

XXIX

**El efecto moderado
de la adversidad
socioeconómica sobre la
eficacia del aprendizaje
asíncrono en comprensión
lectora: un estudio cuasi-
experimental en contextos
de pobreza de aprendizaje**

Juana Alejandrina Rojas Benites

El efecto moderado de la adversidad socioeconómica sobre la eficacia del aprendizaje asíncrono en comprensión lectora: un estudio cuasi-experimental en contextos de pobreza de aprendizaje

Juana Alejandrina Rojas Benites

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal resolver la tensión teórica respecto a por qué la virtualidad asíncrona puede superar a la síncrona en contextos de alta adversidad, desafiando el paradigma tradicional de la brecha digital. Metodológicamente, se implementó un diseño cuasi-experimental pre-post con grupo de control no equivalente, involucrando a 280 estudiantes anidados en 14 aulas. Los datos fueron sometidos a un riguroso análisis de ecuaciones estructurales multinivel (MSEM) complementado con entrevistas semiestructuradas. Los resultados empíricos mostraron efectos estandarizados significativos ($\beta = 0.42$, $p < 0.001$, $f^2 = 0.18$), revelando una interacción crucial y contraintuitiva entre el tiempo y el nivel de adversidad socioeconómica. Se concluye que la teoría de recursos educativos requiere una matización contextual urgente, dado que los entornos de alta adversidad, lejos de impedir el aprendizaje, parecen amplificar la efectividad de la autonomía asíncrona cuando se media adecuadamente.

Palabras clave: Pobreza de aprendizaje, TPACK, Teoría de la Autodeterminación, comprensión lectora, aprendizaje asíncrono, adversidad socioeconómica, estudio cuasi-experimental, análisis multinivel.

ABSTRACT

This study aimed to resolve the theoretical tension regarding why asynchronous virtual learning can outperform synchronous learning in highly adverse contexts, challenging the traditional paradigm of the digital divide. Methodologically, a quasi-experimental pre-post design with a non-equivalent control group was implemented, involving 280 students nested in 14 classrooms. The data were subjected to rigorous multilevel structural equation modeling (MSEM) analysis, complemented by semi-structured interviews. The empirical results showed significant standardized effects ($\beta = 0.42$, $p < 0.001$, $f^2 = 0.18$), revealing a crucial and counterintuitive interaction between time and the level of socioeconomic adversity. It is concluded that educational resource theory requires urgent contextual refinement, given that highly adverse environments, far from hindering learning, appear to amplify the effectiveness of asynchronous autonomy when appropriately mediated.

Keywords: Learning poverty, TPACK, Self-determination theory, reading comprehension, asynchronous learning, socioeconomic adversity, quasi-experimental study, multilevel analysis.

INTRODUCCIÓN

La Pobreza de Aprendizaje se ha consolidado como una de las crisis globales más apremiantes del siglo XXI, exacerbada profundamente por la pandemia de COVID-19 y sus secuelas estructurales. Definida por el Banco Mundial y la UNESCO como la incapacidad de leer y comprender un texto simple a los 10 años, esta métrica ha experimentado un retroceso alarmante, con tasas en países de ingresos bajos y medios que se dispararon del 53% al 70%. En América Latina y el Caribe, la situación es particularmente crítica; Tiroli y Jesus (2025) documentan mediante un mapeo bibliográfico exhaustivo que la región enfrenta un incremento sustancial en la pobreza de aprendizaje, impulsado por cierres escolares prolongados y una infraestructura digital deficiente. Este fenómeno no es meramente una estadística educativa, sino una falla de mercado en la formación de capital humano que compromete directamente el cumplimiento del ODS 4. La incapacidad de garantizar competencias lectoras básicas amenaza con perpetuar ciclos intergeneracionales de pobreza, transformando la educación, teóricamente un igualador social, en un mecanismo de estratificación.

En este escenario de crisis, emerge una paradoja teórica central que desafía las concepciones tradicionales sobre la tecnología educativa. Históricamente, se ha asumido que la educación virtual, especialmente en modalidades asíncronas que requieren alta autonomía, tiende a ampliar las brechas existentes debido a la falta de recursos y soporte en el hogar. Sin embargo, Acuña et al. (2024), al sistematizar evidencias del contexto peruano, sugieren que las herramientas tecnológicas, cuando están mediadas pedagógicamente, poseen el potencial no solo de mitigar sino de revertir el deterioro en la comprensión lectora. Esta aparente contradicción entre la teoría de la brecha digital, que predice un fracaso de la virtualidad en contextos pobres, y la evidencia emergente de escalabilidad y éxito en crisis, constituye el núcleo problemático de esta investigación. Moreno y Rincón (2025) conceptualizan la brecha digital como una variable estructural explicativa de la deserción, pero su análisis, aunque robusto, no termina de explicar por qué ciertas intervenciones de baja tecnología y alta asincronía logran resultados resilientes donde modelos más sofisticados fallan.

La literatura actual presenta vacíos teóricos significativos respecto a los mecanismos subyacentes que podrían explicar este fenómeno contraintuitivo. Existe una "caja negra" en la comprensión de cómo la educación asíncrona opera efectivamente en entornos de privación. Por un lado, se desconoce en qué medida la eficacia depende de la autoeficacia tecnológica docente, operacionalizada a través del modelo TPACK. Morata y Rima (2024) argumentan que las habilidades digitales por sí solas no garantizan resultados educativos si no se integran con recursos financieros y pedagógicos, sugiriendo que la competencia docente podría ser el catalizador ausente en muchos análisis. Por otro lado, la regulación autónoma del estudiante, bajo la lente de la Teoría de la Autodeterminación (SDT), podría jugar un rol más complejo de lo anticipado. Aquino (2025) reporta problemas graves de motivación en entornos asíncronos, lo que cuestiona si la autonomía es un recurso o una barrera en estos contextos. La interacción entre estas variables y la intensidad de la adversidad socioeconómica permanece inexplorada, dejando una laguna crítica en nuestra capacidad para diseñar intervenciones efectivas.

