

Análisis de la Intención de Uso de TIC en Ingeniería Industrial: Integrando UTAUT y Modelos de Ecuaciones Estructurales

Dr. Oscar Saavedra Rodríguez, Universidad Santa María, oscar.saavedra@usm.cl

Dr. Eloy Alvarado Narváez, Universidad Santa María, eloy.alvarado@usm.cl

Ing. Marcelo Herrera Díaz, Universidad Santa María, marcelo.herrera@usm.cl

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue identificar y comprender los factores que influyen en la intención de uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) por parte de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Santa María, con el propósito de evaluar la pertinencia de la malla curricular en relación con las demandas tecnológicas actuales y futuras de la profesión.

El proceso comenzó con una revisión bibliográfica, seleccionando el Modelo de Aceptación y Uso de Tecnología Unificado (UTAUT), una teoría reconocida para entender la aceptación de tecnologías. Este modelo incluye constructos como la expectativa de rendimiento, el esfuerzo percibido, la influencia social y las condiciones facilitadoras, además de variables moderadoras como el género, la edad, la voluntad y la experiencia. Se diseñó una encuesta adaptada del cuestionario del modelo UTAUT, y la información recopilada se analizó estadísticamente usando Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) con RStudio y el paquete Lavaan.

Los hallazgos muestran que la Expectativa de Rendimiento, la Influencia Social y las Condiciones Facilitadoras influyen significativamente en la intención de los estudiantes de utilizar las TIC. La Expectativa de Rendimiento y las Condiciones Facilitadoras son los factores más influyentes, aunque la Influencia Social también desempeña un papel relevante.

Palabras clave (Keywords): Intención de uso de TIC, Modelo UTAUT, Aceptación tecnológica, Modelo de Ecuaciones Estructurales SEM.

INTRODUCCIÓN

La educación en Chile enfrenta significativos cambios tecnológicos y extraordinarias presiones sociales. Ignorar estos factores o confiar en que simplemente pasarán, implica renunciar a la oportunidad de crear un futuro mejor para las próximas generaciones. Por ello, la integración de las tecnologías de la información (TIC) en la educación superior ha cobrado gran importancia (Pineda, 2020), especialmente en términos de comunicación y acceso al conocimiento.

La tecnología ha transformado la forma en que vivimos, trabajamos y aprendemos, se ha convertido en un elemento esencial en la formación de profesionales en diversos campos. Sin embargo, para implementar exitosamente estas tecnologías en el ámbito educativo, es fundamental contar con un plan que considere la infraestructura tecnológica, la capacitación docente, el diseño de contenidos digitales relevantes y la evaluación continua de su impacto en el aprendizaje de los estudiantes.

En este contexto, surge la necesidad de analizar cómo la incorporación de las tecnologías de la información en la educación superior influye en la formación de los futuros Ingenieros Industriales y cómo esta evolución tecnológica impacta en su desempeño y competencias. Es crucial estudiar los factores que afectan la aceptación de estas tecnologías.

El Modelo de Aceptación y Uso de Tecnología Unificado (UTAUT), propuesto por Venkatesh et al. (2003), es una teoría ampliamente reconocida para comprender la aceptación y adopción de

tecnologías. Este modelo integra constructos como la expectativa de desempeño, el esfuerzo percibido, la influencia social y las condiciones facilitadoras, además de considerar variables moderadoras como el género, la edad, la voluntad y la experiencia.

Comprender el nivel de aceptación tecnológica por parte de los estudiantes de Ingeniería Industrial permitirá evaluar la pertinencia de la malla curricular en relación con las demandas tecnológicas actuales y futuras de la profesión.

El objetivo del estudio es investigar y modelar los factores que influyen en la aceptación tecnológica de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM), con el propósito de evaluar la pertinencia de la malla curricular de esta carrera.

Las preguntas clave que este estudio busca responder incluyen: ¿Cuáles son los factores que influyen en la intención de uso de las TIC por parte de los estudiantes? ¿Qué grado de relevancia tiene cada uno de los factores propuestos por el modelo? ¿Qué relación existe entre estos factores para explicar la intención de uso de las TIC? ¿Cuáles son los posibles desafíos o barreras que impiden una mayor adopción de las TIC en el contexto de la Ingeniería Industrial?

DESARROLLO

Revisión de la Literatura:

Varios estudios han investigado la adopción de dispositivos móviles en la educación superior. Entre ellos, destaca la investigación de Osoreo et al. (2013), que analizó la disposición hacia el uso de tabletas para actividades académicas y personales. Utilizando el modelo UTAUT, se demostró la importancia de planificar la integración de estos dispositivos en los contenidos curriculares para lograr un uso significativo. Otro estudio relevante es el de Dafonte-Gómez et al. (2021), que identificó factores que favorecen la intención de adoptar herramientas de m-learning basadas en Smartphone entre estudiantes universitarios.

Además, diversas investigaciones han explorado las variables moderadoras en el modelo UTAUT. Cavazos-Arroyo et al. (2018) utilizaron este modelo para analizar una muestra de usuarios de Smartphone con Internet, probando la variable género como moderadora. Bardakc (Bardakc, 2018), examinó el uso educativo de YouTube por estudiantes de bachillerato, encontrando que la expectativa de desempeño y la influencia social son predictores significativos de la intención de uso de YouTube para mejorar el rendimiento académico.

