluyeron arreglos diferentes de las variables independientes Disposición, Habilidad y Acceso, los resultados del análisis SEM indicaron que el mejor modelo estructural para todas las muestras analizadas era un modelo de dos variables independientes, como se muestra en la Figura 1. El modelo estructural se ajustó a los datos internacionales y a las seis muestras de datos restantes ( $\chi^2 = 22.88, p = .117$ ;  $\chi^2 = 18.10, p = .382$ ;  $\chi^2 = 25.72, p = .106$ ;  $\chi^2 = 30.89, p = .056$ ;  $\chi^2 = 24.55, p = .105$ ;  $\chi^2 = 23.48, p = .374$ ;  $\chi^2 = 26.31, p = .194$ ).

[Entra Figura 1]

Como se muestra en la Figura 1, el modelo resultante fue un modelo lineal con dos variables independientes, Disposición y Acceso, y dos variables dependientes, Habilidad e Integración. Este modelo tuvo el mejor ajuste para todas las muestras, con la varianza explicada ( $R^2$ ) más alta, comparado con otros modelos de dos y tres variables independientes que fueron analizados. La implicación es que el incremento en la disposición para usar la tecnología promueve un incremento en el nivel de las habilidades, y conjuntamente la disposición y la habilidad facilitan la integración de la tecnología. El acceso a la tecnología independientemente promueve la integración.

Como se muestra en la Tabla 1, Disposición predijo 56% de la varianza de Habilidad ( $R^2 = 0.561$ ,  $t = 24.86 > 1.96$ ), mientras que Habilidad predijo 33% de la varianza de Integración ( $R^2 = 0.327$ ,  $t = 9.89 > 1.96$ ), y Acceso predijo 49% de la varianza de Integración ( $R^2 = 0.497$ ,  $t = 12.23 > 1.96$ ). Aunque de acuerdo con el modelo Disposición sólo predice la integración a través de Habilidad, puede calcularse su efecto indirecto en la integración como 24% ( $R^2 = 0.240$ ,  $t = 9.56 > 1.96$ ).

Siguiendo el procedimiento de Schumacker y Lomax (1996, p. 44), la  $R^2$  para el modelo completo se derivarían de:

$$R^2_m = 1 - (1 - R^2_1)(1 - R^2_2) \dots (1 - R^2_p) \quad (1)$$

donde  $R^2_m$  es la varianza total explicada por el modelo (los efectos totales),  $R^2_1$  es la varianza explicada por Habilidad, y  $R^2_2$  es la varianza explicada por Integración.

$$R^2_m = 1 - (1 - .561)(1 - .824) = .923$$

Utilizando la ecuación 1, la  $R^2$  total para el modelo fue  $R^2_T = 0.923$ , es decir el modelo predijo significativamente 92% de la varianza atribuida a Integración.

[Entra Tabla 1]

Se obtuvieron resultados similares a los que muestra la Tabla 1 cuando se realizó el análisis SEM en las muestras individuales de México y los Estados Unidos, como se muestra en la Tabla 2.

[Entra Tabla 2]

La varianza total explicada por el modelo fue de más de 90% en todos los casos, y las variables individuales resultaron en varianzas explicadas de diversos grados, aunque hubo una tendencia de distribución por país. Habilidad fue el predictor de integración de tecnología más fuerte en Texas, mientras que Acceso fue el predictor más fuerte en la Ciudad de México.