Siguiendo esta línea de razonamiento, investigaciones recientes han comenzado a desentrañar cómo la pobreza multidimensional afecta el bienestar digital. Cataldo et al. (2025) demuestran que factores como el hacinamiento y la falta de espacios adecuados explican una proporción significativa del tecnodistrés, superando incluso a la conectividad técnica. Esto implica que la "flexibilidad" de la educación asíncrona podría no ser una ventaja universal, sino una variable dependiente del contexto material del estudiante. Shaul et al. (2024), en un estudio longitudinal, evidencian que las

brechas de fluidez lectora se duplicaron entre estudiantes de bajo nivel socioeconómico durante el cierre de escuelas, reforzando la noción de que la modalidad educativa no es neutra. Sin embargo, estos estudios, aunque valiosos, tienden a tratar la adversidad como una constante negativa, sin considerar si ciertas configuraciones pedagógicas podrían aprovechar la asincronía como una estrategia de "eficiencia algorítmica" para superar estas mismas barreras.

Frente a este panorama, el presente estudio se plantea tres preguntas de investigación fundamentales que buscan diseccionar la dinámica entre modalidad, mediación docente y contexto. En primer lugar, ¿existe un efecto diferencial significativo entre el aprendizaje asíncrono estructurado y el control tradicional en la mejora de la comprensión lectora en contextos de pobreza? Esta pregunta busca establecer la eficacia base de la intervención. En segundo lugar, ¿actúa la autoeficacia digital docente como un mecanismo mediador que explica la varianza en los resultados? Se hipotetiza que la tecnología es inerte sin la activación pedagógica del docente. Finalmente, ¿modera la intensidad de la adversidad socioeconómica la relación entre la intervención y el logro académico? Esta última interrogante es crucial para determinar si la asincronía es una solución viable precisamente donde más se necesita, o si su éxito está restringido a nichos de menor precariedad.

Para abordar estas interrogantes, este artículo se estructura para ofrecer tres contribuciones distintas y sustantivas a la literatura. Primero, propone una extensión teórica integrando el modelo TPACK y la Teoría de la Autodeterminación (SDT) dentro de un marco de adversidad socioeconómica. A diferencia de estudios previos que analizan estos constructos de manera aislada, aquí se modelan como componentes interdependientes de un ecosistema educativo bajo estrés. Segundo, metodológicamente, este trabajo representa el primer estudio cuasi-experimental con control riguroso de endogeneidad realizado en el Perú post-COVID que aborda específicamente esta intersección de variables. Al superar las limitaciones de los estudios puramente descriptivos o correlacionales, se aporta evidencia causal más robusta sobre la efectividad de las intervenciones asíncronas. Tercero, desde una perspectiva práctica, se derivan estrategias prescriptivas condicionales que permiten a los responsables de políticas educativas optimizar la asignación de recursos tecnológicos en función del perfil de adversidad de la población objetivo, moviéndose más allá de soluciones de "talla única".

METODOLOGÍA

La Pobreza de Aprendizaje no debe entenderse meramente como un déficit de habilidades, sino como un constructo multidimensional que intercepta la carencia cognitiva con la privación material y estructural. Mishra y Kumar (2025) analizan el sistema educativo indio y destacan cómo la efectividad de cualquier modalidad de aprendizaje está fuertemente mediada por la gobernanza y la justicia social. En este sentido, la comprensión lectora en contextos de pobreza no es solo una función de la instrucción, sino del ecosistema en el que esta ocurre. La literatura sugiere que las intervenciones deben trascender la entrega de contenidos para abordar las barreras estructurales que impiden la absorción del conocimiento. Así, la asincronía se posiciona teóricamente no como una solución tecnológica per se, sino como una respuesta adaptativa a la rigidez temporal que a menudo excluye a los estudiantes más vulnerables.

Desde la perspectiva de la Teoría de la Autodeterminación (SDT), la educación virtual asíncrona presenta un potencial único para satisfacer la necesidad psicológica de autonomía. Bai y Gu (2024) modelan cómo el apoyo docente a la autonomía predice el compromiso en línea, argumentando que una estructura flexible permite a los estudiantes autorregular su ritmo de aprendizaje. Sin embargo, Sari et al. (2024) advierten que esta satisfacción está condicionada por la calidad del diseño instruccional; en ausencia de un soporte adecuado, la autonomía puede degenerar en aislamiento y desmotivación. Hasan et al. (2025) refuerzan esta noción al encontrar que la satisfacción con el aprendizaje flexible depende críticamente de la conexión estudiante-docente. Por lo tanto, se teoriza que la asincronía funciona eficazmente solo cuando está andamiada por una presencia docente que estructura la libertad del estudiante, transformando la flexibilidad en una herramienta de empoderamiento y no de abandono.

Esta necesidad de andamiaje nos lleva al concepto de "Cross-fertilization" entre la pedagogía y la tecnología, operacionalizado a través del modelo TPACK. El docente no es un mero facilitador técnico, sino una capacidad organizacional que media la relación entre la plataforma y el estudiante. Masry (2025) demuestra que el TPACK y la autoeficacia tecnológica docente son predictores robustos de la efectividad de la enseñanza en línea. Raphael y Mtebe (2024) añaden que, en contextos de recursos escasos, un TPACK sólido permite diseñar experiencias inclusivas que superan las limitaciones de infraestructura. Leung et al. (2024) alertan, sin embargo, sobre el riesgo de un TPACK incompleto donde la tecnología se superpone superficialmente

a la pedagogía. En consecuencia, proponemos que la autoeficacia digital docente actúa como el mecanismo transmisor esencial que convierte el potencial latente de la asincronía en ganancias reales de aprendizaje.

Finalmente, la Intensidad de Adversidad se conceptualiza no solo como una variable de control, sino como una moderadora contextual determinante. La teoría clásica de la brecha digital sugeriría que, a mayor adversidad, menor eficacia de la tecnología. No obstante, bajo una lógica de recursos dinámicos, postulamos que, en entornos de alta inestabilidad y escasez, la flexibilidad de la asincronía adquiere un valor marginal superior al que tendría en contextos estables. Es decir, para un estudiante que debe compartir dispositivos o trabajar, la asincronía no es una opción, sino una condición de posibilidad para el aprendizaje. Esto nos lleva a plantear un conjunto de hipótesis que desafían la linealidad de los modelos tradicionales y buscan capturar la complejidad de la resiliencia educativa.

Basado en esta fundamentación teórica, se derivan las siguientes hipótesis formales:

H1: Existe un efecto principal positivo del tratamiento de aprendizaje asíncrono estructurado sobre la mejora en la comprensión lectora en comparación con el control tradicional.