El estudio de la aceptación y uso de la tecnología se basa inicialmente en teorías psicológicas, particularmente en la Teoría de la Acción Razonada (TRA) de Fishbein y Ajzen (1974) y en la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB) de Ajzen (1985). A partir de estas teorías, Davis (1989) desarrolló el Modelo de Aceptación de Tecnología (TAM) para predecir la aceptación y uso de la tecnología en el contexto laboral. Un estudio de Bobsin et al. (2009) identificó cuatro variables moderadoras en el modelo TAM: edad, género, voluntad de uso y experiencia previa con la tecnología.

La TPB es una mejora de la TRA que introduce el control de comportamiento percibido, que se refiere a la percepción de un individuo sobre la facilidad o dificultad de llevar a cabo una acción específica. El TAM, introducido por Davis (1986), es una adaptación del modelo TRA que se enfoca específicamente en la aceptación de sistemas de información por parte de los usuarios. A diferencia del TRA, el objetivo del TAM no solo es predecir el comportamiento, sino también explicarlo, convirtiéndose en uno de los modelos más utilizados y exitosos.

El TAM2, una extensión importante del modelo original, incorpora variables adicionales que abordan la influencia social y los procesos cognitivos en la aceptación de la tecnología (Venkatesh & David, 2000).

El modelo UTAUT, propuesto por Venkatesh et al. (2003), integra ocho teorías previas sobre la aceptación y uso de la tecnología, incluyendo TRA, TPB y TAM. Posteriormente, el UTAUT2 (Venkatesh, Thong, & Xu, 2012) fue desarrollado para investigar la aceptación y uso de tecnologías de consumo, añadiendo constructos como el disfrute hedónico, el valor precio y el hábito de uso.

En resumen, el modelo UTAUT2 plantea que la intención de uso de la tecnología en un contexto de consumo depende de la percepción de utilidad y facilidad de uso, la influencia social, la disponibilidad de recursos, el disfrute hedónico, el valor precio y el hábito. Además, factores individuales como la edad, el género y la experiencia moderan estos efectos en la intención conductual y el uso efectivo de la tecnología.

Hipótesis del estudio:

Las hipótesis propuestas en el marco del modelo UTAUT para este estudio son las siguientes:

Hipótesis Principales:

- H1: La "Expectativa del rendimiento" influye positivamente en la "Intención de uso".
- H2: La "Expectativa del esfuerzo" influye positivamente en la "Intención de uso".
- H3: La "Influencia social" influye positivamente en la "Intención de uso".
- H4: Las "Condiciones facilitadoras" influyen positivamente en la "Intención de uso".
- H5: Las "Condiciones facilitadoras" influyen positivamente en la "Conducta de uso".
- H6: La "Intención de uso" influye positivamente en la "Conducta de uso".

Hipótesis Moderadoras:

- H7: La "Edad" modera la influencia de las "Condiciones facilitadoras" en la "Intención de uso".
- H8: La "Edad" modera la influencia de la "Expectativa del rendimiento" en la "Intención de uso".
- H9: La "Edad" modera la influencia de la "Expectativa del esfuerzo" en la "Intención de uso".
- H10: La "Edad" modera la influencia de la "Influencia social" en la "Intención de uso".
- H11: La "Edad" modera la influencia de las "Condiciones facilitadoras" en la "Conducta de uso".
- H12: El "Género" modera la influencia de la "Expectativa del rendimiento" en la "Intención de uso".
- H13: El "Género" modera la influencia de la "Expectativa del esfuerzo" en la "Intención de uso".
- H14: El "Género" modera la influencia de la "Influencia social" en la "Intención de uso".
- H15: El "Género" modera la influencia de las "Condiciones facilitadoras" en la "Intención de uso".
- H16: El "Género" modera la influencia de las "Condiciones facilitadoras" en la "Conducta de uso".
- H17: La "Experiencia" modera la influencia de la "Expectativa del rendimiento" en la "Intención de uso".
- H18: La "Experiencia" modera la influencia de la "Expectativa del esfuerzo" en la "Intención de uso".
- H19: La "Experiencia" modera la influencia de la "Influencia social" en la "Intención de uso".
- H20: La "Experiencia" modera la influencia de las "Condiciones facilitadoras" en la "Intención de uso".
- H21: La "Experiencia" modera la influencia de las "Condiciones facilitadoras" en la "Conducta de uso".

Es importante señalar que las hipótesis desde la H7 hasta la H21, relacionadas con variables moderadoras, dependen de la confirmación previa de las relaciones propuestas en las hipótesis H1 a H6.

Materiales y Métodos (Metodología)

Diseño del estudio:

El estudio es de tipo cuantitativo, descriptivo y explicativo. Se utilizó una encuesta adaptada al contexto educativo para recopilar datos sobre la aceptación las tecnologías de la información entre los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María (USM).