## Discusión

Los resultados de este estudio implican que es posible identificar un modelo predictivo de integración de la tecnología en el salón de clases, basado en la disposición, la habilidad y el acceso a la tecnología que tiene el docente. Sin embargo, se requiere un diseño de investigación que permita una verificación más clara y profunda de la dirección causal con que se mueven los senderos, es decir, es necesario verificar con nuevas bases de datos las variables independientes y las dependientes en el modelo, para lograr una mayor credibilidad en los resultados aquí presentados. El uso de muestras casuales impide la generalización y hace difícil la réplica de los resultados. Una dificultad adicional es la conducción de estudios internacionales que por naturaleza son trans-culturales, con las consiguientes limitaciones que estos conllevan. Los estudios trans-culturales son difíciles por el problema de la equivalencia de métodos y medidas para obtener los datos. Sin embargo, hay una línea de resultados plausibles que es necesario seguir explorando en el futuro. Cálculos adicionales han permitido conformar un índice de integración que arroja una estimación “ponderada” de la integración de la tecnología en la muestra internacional estudiada. Utilizando los coeficientes de regresión estandarizados, que contienen el valor relativo de la variable en el modelo total, se obtuvo un índice que permite comparar el grado de integración en uno y otro contexto cultural, por lo que este estudio podría tener además un valor práctico.

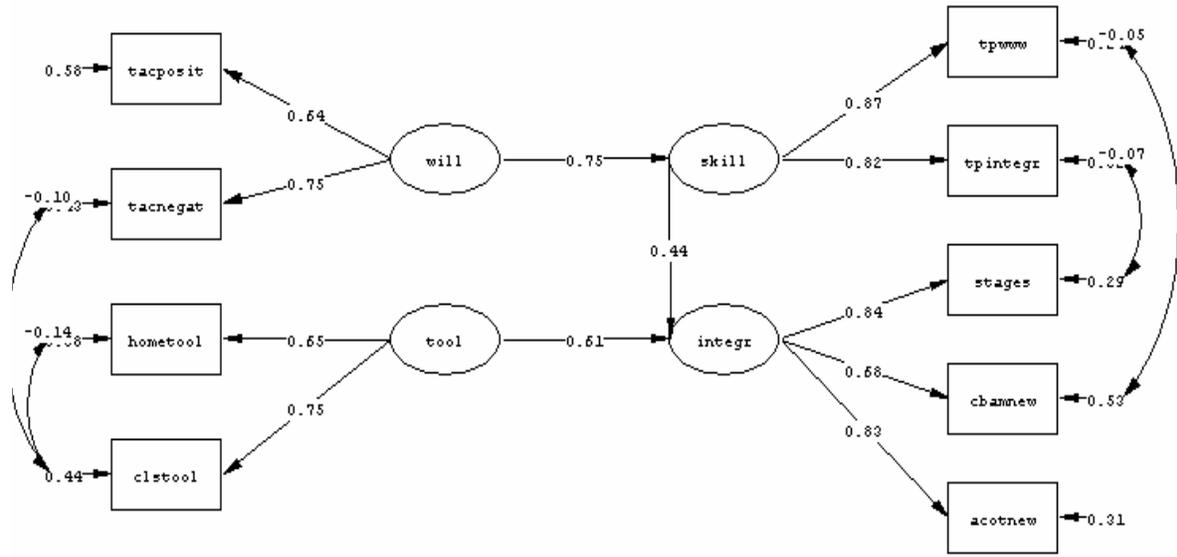
### **Beneficios para la educación**

Los resultados del estudio sugieren que en nuestro país el acceso a las herramientas tecnológicas sigue siendo el factor más importante a tomar en consideración para facilitar la integración. Dentro de las variables relativas al docente, la habilidad será el reto a vencer en el futuro inmediato, apoyada por los programas de capacitación para crear y fortalecer el circuito deseohabilidad. En Estados Unidos el reto se presenta en la preparación de los docentes en el uso de la tecnología desde la perspectiva de integración. El modelo esbozado en este estudio, teniendo en

cuenta que ha sido desarrollado en el contexto de dos sociedades sumamente diferentes en cuanto al acceso a la tecnología, podría usarse para guiar la aplicación de programas de integración de la tecnología en escuelas de Texas y la Ciudad de México.