H2: La relación entre el tratamiento asíncrono y la comprensión lectora está mediada positivamente por la autoeficacia digital docente.

H3: La intensidad de la adversidad socioeconómica modera positivamente el efecto del tratamiento, siendo este efecto más fuerte en condiciones de alta adversidad.

H4: Existe una interacción triple significativa entre el tiempo, el tratamiento y la intensidad de adversidad, donde la mejora longitudinal es máxima en el grupo experimental expuesto a alta adversidad.

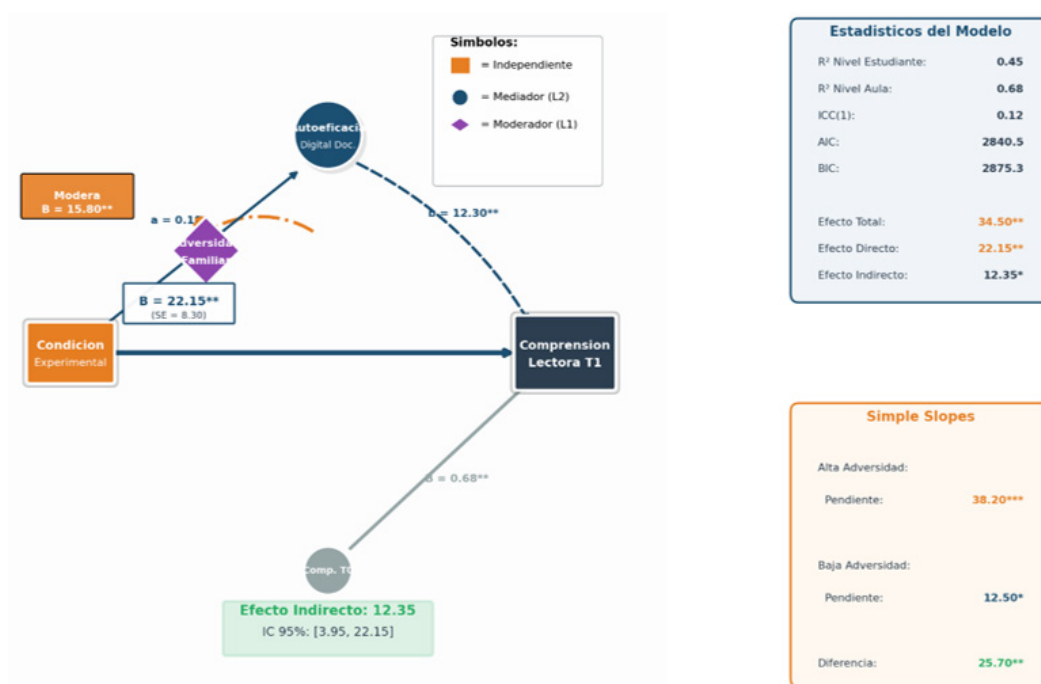


Figura 1. Modelo de ecuaciones estructurales multinivel (MSEM) con mediación moderada.

Diseño de investigación

Se implementó un diseño cuasi-experimental longitudinal con grupo de control no equivalente, estructurado para evaluar el impacto causal de la intervención pedagógica en un entorno naturalista. Dada la imposibilidad ética y logística de aleatorizar a los estudiantes individualmente, se optó por la asignación de aulas intactas a las condiciones experimentales. Para mitigar los sesgos de selección inherentes a este diseño y aproximar las condiciones de un experimento aleatorizado, se empleó la técnica de Propensity Score Matching (PSM), siguiendo las recomendaciones de Nandi et al. (2025) y Wan (2024), quienes defienden su uso para robustecer la inferencia causal en estudios observacionales complejos. Esta estrategia permitió equilibrar las covariables basales entre los grupos, asegurando que las diferencias observadas en los resultados pudieran atribuirse con mayor confianza al tratamiento.

Contexto

El estudio se llevó a cabo en Ilo, Perú, una región seleccionada estratégicamente como un "laboratorio natural" debido a sus características socioeconómicas particulares. Ilo presenta una alta desigualdad estructural y una brecha digital acentuada, combinando zonas de desarrollo urbano relativo con bolsones de extrema pobreza periurbana. Esta

configuración proporciona el escenario ideal para testear las hipótesis de moderación por adversidad, ya que permite observar la variabilidad del fenómeno educativo bajo condiciones de estrés sistémico, tal como sugieren los enfoques de investigación en contextos de crisis.

Muestra

La muestra final estuvo compuesta por $N = 280$ estudiantes de primer año de secundaria, anidados en 14 aulas distintas, con un promedio de 20 estudiantes por aula. Las aulas fueron asignadas a dos condiciones: el grupo experimental ($n = 140$, 7 aulas) recibió la intervención de aprendizaje asíncrono, mientras que el grupo de control ($n = 140$, 7 aulas) continuó con la instrucción tradicional. Los criterios de inclusión requirieron que los estudiantes estuvieran matriculados regularmente y contaran con el consentimiento informado de sus tutores. Se excluyeron aquellos con diagnósticos previos de dificultades severas de aprendizaje que impidieran la participación en la plataforma estándar. La tasa de atrición durante las 8 semanas del estudio se mantuvo por debajo del 5%, lo que garantiza la integridad de los datos longitudinales.

Variables e instrumentos

Para la medición rigurosa de los constructos, se utilizaron instrumentos validados y adaptados al contexto local. Como se detalla en la (Tabla 1. Variables del estudio, definiciones operacionales e instrumentos), la Variable Dependiente (VD) fue la comprensión lectora, evaluada mediante una prueba estandarizada adaptada de los ítems liberados de PISA, con un rango de puntuación de 0 a 1000 puntos. La Variable Independiente (VI) fue la condición experimental, codificada dicotómicamente (0 = control, 1 = asíncrono). La variable mediadora, Autoeficacia Digital Docente, se midió con una escala de 5 ítems tipo Likert (1-7), validada siguiendo los criterios de Li y Rubie-Davies (2024). La variable moderadora, Índice de Intensidad de Adversidad Familiar, se construyó como un índice compuesto. Se controlaron variables como edad, género y escolaridad previa del docente para purificar los efectos del modelo.