La revisión bibliográfica permitió identificar la necesidad de un modelo teórico adecuado para el contexto educacional y la aceptación de las tecnologías de la información por parte de los estudiantes. Se optó por utilizar el modelo UTAUT (Modelo de Aceptación y Uso de Tecnología Unificado) debido a su consolidación como herramienta de investigación en diversos contextos de aceptación tecnológica. Posteriormente, se aplicaron Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) (Bardakc, 2018) para analizar y modelar los factores que influyen en dicha aceptación. Este enfoque permite no solo describir las características de la aceptación tecnológica sino también explicar las relaciones causales entre las variables estudiadas, con el propósito de evaluar la pertinencia de la malla curricular de la carrera.

Participantes/Muestras: Descripción de la población o muestras estudiadas.

La recolección de datos para este estudio se realizó mediante encuestas presenciales en las dos sedes de la Universidad (USM), utilizando una técnica de muestreo por conveniencia. Esta elección se basó

en consideraciones prácticas y en la accesibilidad a la población de interés, empleando como base un cuestionario UTAUT (Zhou, Lu, & Wang, 2010) previamente validado.

El proceso de recolección de datos se llevó a cabo en dos fases:

Fase Exploratoria: En esta fase, se presentó una encuesta a un grupo reducido de 36 estudiantes para obtener retroalimentación sobre diversos aspectos del cuestionario, tales como redacción, duración y sugerencias para mejoras. Además, se evaluó la fiabilidad inicial de la encuesta.

Fase Principal: Para determinar la cantidad mínima de encuestas necesarias, se siguieron las recomendaciones de Hinkin (Hinkin, 1995), que sugieren obtener entre 1 a 10 respuestas por ítem de la encuesta. El cuestionario UTAUT consta de 16 ítems relacionados con la aceptación tecnológica, además de 3 preguntas demográficas, dando un total de 19 ítems. Siguiendo la recomendación de Hinkin, se estimó que se requerirían al menos 190 encuestas completadas para obtener un número significativo de respuestas válidas.

Para evaluar la fiabilidad de los datos recopilados en la encuesta piloto, se calculó el alfa de Cronbach (Mangin, 2003)(Cupani, 2012), para cada uno de los constructos del modelo UTAUT. El valor mínimo aceptable del alfa de Cronbach es 0.7, y el valor máximo es 1.

Los resultados del alfa de Cronbach para cada uno de los factores del modelo son los siguientes:

Expectativa de rendimiento: 0.73; Expectativa de esfuerzo: 0.76; Influencia social: 0.78; Condiciones facilitadoras: 0.81

Dado que todos los factores presentan valores por encima del 0.7, se concluye que todas las preguntas de cada escala miden de manera consistente el constructo al que hacen referencia, lo que indica una alta fiabilidad. Por lo tanto, los datos son adecuados para la realización de un análisis mediante Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM) (Cupani, 2012).

Procedimiento de la investigación: Detalle de cómo se llevó a cabo el estudio.

Lo primero fue una revisión bibliográfica sobre la aceptación de tecnología en el contexto educativo, centrándose específicamente en los estudiantes universitarios. Esta revisión permitió identificar el modelo teórico más adecuado para estudiar la aceptación de tecnología entre los estudiantes. Se eligió el modelo UTAUT (Modelo de Aceptación y Uso de Tecnología Unificado) debido a su consolidada eficacia en la investigación de la aceptación tecnológica en diversos contextos.

Posteriormente, se diseñó una encuesta adaptada del cuestionario desarrollado por (López & Silva, 2016) al contexto educativo. Antes de aplicar la encuesta a la población objetivo, se validó para asegurar su adecuación y efectividad en la medición de las variables relevantes para el estudio.

Una vez validada, se procedió a la recolección de datos a gran escala entre los estudiantes de Ingeniería Industrial de la USM, se aplicaron 250 encuestas.

La información recopilada se sometió a un riguroso análisis estadístico para evaluar la aceptación de tecnología por parte de los estudiantes, utilizando el enfoque de Modelos de Ecuaciones Estructurales (SEM). El análisis se realizó utilizando el software RStudio y el paquete Lavaan (Lyn, 2021).

A partir de los resultados, se concluyó respecto a las hipótesis planteadas y los objetivos de la investigación, generando recomendaciones adecuadas para la malla curricular de Ingeniería Industrial.

Para aplicar el modelo de ecuaciones estructurales, según (Byrne, 2010), y (Cupani, 2012), se siguieron dos fases iniciales: conceptualización del modelo y construcción del diagrama de ruta.

Conceptualización del Modelo: Esta etapa implica diseñar y definir las relaciones de causalidad propuestas entre las variables en el modelo. Se establecen los conceptos clave y se identifican las conexiones teóricas entre ellos.

Construcción del Diagrama de Ruta: Esta fase representa visualmente las relaciones de causalidad o correlación entre las variables observables y latentes presentes en el modelo.