### Referencias

- Hancock, R., Knezek, G., y Christensen, R. (2003). Constructivist methodologies in technology integration: The role of interactive multimedia in expanding pedagogy within the Will, Skill, Tool model. *Tecnología y Comunicación Educativas*, año 16(36), 19-30.
- Hoyle, R. (Ed.). (1995). *Structural equation modeling. Concepts, issues, and applications*. Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Knezek, G.A., Christensen, R.W., y Fluke, R. (2003, April). Testing a Will, Skill, Tool Model of technology integration. Ponencia presentada en la *Conferencia Annual de la American Educational Research Association (AERA)*, Chicago, IL.
- Knezek, G., Christensen, R., Hancock, R., y Shoho, A. (2000, February). Toward a structural model of technology integration. Ponencia presentada en la *Conferencia Annual de la Hawaii Educational Research Association*, Honolulu, HI.
- McCombs, B. L. y Marzano, R. J. (1990). Putting the self in self-regulated learning: The self as an agent in integrating will and skill. *Educational Psychologist* 25(1), 51-69.
- Morales, C., Knezek, G., Christensen, R., y Avila, P. (Eds.) (2005). *The will, skill, tool model of technology integration. A conceptual approach to teaching and learning with technology*. Mexico: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa.
- Raykov, T. y Marcoulides, G. A. (2000). *A first course in structural equation modeling*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Rogers, P. L. (1999). *Barriers to adopting technologies in education*. Richmond, VA: Virginia Commonwealth University. Rehabilitation and Training Center on Supported Employment. (ERIC Document Reproduction Service No. ED429556).
- Schumacker, R. E. y Lomax, R. G. (1996). *A beginner's guide to structural equation modeling*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Vannatta, R. A., y Fordham, N. (2004). Teacher dispositions as predictors of classroom technology use. *Journal of Research on Technology in Education* 36(3), 253-271.



Chi-Square=22.88, df=16, P-value=0.11707, RMSEA=0.017

Figura 1. Modelo estructural de integración de la tecnología resultado del análisis SEM

Tabla 1

*Ecuaciones estructurales y matriz de correlación para calcular el efecto de Disposición, Habilidad y Acceso sobre Integración en la muestra internacional*

<p>Ecuaciones estructurales</p>	<p>habilidad = 0.749*disposición, Error de var.= 0.439, <math>R^2 = 0.561</math></p> <p>(0.0301) (0.0359)</p> <p>24.864 12.252</p> <p>integr = 0.445*habil + 0.606*Acceso, Error de var.= 0.176, <math>R^2 = 0.824</math></p> <p>(0.0449) (0.0495) (0.0339)</p> <p>9.894 12.237 5.204</p>																												
<p>Ecuación reducida</p>	<p>integr = 0.333*disp + 0.606*Acceso, Error de var.= 0.263, <math>R^2 = 0.737</math></p> <p>(0.0348) (0.0495)</p> <p>9.562 12.237</p>																												
<p>Matriz de Correlación</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>habil</th> <th>integr</th> <th>disp</th> <th>acceso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>habil</td> <td>1.000</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>integr</td> <td>0.736</td> <td>1.000</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>dispos</td> <td>0.749</td> <td>0.722</td> <td>1.000</td> <td></td> </tr> <tr> <td>acceso</td> <td>0.481</td> <td>0.820</td> <td>0.643</td> <td>1.000</td> </tr> </tbody> </table>					habil	integr	disp	acceso	habil	1.000				integr	0.736	1.000			dispos	0.749	0.722	1.000		acceso	0.481	0.820	0.643	1.000
	habil	integr	disp	acceso																									
habil	1.000																												
integr	0.736	1.000																											
dispos	0.749	0.722	1.000																										
acceso	0.481	0.820	0.643	1.000																									

Tabla 2

*Varianza total explicada y varianza explicada por Disposición, Habilidad y Acceso a través de siete muestras*

Muestra	$R^2$ total	Disposición	Habilidad	Acceso
Internacional	0.923	0.240	0.327	0.497
Texas	0.908	0.316	0.481	0.329
Primaria Texas	0.905	0.337	0.512	0.281
Secundaria Texas	0.957	0.356	0.515	0.383
México	0.991	0.068	0.089	0.892
Primaria México	0.936	0.066	0.096	0.789
Secundaria Mexico	0.960	0.050	0.057	0.845