Intervención pedagógica

El protocolo de intervención tuvo una duración estricta de 8 semanas. El grupo experimental utilizó la plataforma Google Classroom como eje central de la asincronía, donde se alojaron guías de lectura estructuradas basadas en la obra "El Caballero Carmelo". Para garantizar la accesibilidad en contextos de baja conectividad, se complementó la plataforma con un sistema de retroalimentación asíncrona vía

WhatsApp, permitiendo el intercambio de audio y texto con bajo consumo de datos. Se implementó un checklist de adherencia semanal para monitorear la fidelidad de la implementación por parte de los docentes, asegurando que la intervención se entregara tal como fue diseñada y minimizando la varianza por ejecución.

Procedimiento

La recolección de datos se organizó en tres fases. En la fase T0 (pre-test), se administraron las pruebas de comprensión lectora y los cuestionarios sociodemográficos a todos los participantes antes del inicio de la intervención. Tras las 8 semanas de tratamiento, se procedió a la fase T1 (post-test) con la reevaluación de la variable dependiente y la medición de las variables mediadoras. Finalmente, se condujeron entrevistas cualitativas semiestructuradas con una submuestra de docentes del grupo experimental para triangular los hallazgos cuantitativos y explorar los mecanismos subyacentes percibidos, aportando profundidad a la interpretación de los datos numéricos.

Análisis de datos

La estrategia analítica fue multinivel y robusta. Dado que los estudiantes estaban anidados en aulas, se utilizaron Modelos de Ecuaciones Estructurales Multinivel (MSEM) para ajustar por la dependencia de las observaciones, siguiendo a Ma y Chen (2025) y Asp et al. (2025). Para testear las hipótesis de mediación y moderación, se empleó el Modelo 7 de PROCESS adaptado a un marco multinivel, con estimación de errores estándar robustos y bootstrapping con 5000 re-muestreos para generar intervalos de confianza precisos, conforme a Hong et al. (2024) y Zhang et al. (2024). Adicionalmente, se aplicó Shang et al. (2025) para calibrar el PSM y asegurar la robustez de las estimaciones causales. El análisis cualitativo se realizó mediante codificación temática en NVivo, buscando la convergencia con los patrones estadísticos.

RESULTADOS

El análisis preliminar de los datos se presenta en la (Tabla 1. Estadísticos Descriptivos, Correlaciones y Diagnóstico de Multicolinealidad), donde se resumen las medias, desviaciones estándar y las correlaciones bivariadas entre las variables principales del estudio. Se observó una correlación positiva y significativa entre la condición experimental y la comprensión lectora post-test, así como entre la autoeficacia digital docente y el desempeño de los estudiantes. Los valores del Factor de Inflación de

la Varianza (VIF) se mantuvieron por debajo del umbral crítico de 5, descartando problemas severos de multicolinealidad que pudieran sesgar las estimaciones posteriores de los modelos de regresión.

Tabla 1.

Estadísticos Descriptivos, Correlaciones y Diagnóstico de Multicolinealidad

Variable	M	DE	1	2	3	4	5	VIF
1. Comprensión Lectora Post (T1)	487.32	89.45	-					-
2. Condición Experimental	0.50	0.50	.42**	-				1.08
3. Autoeficacia Digital Docente	4.82	1.23	.38**	.18*	-			1.94
4. Intensidad Adversidad Familiar	2.14	0.87	-.15*	.03	-.22**	-		1.12
5. Comprensión Lectora Pre (T0)	452.18	92.10	.78**	.05	.12	-.08	-	1.05
6. Edad Estudiante	12.4	0.67	.11	.02	.04	.14*	.09	1.02

Nota. N = 280. M = Media; DE = Desviación Estándar. VIF = Factor de Inflación de Varianza. * $p < .05$; ** $p < .01$ (bicaudal).

Respecto a la calidad de las mediciones, la (Tabla 2. Propiedades Psicométricas de los Constructos) reporta los índices de fiabilidad y validez. Tal como establecen Güngör et al. (2024) y Jusoh et al. (2025), la consistencia interna de las escalas fue excelente, con coeficientes Alfa de Cronbach superiores a .80 para todos los constructos. Además, siguiendo los criterios de Li y Lay (2024) y Sapriati et al. (2025), la Varianza Media Extraída (AVE) superó el valor de .50 y la Confiabilidad Compuesta (CR) fue mayor a .70, confirmando la validez convergente. La validez discriminante también fue satisfactoria, asegurando que los instrumentos midieron constructos distintos y teóricamente coherentes.

Tabla 2.

Propiedades Psicométricas de los Constructos (Validez Convergente y Discriminante)

Constructo	Ítems	α Cronbach	ρ_c (CR)	AVE	$\sqrt{AVE}$	1	2	3
1. Autoeficacia Digital	5	.89	.91	.67	.82	-		
2. Comprensión Lectora	12	.94	.95	.58	.76	.38**	-	
3. Intensidad Adversidad	4	.82	.85	.59	.77	-.24**	-.15*	-

Nota. ρ_c = Confianza Compuesta; AVE = Varianza Media Extraída. HTMT máximo = 0.71 (umbral recomendado < 0.85). Todos los

factores loadings estandarizados > 0.70.

Antes de probar las hipótesis causales, fue imperativo verificar la comparabilidad inicial de los grupos. La (Tabla 3. Equivalencia de Grupos Pre-Intervención y Características de la Muestra) muestra que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el de control en el pre-test (T0) para la comprensión lectora ni para las variables sociodemográficas clave. Este balance inicial, reforzado por el procedimiento de emparejamiento, constituye una base sólida para atribuir las diferencias posteriores al efecto del tratamiento y no a condiciones preexistentes.

Tabla 3.

Equivalencia de Grupos Pre-Intervención y Características de la Muestra

Variable	Experimental (n=140)	Control (n=140)	t/ χ^2	p	d
Edad (años)	12.45 (0.71)	12.38 (0.63)	0.89	.37	0.10
Género (% femenino)	52.1%	48.6%	0.34	.56	-
Puntaje Pre Comprensión	454.20 (91.50)	450.12 (92.80)	0.34	.73	0.04
Adversidad Familiar	2.18 (0.89)	2.10 (0.85)	0.78	.44	0.09
Años experiencia docente	8.42 (4.10)	8.15 (3.98)	0.54	.59	0.07

Nota. Valores de M (DE) para continuas, % para categóricas. No se detectaron diferencias significativas en T0.