Después de estas dos fases, se continuó con las siguientes seis fases, siguiendo las directrices de Cupani (Cupani, 2012):

- a) Especificación del Modelo: Definir las variables involucradas y las relaciones de causalidad o correlación propuestas entre ellas. Se establece qué variables son observables y cuáles son latentes, determinando la dirección y la fuerza de las relaciones basadas en la teoría o en evidencia empírica.
- b) Identificación del Modelo: Evaluar la capacidad de estimar los parámetros del modelo de manera única a partir de los datos disponibles.
- c) Estimación de Parámetros: Utilizar técnicas estadísticas para estimar los parámetros del modelo a partir de los datos observados. La Máxima Verosimilitud es el método más utilizado, asumiendo que la muestra tiene una distribución normal multivariada.
- d) Evaluación del Ajuste: Evaluar la precisión de los supuestos del modelo especificado para determinar si es adecuado y se aproxima de manera precisa al fenómeno estudiado. Se utilizan medidas como el chi-cuadrado y la Medida del Error de Aproximación Cuadrático Medio (RMSEA).
- e) Re-especificación del Modelo: Agregar o eliminar parámetros del modelo original para mejorar el ajuste.
- f) Interpretación de Resultados: Existen dos enfoques para interpretar los resultados de un SEM, dependiendo de la finalidad del estudio (Byrne, 2010).

Análisis de datos: Métodos estadísticos y procedimientos de análisis empleados.

Fiabilidad de los Datos: La validación de los datos obtenidos se realizó mediante la prueba de fiabilidad utilizando el Alfa de Cronbach. Se considera que la base de datos es fiable si los valores del Alfa de Cronbach para cada una de las variables superan 0.7.

Análisis de Multicolinealidad: Para evaluar la multicolinealidad de las variables independientes, se analizó la matriz de correlaciones, verificando que las correlaciones entre las variables fueran menores a 0.90, siguiendo las recomendaciones de (Hair, Black, & Anderson, 2010).

Evaluación de las Hipótesis: Después de estudiar la multicolinealidad, se realizó un análisis de las relaciones entre las variables del modelo para revisar las hipótesis 1-6 y comprobar si se cumplen. Este análisis estadístico permitió medir las relaciones cuantitativas entre las variables e identificar las interacciones entre variables independientes y dependientes, requiriendo que el valor p sea menor a 0.05 para considerar significativas estas relaciones.

Análisis de Bondad de Ajuste: Para asegurar la solidez del modelo resultante, se llevaron a cabo análisis de bondad de ajuste. Estos indicadores permitieron evaluar qué tan bien se ajusta el modelo empírico seleccionado a la información recopilada durante el estudio.

Análisis de Moderación: Después de realizar las posibles modificaciones y ajustes, se llevó a cabo un análisis de moderación para examinar el efecto de las variables edad, género y experiencia en las relaciones entre las variables presentes en el modelo, verificando las hipótesis 7-21.

Resultados de Fiabilidad: Los valores del Alfa de Cronbach para cada uno de los factores del modelo fueron los siguientes:

Expectativa de rendimiento: 0.82; Expectativa de esfuerzo: 0.78; Influencia social: 0.72; Condiciones facilitadoras: 0.77; Intención de uso: 0.86.

Dado que todos los factores presentan valores superiores a 0.7, se concluye que tienen una buena consistencia interna, lo que indica que la base de datos es confiable para realizar un análisis SEM.

Resultados de Multicolinealidad: Para medir la multicolinealidad, se calcularon las correlaciones entre las variables observadas asignadas a las variables latentes en el modelo. Todos los valores fueron menores a 0.8, lo que indica que no existe multicolinealidad que afecte al modelo y su análisis.

Aplicación del Modelo UTAUT: El modelo teórico utilizado en este estudio es el UTAUT (Venkatesh V. , Morris, Davis, & Davis, 2003). A continuación, se muestra el modelo aplicado a los datos

recolectados a través de las encuestas, mediante el diagrama de sendero y los resultados de la regresión.

Análisis de las Relaciones Significativas: De las relaciones analizadas, tres resultaron ser significativas: Expectativa de rendimiento con Intención de uso; Influencia social con Intención de uso; y Condiciones facilitadoras con Intención de uso.

La variable Uso no presentó ninguna relación significativa, por lo que no se pueden hacer conclusiones sobre esta variable, pero sí sobre la intención de utilizar la tecnología.

Indicadores de Ajuste: Los indicadores de ajuste fueron muy cercanos a los valores recomendados, lo que sugiere que no hay un mal ajuste, aunque el modelo necesita ser modificado. Al analizar los coeficientes de las relaciones significativas, se destacó que la relación más fuerte fue entre 'Condiciones facilitadoras' e 'Intención de uso' (coeficiente de 0.865), y la relación más débil fue entre 'Influencia social' e 'Intención de uso' (coeficiente de 0.174). Todas las estimaciones significativas fueron positivas, indicando que un aumento en las 'Condiciones facilitadoras', 'Influencia social' y 'Expectativa de rendimiento' incrementa la 'Intención de uso'.

Comparación del Modelo Base y Modificado: Al comparar los indicadores del modelo base con el modificado, se observó una leve mejora en los valores de los cuatro indicadores considerados, lo que indica que la modificación aumentó la relevancia estadística del modelo estudiado.

Análisis de Moderación: Para facilitar la comprensión de los resultados, se realizó el análisis de la moderación de forma individual para cada una de las variables: edad, género y experiencia. Finalmente, se estimó un modelo que incorpora los efectos moderadores identificados como significativos. Este modelo fue construido a partir de las modificaciones realizadas previamente en el análisis moderador.

Resultados del Modelo Final: Es el que incorpora los efectos moderadores significativos identificados en el análisis.

RESULTADOS

Presentación de datos:

El modelo en este estudio es el UTAUT (Venkatesh V. , Morris, Davis, & Davis, 2003). A continuación, se presenta los factores, su código, relacionadas con el respectivo cuestionario. Además, el modelo aplicado a los datos que se recolecto a través de encuesta, por medio del diagrama de sendero y los resultados de la regresión.

Tabla 1: Agrupación de enunciados por factor

Factores	Código	Enunciado
Expectativa de rendimiento	ER1	Usar nuevas tecnologías mejora mi desempeño académico
	ER2	La utilización de las tecnologías es efectiva para mejorar mis habilidades
	ER3	Cada vez que he usado un software nuevo, he tenido la sensación de que ha sido una buena inversión de mi tiempo
Expectativa de esfuerzo	EE1	Aprender nuevas tecnologías se me hace fácil
	EE2	Las nuevas tecnologías son de fácil uso
	EE3	Toma poco tiempo aprender las nuevas tecnologías
Influencia Social	IS1	Alguna persona o grupo importante para mí usan estas nuevas tecnologías
	IS2	Mis amigos o compañeros de clase influyen en mi decisión de utilizar estas tecnologías
	IS3	Los profesores influyen en mi decisión de utilizar estas tecnologías
Condiciones facilitadoras	CF1	La universidad proporciona apoyo para usar las nuevas tecnologías
	CF2	Tengo los recursos necesarios para usar las nuevas tecnologías (e.g., conexión internet alta velocidad, computadora, Smartphone, Tablet)
	CF3	Tengo el conocimiento necesario para utilizar las nuevas tecnologías
	CF4	Puedo conseguir ayuda fácilmente cuando tengo dificultades al utilizar estas tecnologías
Intenciones de uso	IU1	Pretendo continuar usando estas tecnologías en el futuro
	IU2	Utilizar estas tecnologías será una parte importante de mis actividades académicas o laborales en el futuro
Uso real	USO	Durante los días de la semana utilizo estas tecnologías
Experiencia	EXP	He utilizado frecuentemente estas tecnologías antes o durante el desarrollo de la carrera
Edad	Edad	Edad
Género	Gen	Género

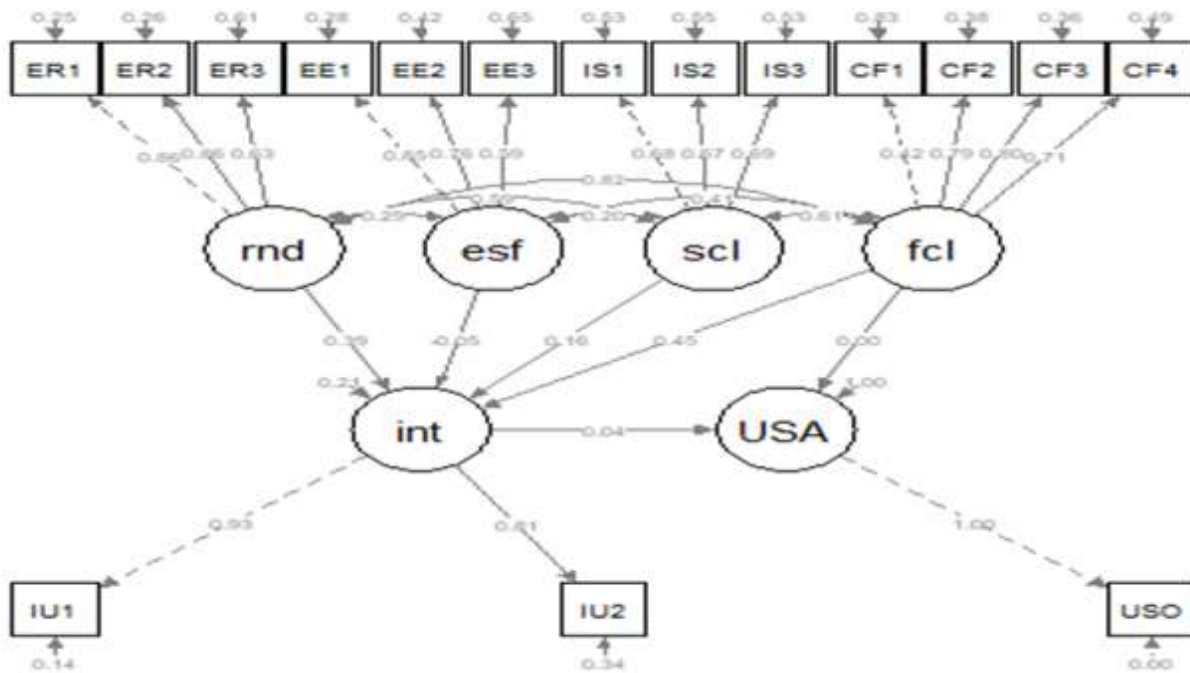


Figura 1: Estimación de modelo UTAUT, con Rstudio

En la tabla 2, se muestran los resultados arrojados por Rstudio para el modelo base, se puede apreciar las relaciones entre las variables latentes endógenas y exógenas que presenta el modelo UTAUT.