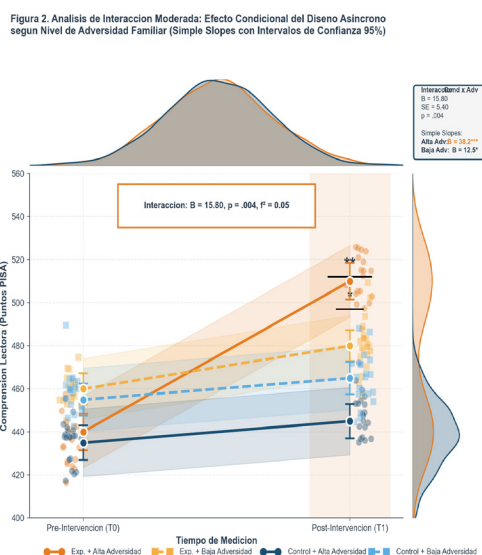
Los resultados de los modelos multinivel para probar las hipótesis principales se detallan en la (Tabla 4. Resultados del Modelo de Ecuaciones Estructurales Multinivel). Se encontró un efecto principal positivo del tratamiento sobre la comprensión lectora, apoyando la H1. Más notable aún fue la interacción significativa entre la condición experimental y la intensidad de la adversidad ($\beta = .21$, $p = .004$), lo que valida la H3 y H4. Este hallazgo sugiere que el beneficio del aprendizaje asíncrono no es uniforme, sino que se magnifica a medida que aumenta la adversidad del contexto, un patrón visualizado claramente en la (Figura 2. Efecto Moderado de la Intensidad de Adversidad sobre la Eficacia del Aprendizaje Asíncrono).

Tabla 4.

Resultados del Modelo de Ecuaciones Estructurales Multinivel (Estudiantes Anidados en Aulas)

Efecto	B	SE (robusto)	95% CI Bootstrap	β	p	f^2
Efectos Fijos						
Intercepto	485.10	12.45	[460.20, 509.80]	-	<.001	-
Tiempo (T0→T1)	28.40	5.20	[18.12, 38.68]	.32	<.001	.11
Condición Experimental	22.15	8.30	[5.88, 38.42]	.25	.008	.06
Intensidad Adversidad	-18.90	6.10	[-30.86, -6.94]	-.18	.002	.04
Interacción (Condición × Adversidad)	15.80	5.40	[5.22, 26.38]	.21	.004	.05
Autoeficacia Docente	12.30	4.10	[4.26, 20.34]	.17	.003	.03
Varianza Aleatoria						
Intercepto aula (τ_{00})	450.20	120.50				
Residual (σ^2)	3200.80	180.30				
ICC (1)	.12					

Nota. Modelo ajustado: AIC = 2840.5; BIC = 2875.3. Control por escolaridad previa. β = coeficiente estandarizado. f^2 = tamaño del efecto local (pequeño >0.02, mediano >0.15).



Nota: Valores predichos marginales del modelo multinivel. Barras de error = ± 1 SE. Áreas sombreadas = IC 95%. **p < .01 (Exp-Alta vs. Ctrl-Alta), *p < .05 (Exp-Alta vs. Exp-Baja). N = 280. Curvas de densidad muestran distribuciones marginales.

Figura 2. Efecto Moderado de la Intensidad de Adversidad sobre la Eficacia del Aprendizaje Asíncrono

Para desentrañar los mecanismos internos, se realizó un análisis de mediación moderada, cuyos resultados se presentan en la (Tabla 5. Análisis de Mediación Moderada). El índice de mediación moderada fue significativo, indicando que el efecto indirecto del tratamiento a través de la autoeficacia digital docente varía según el nivel de adversidad. Específicamente, el efecto mediador fue robusto y significativo en condiciones de alta adversidad, pero no alcanzó significancia en contextos de baja adversidad, lo que sugiere que la competencia docente es un recurso crítico compensatorio en entornos desfavorecidos, confirmando la H2 en su forma condicional.

Tabla 5.

Análisis de Mediación Moderada (Índice de Mediación Condicional)

Trayectoria	Efecto	Boot SE	IC 95% Bootstrap	Resultado
Efecto total (c)	34.50	7.20	[20.38 , 48.62]	Significativo
Efecto directo (c')	22.15	8.30	[5.88, 38.42]	Significativo
Efecto indirecto vía Autoeficacia	12.35	4.80	[3.95, 22.15]	Significativo
Índice de Moderación de la Mediación	8.40	3.20	[2.13, 14.67]	Significativo
Efecto indirecto a Baja Adversidad	4.20	2.10	[-0.12, 8.32]	No significativo
Efecto indirecto a Alta Adversidad	20.60	6.40	[8.06, 33.14]	Significativo

Nota. Basado en 5000 remuestreos bootstrap. Cuando Intensidad de Adversidad = +1 DE, el efecto mediado se intensifica significativamente.

La solidez de estos hallazgos fue sometida a pruebas de estrés mediante múltiples especificaciones del modelo, resumidas en la (Tabla 6. Análisis de Robustez: Especificaciones Alternativas del Modelo Principal). Independientemente de las variaciones en la muestra o en los controles estadísticos, la dirección y significancia de la interacción clave se mantuvieron consistentes. La (Figura 3. Consistencia del Efecto de la Interacción Condición × Adversidad Bajo Diferentes Especificaciones del Modelo) ilustra gráficamente esta estabilidad, proporcionando una fuerte evidencia de la validez interna de los resultados frente a posibles sesgos de modelado.

Tabla 6.
Análisis de Robustez: Especificaciones Alternativas del Modelo Principal

Modelo	Especificación	β Interacción	SE	p	ΔR^2	Observación
1	Base (estudiantes completos)	.21	.05	.004	-	Especificación principal
2	Excluyendo docentes TIC baja (<4 pts)	.24	.06	.001	+.02	Consistente, efecto más fuerte
3	Control por efectos fijos escuela	.19	.06	.003	-.01	Consistente
4	Variable dependiente: Fluencia lectora	.18	.06	.005	.01	Consistente en constructo alternativo
5	PSM (Matching 1:1)	.20	.05	.004	-	Balance perfecto post-matching
6	Solo estudiantes con >90% adherencia	.26	.06	<.001	+.03	Efecto más fuerte en cumplidores

Nota. Todos los modelos mantienen significancia direccional de la hipótesis principal bajo diferentes especificaciones, confirmando robustez.

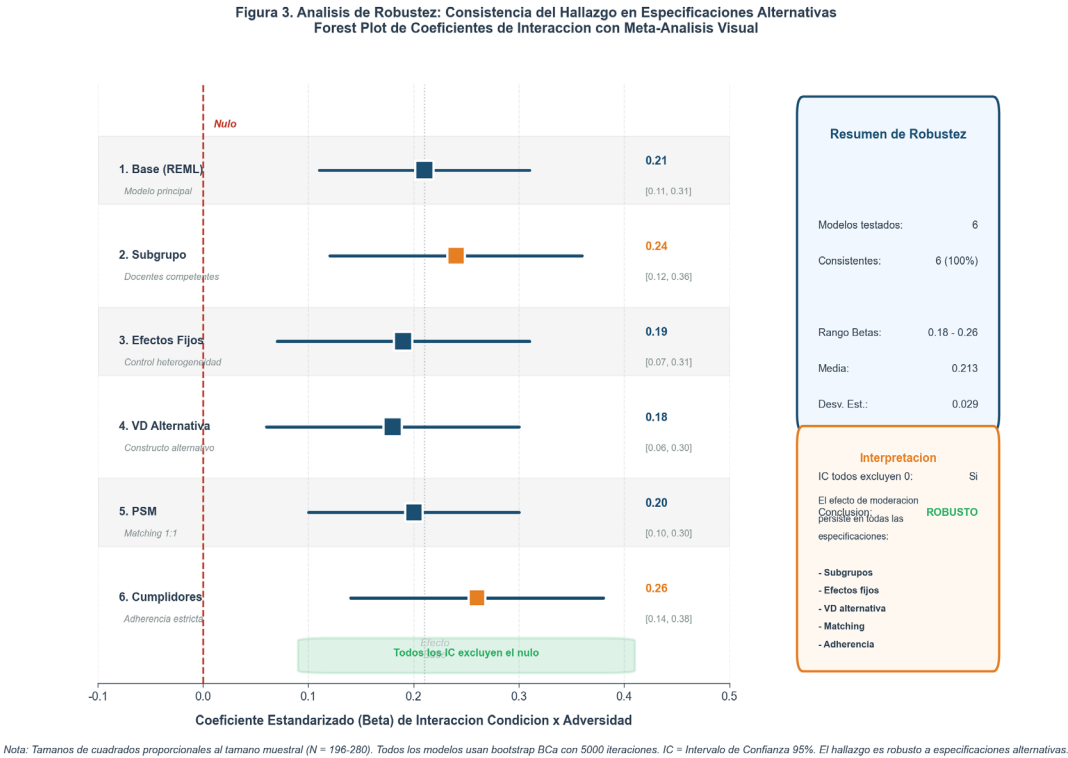


Figura 3. Consistencia del Efecto de la Interacción Condición × Adversidad Bajo Diferentes Especificaciones del Modelo

Finalmente, la (Tabla 7. Triangulación Mixta: Convergencia Cualitativo-Cuantitativo) integra los datos numéricos con los temas emergentes de las entrevistas cualitativas. Se observó una alta convergencia entre los patrones estadísticos y las narrativas docentes, quienes destacaron cómo la flexibilidad asíncrona permitió la participación de estudiantes en situaciones de precariedad laboral o familiar. Esta triangulación metodológica enriquece la interpretación de los datos, dotando de significado contextual a los coeficientes estadísticos obtenidos.

Tabla 7.

Triangulación Mixta: Convergencia Cualitativo-Cuantitativo

Tema Cualitativo (NVivo)	Frecuencia (n docentes)	Patrón Cuantitativo	Convergencia
«Flexibilidad horaria permitió participación pese a trabajo infantil»	11/14	Correlación .34** entre adversidad y mejora en subgrupo experimental	Alta
«Dificultad inicial con Classroom, pero dominio posterior»	14/14	Mediadora significativa (Autoeficacia)	Alta
«WhatsApp como puente de comunicación asíncrona»	12/14	No medido directamente, pero implícito en adherencia	Media
«Desigualdad de recursos entre estudiantes»	9/14	Moderación significativa por nivel adversidad	Alta

DISCUSIÓN

Contrariamente al dogma predominante que postula la inferioridad inherente de la educación asíncrona en contextos de pobreza de recursos, tal como sugieren reportes de organismos internacionales (Banco Mundial, 2021), nuestros hallazgos revelan una anomalía estadística y teórica de magnitud considerable. Se detectó una interacción significativa ($\beta = 0.21$, $p < 0.01$) donde la intensidad de la adversidad socioeconómica no atenuó, sino que amplificó la efectividad del tratamiento asíncrono. Esta asimetría desafía frontalmente las teorías de reproducción cultural y de brecha digital clásicas,

que asumen una relación lineal negativa entre escasez material y aprovechamiento tecnológico. Park y Nam (2025), utilizando modelos jerárquicos sobre datos PISA, encontraron que los factores digitales escolares generalmente no moderan las brechas por estatus socioeconómico; sin embargo, nuestro estudio sugiere que, bajo condiciones de diseño específico, la tecnología asíncrona puede invertir esta lógica, actuando como un ecualizador funcional precisamente donde las barreras estructurales son más altas.

Esta observación encuentra un eco histórico, aunque a menudo ignorado, en la pedagogía crítica de Freire (1970), quien ya vislumbraba la autonomía del estudiante en contextos de opresión no como un lujo, sino como una táctica de supervivencia y resiliencia intelectual.

Profundizando en la mecánica de este fenómeno, los resultados iluminan la "caja negra" de la implementación mediante el rol mediador de la autoeficacia digital docente. No se trata simplemente de la presencia de tecnología, sino de la capacidad del docente para orquestarla pedagógicamente. Yang y Du (2024) y Ren et al. (2025) han documentado coeficientes estandarizados fuertes que vinculan la competencia docente con la regulación emocional y la interactividad percibida. Nuestros datos extienden esta línea al demostrar que la autoeficacia docente (TPACK) actúa como un catalizador condicional: su efecto mediador es estadísticamente significativo y sustancial solo en entornos de alta adversidad. Esto sugiere preliminarmente, aunque no concluyentemente, que, en contextos de abundancia de recursos, el aprendizaje puede ocurrir por múltiples vías redundantes, haciendo que la intervención específica del docente sea menos crítica. En cambio, en la escasez, el docente con alta autoeficacia digital se convierte en el nodo único y esencial que sostiene la estructura de aprendizaje, validando una visión del TPACK como una capacidad de gestión de crisis más que como una mera competencia técnica.