Tabla 2: Resultados de la estimación del modelo SEM

	Regressions				
	Estimate	Std. Err	z-value	P(> z)	Std. Iv
intencion ~					
rendimiento	0.379	0.114	3.326	0.001	0.387
esfuerzo	-0.054	0.058	-0.934	0.350	-0.055
social	0.175	0.088	1.986	0.047	0.156
facilitadora	0.907	0.299	3.031	0.002	0.450
usado ~					
facilitadora	0.009	0.402	0.023	0.981	0.004
intencion	0.049	0.196	0.251	0.802	0.045

A continuación, se muestran los indicadores utilizados para evaluar el ajuste del modelo que se está analizando. Como se aprecia en la tabla 3, los indicadores son muy cercanos a los valores recomendados, por lo que se puede decir que no hay un mal ajuste. Pero el modelo necesita ser modificado.

Tabla 3: Indicadores de ajustes del modelo base

Indicadores	Valor	Valores recomendados
Chi-cuadrado	0.000	p-value > 0.05
RMSEA	0.083	<= 0.08
CFI	0.912	>= 0.9
TLI	0.887	

A partir de las estimaciones iniciales del modelo UTAUT, se realizaron modificaciones con el objetivo de mejorar la relevancia estadística del modelo. En este proceso, se excluyeron las variables que no demostraron ser significativas, y se procedió a estimar el modelo solamente con las relaciones que arrojaron significancia estadística.

Finalmente, se llevó a cabo la estimación de un modelo que incorpora los efectos moderadores que se identificaron como significativos. Este modelo fue construido a partir de las modificaciones realizadas previamente en el análisis moderador. A continuación, se presentan los resultados de este modelo final.

Tabla 4: estimación del Modelo Final

	Estimate	Regressions			Std. Iv
		Std. Err	z-value	P(> z)	
intencion ~					
rendimiento	0.490	0.054	9.038	0.000	0.606
social	0.233	0.075	3.090	0.002	0.212
facilitadora	0.872	0.192	4.548	0.000	0.491
facilitadora ~					
edad	-0.046	0.026	-1.734	0.083	-0.113
social ~					
exp	0.178	0.065	2.759	0.006	0.272
facilitadora ~					
exp	0.104	0.041	2.562	0.010	0.256

Como se observa en la tabla anterior, en la nueva estimación, la relación entre las Condiciones Facilitadoras y la Intención de Uso, que originalmente era moderada por la variable Edad, ya no muestra significancia estadística. Por lo tanto, se decidió eliminar esta relación del modelo y proceder a una nueva estimación. Esta decisión se basa en la fuerte correlación entre la experiencia y la edad; a medida que los estudiantes envejecen, es probable que también acumulen más experiencia en el uso de tecnologías.

Dado que la experiencia es un factor crucial para valorar las condiciones facilitadoras, como se mencionó anteriormente, la variable Edad deja de aportar información adicional significativa cuando se considera la Experiencia. En otras palabras, la influencia de la Edad en la percepción de las condiciones facilitadoras se explica en gran medida por la Experiencia, y esta última variable tiene un impacto más directo en la Intención de Uso. Por lo tanto, se optó por eliminar la relación moderada por la Edad y centrar el análisis en la relación moderada por la Experiencia.

A continuación, se presentan el diagrama de senderos para este modelo, además de los resultados de la nueva estimación después de eliminar la relación moderada por la Edad.

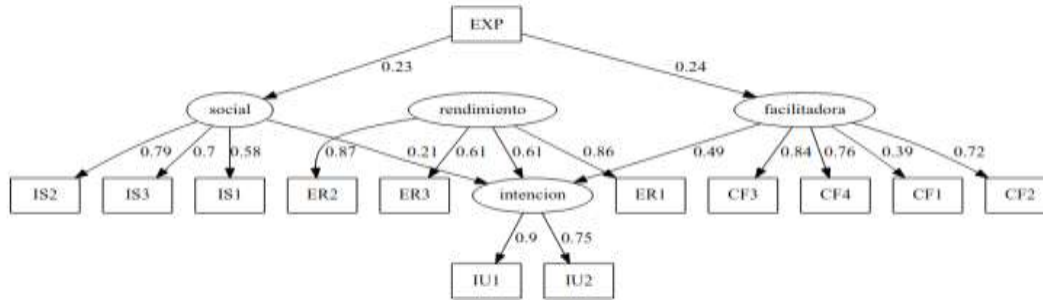


Figura 2: estimación de Modelo Final, en Rstudio

La tabla siguiente resalta las relaciones que han demostrado ser estadísticamente significativas en el modelo. Las estimaciones indican claramente que todas las variables influyen positivamente en la intención de uso de la tecnología. Es importante señalar que las variables Expectativa de Rendimiento y Condiciones Facilitadoras tienen un impacto más notable en la intención de uso en comparación con la Influencia Social, la cual, aunque presenta un efecto menor, sigue siendo relevante.

Tabla 5: Resultado final del modelo

Regressions					
	Estimate	Std. Err	z-value	P(> z)	Std. Iv
intencion ~					
rendimiento	0.491	0.054	9.049	0.000	0.605
social	0.233	0.075	3.092	0.002	0.212
facilitadora	0.874	0.193	4.533	0.000	0.491
facilitadora ~					
social ~					
exp	0.178	0.065	2.759	0.006	0.272
facilitadora ~					
exp	0.114	0.041	2.775	0.006	0.283

Discusión

Comparación de Contextos y Disciplinas: Un área prometedora para futuras investigaciones es la comparación de contextos y disciplinas en relación con la adopción tecnológica en la educación superior. Este estudio se centró en estudiantes de Ingeniería Industrial, pero investigaciones futuras podrían extenderse a una variedad de disciplinas académicas, como las ciencias sociales, las humanidades y las ciencias de la salud. Este enfoque permitiría una comprensión más profunda de cómo factores contextuales y culturales influyen en las actitudes y comportamientos de los estudiantes hacia la tecnología. Además, podría revelar diferencias en la efectividad de las estrategias de adopción tecnológica en diversos campos, lo que conduciría a enfoques más personalizados y específicos para cada disciplina.

Evaluación de Nuevas Tecnologías Emergentes: Dada la rápida evolución de la tecnología, las futuras investigaciones podrían centrarse en la evaluación de tecnologías emergentes en el ámbito de la educación superior, como la inteligencia artificial, la realidad virtual, la realidad aumentada y el aprendizaje automático. Investigar cómo los estudiantes responden a estas innovaciones y cómo pueden optimizarse para mejorar la enseñanza y el aprendizaje sería de gran valor. Además, se podrían

explorar los desafíos asociados con la implementación de estas tecnologías en el contexto educativo, incluyendo cuestiones de accesibilidad, costos y la capacitación necesaria para su uso eficaz.

Estudios de Seguimiento a Largo Plazo: Una línea de investigación importante sería realizar estudios de seguimiento a largo plazo para evaluar los efectos de las estrategias de intervención propuestas en este estudio. Estos estudios podrían analizar cómo las mejoras en la malla curricular, la capacitación docente y otras iniciativas influyen en el rendimiento académico y profesional de los estudiantes a lo largo del tiempo. Además, se podría investigar si estas intervenciones tienen un impacto duradero en la disposición de los graduados para adoptar y utilizar tecnologías en sus futuras carreras. Este enfoque longitudinal proporcionaría información valiosa sobre la sostenibilidad y la efectividad a largo plazo de las estrategias de adopción tecnológica en la educación superior.

Impacto de la Experiencia Tecnológica: Otra área de interés podría ser la profundización en el impacto de la experiencia tecnológica previa de los estudiantes. Se podría investigar cómo diferentes niveles de experiencia tecnológica afectan la adopción y el uso de nuevas herramientas tecnológicas en el ámbito académico. Este tipo de estudios podría ayudar a desarrollar programas de capacitación más efectivos y personalizados, que consideren las diversas competencias tecnológicas de los estudiantes.

Intervenciones Personalizadas: Finalmente, las futuras investigaciones podrían enfocarse en diseñar y evaluar intervenciones personalizadas que se adapten a las necesidades y características específicas de diferentes grupos de estudiantes. Esto incluiría el desarrollo de estrategias pedagógicas y tecnológicas que aborden las diversas formas en que los estudiantes interactúan con la tecnología, mejorando así su compromiso y rendimiento académico.

CONCLUSIONES

El objetivo general de esta investigación fue identificar y comprender los factores clave que impactan en el comportamiento de los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la USM, respecto a su intención de utilizar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). Para abordar este propósito, se adoptó un enfoque teórico basado en el Modelo de Aceptación de Tecnología Unificada (UTAUT). Se desarrolló un modelo de investigación específico y se formularon seis hipótesis para explorar los diversos factores que influyen en el comportamiento de los estudiantes en relación con el uso de tecnologías. A través de análisis cuantitativos rigurosos, se validaron los datos recopilados y se construyó un modelo consistente.

Factores Clave Identificados

Los hallazgos de este estudio revelan que tres factores principales, a saber, la Expectativa de Rendimiento, la Influencia Social y las Condiciones Facilitadoras, ejercen un impacto directo significativo en la intención de los estudiantes de utilizar las TIC. Entre estos factores, la Expectativa de Rendimiento y las Condiciones Facilitadoras emergen como los impulsores más influyentes, aunque la Influencia Social también desempeña un papel relevante.

Expectativa de Rendimiento: Los estudiantes consideran que el uso de TIC reduce el tiempo dedicado a tareas académicas y mejora su rendimiento académico.

Influencia Social: La disposición de los estudiantes a adoptar nuevas tecnologías está influenciada por las experiencias y opiniones de su entorno social, incluyendo compañeros y profesores.

Condiciones Facilitadoras: El acceso a recursos tecnológicos como Internet de alta velocidad, computadoras y dispositivos móviles reduce las barreras para el uso de TIC, aumentando la disposición de los estudiantes a utilizarlas.