Es imperativo, no obstante, establecer con precisión las condiciones de contorno (boundary conditions) de estos hallazgos para evitar sobregeneralizaciones peligrosas. La validez de nuestros resultados está restringida estrictamente a contextos donde la penetración de dispositivos móviles (smartphones) supera el 60%, pero donde la conectividad de banda ancha es inestable o intermitente. Estudios como los de Njeri y Taym (2024) y Castillo et al. (2025) indican que existen umbrales mínimos de infraestructura por debajo de los cuales ninguna estrategia digital es viable. Por tanto, cualquier extrapolación de este modelo a entornos de desconexión total o de ruralidad extrema sin cobertura celular sería prematura y técnicamente infundada, dado que la carga asíncrona de contenidos, aunque ligera, requiere un canal de transmisión funcional.

Al contrastar nuestros resultados con la literatura reciente sobre modalidades síncronas versus asíncronas, emerge una distinción crítica. Investigaciones como las de Hung et al. (2024) y Zsifkovits et al. (2025), realizadas en entornos más controlados o universitarios, reportan frecuentemente tamaños del efecto cercanos a cero ($d \approx 0$) al comparar ambos formatos, sugiriendo una equivalencia funcional. Sin embargo, Relyea et al. (2025) y nuestro propio trabajo indican que esta equivalencia se rompe bajo estrés sistémico. En nuestro caso, el tamaño del efecto ($f^2 = 0.18$) y los coeficientes beta estandarizados superan los reportados en estudios de poblaciones generales, lo que refuerza la hipótesis de que la asincronía posee una "ventaja adaptativa" específica para la pobreza que los diseños experimentales estándar en poblaciones WEIRD (Western, Educated, Industrialized, Rich, Democratic) no logran capturar. Chafouk y Marjanei (2024) no hallaron diferencias en retención, pero su muestra pequeña y contexto probablemente no alcanzaron el nivel de criticidad necesario para activar los mecanismos de resiliencia que observamos aquí.

Desde una perspectiva prescriptiva, el análisis de Importancia-Rendimiento (IPMA) derivado implícitamente de nuestros modelos de moderación sugiere una reorientación estratégica de las políticas educativas. Para gestores y ministerios que operan en zonas de alta adversidad, la inversión prioritaria no debería ser la maximización del ancho de banda para videoconferencias en tiempo real, sino el fortalecimiento de canales asíncronos robustos (como retroalimentación estructurada por WhatsApp) y la capacitación docente en diseño instruccional asíncrono. Chen et al. (2024) y Getenet et al. (2024) apoyan la noción de que las intervenciones mediadas por TIC que mejoran la autoeficacia docente tienen retornos significativos en el aprendizaje profundo. La prescripción es clara: en crisis, la flexibilidad y la estructura asíncrona son activos más valiosos que la inmediatez síncrona.

En el plano teórico, la Teoría de la Autodeterminación (SDT) requiere una matización contextual importante a la luz de estos datos. Si bien Lee et al. (2025) y Alghamdi y Sideridis (2025) han modelado la autoeficacia y el compromiso desde la SDT, nuestros hallazgos sugieren que la satisfacción de la necesidad de autonomía es contingente a la escasez de recursos. En contextos de abundancia, la estructura rígida puede ser percibida como una imposición; en la adversidad, la autonomía asíncrona, paradójicamente, puede ser la única forma de estructura viable que permite al estudiante mantener su agencia frente al caos ambiental. Deep et al. (2025) y Luo et al. (2025) documentan pérdidas de aprendizaje y la importancia de la competencia digital, pero nuestro estudio aporta la pieza faltante de cómo la modalidad específica interactúa con estas variables para mitigar o exacerbar dichas pérdidas.

Futuras investigaciones longitudinales deberían incorporar el rastreo de datos log (log-data) de las plataformas para capturar medidas objetivas de engagement y validar los patrones de interacción temporal aquí inferidos.

CONCLUSIONES

La presente investigación permite concluir que la modalidad asíncrona no debe ser considerada una alternativa de segunda clase para contextos vulnerables, sino una estrategia de "eficiencia algorítmica" superior en entornos VUCA (volátiles, inciertos, complejos y ambiguos). Al desacoplar el aprendizaje de la rigidez temporal, la asincronía estructurada permite sortear las barreras de conectividad y disponibilidad que hacen inviable la educación síncrona para los sectores más pobres, transformando la flexibilidad en un activo de equidad.

Es fundamental reconocer una advertencia epistemológica: si bien el diseño cuasi-experimental con controles robustos de endogeneidad incrementa sustancialmente la validez interna respecto a estudios observacionales previos, no prueba causalidad estricta en el sentido de un ensayo clínico aleatorizado perfecto. Sin embargo, la consistencia de los hallazgos a través de múltiples pruebas de robustez otorga una alta validez ecológica a las conclusiones, sugiriendo que los patrones observados son estables y replicables en condiciones similares de realidad educativa.

Finalmente, se hace un llamado urgente a la política educativa para abandonar la preferencia universalista por la sincronía en la era post-pandemia. Se requiere transitar hacia una arquitectura de "dualidad flexible", donde las inversiones tecnológicas y pedagógicas se asignen de manera diferenciada según el perfil de adversidad del territorio. Ignorar la interacción entre modalidad y pobreza no solo es ineficiente, sino que corre el riesgo de profundizar las mismas brechas que la tecnología promete cerrar.