Impacto de la Experiencia: La variable moderadora Experiencia influye en la relación entre las Condiciones Facilitadoras y la Influencia Social con la Intención de Uso. Los estudiantes con mayor experiencia tecnológica valoran más las condiciones que facilitan su uso eficiente y efectivo, mientras que aquellos con menor experiencia tienden a depender más de la influencia de su entorno social.

Evaluación de las Hipótesis: De las 21 hipótesis planteadas, seis se centraron en las relaciones dentro del modelo de investigación y quince en el análisis de variables moderadoras. Se confirmaron tres de las hipótesis relacionadas con las relaciones del modelo:

Expectativa de Rendimiento: Influye significativamente en la intención de uso; Influencia Social: Impacta en la disposición de los estudiantes a adoptar tecnologías; Condiciones Facilitadoras: Son determinantes para la intención de uso de TIC.

Dos de las hipótesis relacionadas con variables moderadoras también se confirmaron: La Experiencia modera la relación entre las Condiciones Facilitadoras y la Intención de Uso y La Experiencia modera la relación entre la Influencia Social y la Intención de Uso.

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Dirección de Enseñanza y Aprendizaje de la USM por su financiamiento al proyecto "Metodología de Evaluación Oportuna utilizando Inteligencia Artificial". Su apoyo ha sido fundamental para la realización de esta investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajzen, I. (1985). *From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior, In Action Control*. Springer:
https://doi.org/10.1007/978-3-642-69746-3_2.
- Ajzen, I. (1991). *The theory of planned behavior*. . Sciencedirect: [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020_T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020_T).
- Bardakc, S. (2018). Exploración del uso educativo de Youtube por estudiantes bachillerato. *Mexicana de bachillerato a distancia*, <https://doi.org/10.22201/cuaed.20074751e.2019.22.70605>.
- Bentler, P. (1988). *Causal Modeling via Structural Equation Systems*. . Boston.: Springer.
- Bobsin, D., Samara Visentini, M., & Rech, I. (2009). Em Busca do Estado da Arte do UTAUT: Ampliando as Considerações sobre O. *Redalyc*., <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97312505007>.
- Byrne, B. (2010). *Structural Equation Modeling With AMOS*. . New York: : Routledge.
- Cavazos-Arroyo, J., Giuliani, A., Pizzinatto, N., & Faria, L. (2028). Moderando entre géneros : una evaluación de aceptación y uso de internet en smartphone por medio del modelo UTAUT2. *Cudernos de Cimbage*;
<https://ojs.econ.uba.ar/index.php/CIMBAGE/article/view/1126>.
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. . Obtenido de Universidad Nacional de Córdoba: <http://hdl.handle.net/11086/22039>.
- Dafonte-Gómez, A., Maina, M., & García-Crespo, O. (2021). Uso del smartphone en jóvenes universitarios: una oportunidad para el aprendizaje. *Revista de Medios y Educación*: <https://doi.org/10.12795/pixelbit.76861>.
- Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. . Obtenido de JSTOR: <https://doi.org/10.2307/249008>.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1974).). Attitudes towards objects as predictors of single and multiple behavioral criteria. *Psychological Review*., <https://doi.org/10.1037/h0035872>.
- Hinkin, T. (1995). A Review of Scale Development Practices in the Study of Organizations. *Sciencedirect*., <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0149206395900500>.
- López, F., & Silva, M. (2016). Factores que inciden en la aceptación de los dispositivos móviles para el aprendizaje en educación superior. Obtenido de revistas: <https://revistas.unav.edu/index.php/estudios-sobre-educacion/article/view/4807>.
- Lyn, J. (2021). Introduction to Structural Equation Modeling (SEM) in R with Lavaan. *Stats*,
<https://stats.oarc.ucla.edu/r/seminars/rsem/#s2i>.
- Mangin, J. (2003). *Analisis Multivariable Para Las Ciencias Sociales*. . Madrid, España: Pearson Educación.
- Medrano, L., & Muñoz, R. (2017). Aproximación conceptual y práctica a los Modelos de Ecuaciones Estructurales. *researchgate*: https://www.researchgate.net/figure/Components-of-a-SEM-measurement-model-and-structural-model_fig9_317684444.
- Osores, T., Vargas, P., Chávez, A., Tapia, A., Ruiz, J., & Lam, A. (2013). Uso de tablets en la educación superior: una experiencia con iPads. *Dialnet*, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4544822>.
- Pineda, D. (2020). Incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) durante el proceso de aprendizaje en la educación superior. *Scielo*, Scielo: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000600095>.
- Venkatesh, V., & David, F. (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies. *JSTOR*.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (Septiembre de 2003). *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*. Obtenido de JSTOR: <https://doi.org/10.2307/30036540>
- Venkatesh, V., Thong, J., & Xu, X. (2012). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *JSTOR*: , <https://doi.org/10.2307/41410412>.
- Zhou, T., Lu, Y., & Wang, B. (2010). Integrating TTF and UTAUT to explain mobile banking user adoption. Obtenido de researchgate: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0747563210000154?via%3Dihub>.