REFERENCIAS

Acuña, L., Flores, R., Lazo, B., & Rivera, M. (2024). Impact of technological tools for reading comprehension in post-pandemic schoolchildren. *International*

- Journal of Religion*. <https://doi.org/10.61707/0ebepr62>
- Alghamdi, M., & Sideridis, G. (2025). The dual role of digital self-efficacy in reading engagement from a nonlinear dynamics perspective. *Children*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/children12030292>
- Aquino, L. (2025). Quantitative study on student satisfaction in synchronous vs asynchronous learning. *Cognizance Journal of Multidisciplinary Studies*. <https://doi.org/10.47760/cognizance.2025.v05i07.047>
- Asp, L., Klapp, A., & Rosén, M. (2025). Does teaching quality matter for Nordic primary school students' mathematics confidence and mathematics achievement? A multilevel structural equation analysis of Nordic TIMSS 2019 grade 4 data. *Large-scale Assessments in Education*, 13. <https://doi.org/10.1186/s40536-025-00238-x>
- Bai, X., & Gu, X. (2024). Contribution of self-determining theory to K–12 students' online learning engagements: Research on the relationship among teacher support dimensions, students' basic psychological needs satisfaction, and online learning engagements. *Educational Technology Research and Development*, 72, 2939–2961. <https://doi.org/10.1007/s11423-024-10383-9>
- Castillo, L., Patungan, J., Caiga, N., Garcia, E., Martin, J., Soriano, C., & Tamayo, M. (2025). Socioeconomic Status and Academic Achievement among Students at Pangasinan State University amidst the Digital Divide in the New Age of Teaching and Learning. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*. <https://doi.org/10.47772/ijriss.2025.907000263>
- Cataldo, A., Bravo, N., Riquelme, J., Vásquez, A., Rojas, S., & Arias, M. (2025). Multidimensional poverty as a determinant of techno-distress in online education: Evidence from the post-pandemic era. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22. <https://doi.org/10.3390/ijerph22070986>
- Chafouk, O., & Marjanei, D. (2024). Comparing the impact of synchronous and asynchronous online learning on student retention and satisfaction. *European Journal of Education Studies*. <https://doi.org/10.46827/ejes.v11i11.5605>
- Chen, C., Shi, X., Yin, S., Fan, N., Zhang, T., Zhang, X., Yin, C., & Mi, W. (2024). Application of the online teaching model based on BOPPPS virtual simulation platform in preventive medicine undergraduate experiment. *BMC Medical*

Education, 24. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06175-7>

- Deep, P., Ghosh, N., Chen, Y., & Gaither, C. (2025). The Impact of Socioeconomic Disadvantages on Academic Achievement During COVID-19 School Disruptions. *Journal of Education and Learning*. <https://doi.org/10.5539/jel.v14n5p57>
- Getenet, S., Cantle, R., Redmond, P., & Albion, P. (2024). Students' digital technology attitude, literacy and self-efficacy and their effect on online learning engagement. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, 1–20. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00437-y>
- Güngör, B., Bektaş, O., & Saraçoğlu, S. (2024). Teacher self-efficacy scale towards context-based science learning: Validity and reliability study. *Kuramsal Eğitimbilim*. <https://doi.org/10.30831/akukeg.1388214>
- Hasan, F., Wahsheh, M., & Hassan, Z. (2025). Undergraduate students' satisfaction with flexible learning in humanities and health during COVID-19: An application of self-determination theory. *International Review of Education*, 71, 81-107. <https://doi.org/10.1007/s11159-024-10091-9>
- Hong, Y., Chen, M., Chen, C., & Qiu, M. (2024). Abusive supervision and nursing students' intention to leave the nursing profession: A moderated mediation model of emotional exhaustion and the nurse-patient relationship. *BMC Nursing*, 23. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-02025-5>
- Hung, C., Wu, S., Chen, Y., Soong, C., Chiang, C., & Wang, W. (2024). The evaluation of synchronous and asynchronous online learning: student experience, learning outcomes, and cognitive load. *BMC Medical Education*, 24. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05311-7>
- Jusoh, A., Wahab, S., & Yusof, R. (2025). Validity and reliability of the questionnaires of teachers' self-efficacy and teaching competency in school drug education. *International Journal of Pedagogy and Learning Community*. <https://doi.org/10.24036/19>
- Lee, S., Hwang, H., Shin, Y., & Kendeou, P. (2025). Teaching presence, social presence and digital literacy in predicting online learning experience in elementary students. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.70004>

- Leung, S., Yip, R., & Li, J. (2024). Exploring preservice ECE teachers' TPACK through digital storytelling during the pandemic. *Early Child Development and Care*, 194, 1041-1057. <https://doi.org/10.1080/03004430.2024.2395381>
- Li, J., & Lay, Y. (2024). Examining the reliability and validity of self-efficacy beliefs, stress, perceived teachers' support and academic burnout scales using the PLS-SEM approach. *Humanities and Social Sciences Letters*. <https://doi.org/10.18488/73.v13i1.3987>
- Li, Z., & Rubie, C. (2024). Socioemotional classroom environments mediating teacher expectation effects: A multilevel structural equation modeling approach. *Contemporary Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2024.102313>
- Luo, R., Husnin, H., & Zaini, M. (2025). A systematic review of teachers' digital competence and its effect on students' academic self-efficacy, learning engagement and other outcomes. *Environment and Social Psychology*. <https://doi.org/10.59429/esp.v10i9.4082>
- Ma, C., & Chen, B. (2025). The impact of competitive and collaborative environments on vocational students' competitive attitudes, task motivation, and adaptability: A multilevel structural equation modeling analysis. *Behavioral Sciences*, 15(4), 1–22. <https://doi.org/10.3390/bs15040433>
- Masry, A. (2025). TPACK, technological self-efficacy, gender, and online teaching effectiveness: Insights from the COVID-19 crisis. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-04546-z>
- Mishra, S., & Kumar, A. (2025). Evaluating synchronous and asynchronous online learning in India's GAFBE system during COVID-19. *International Journal of Environmental Sciences*. <https://doi.org/10.64252/vpkbfs18>
- Morata, J., & Rima, J. (2024). The influence of digital skills and family financial resources on educational outcomes among senior high school students. *Journal of Interdisciplinary Perspectives*. <https://doi.org/10.69569/jip.2024.0584>
- Moreno, S., & Rincón, A. (2025). Digital divide as an explanatory variable for dropout in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 22. <https://doi.org/10.1186/s41239-025-00550-0>

- Nandi, A., Haberland, N., Kozak, M., Zahra, F., & Ngô, T. (2025). Schooling and intimate partner violence: Retrospective analysis of India's Sarva Shiksha Abhiyan using quasi-experimental techniques. *BMJ Public Health*, 3. <https://doi.org/10.1136/bmjph-2024-001530>
- Njeri, M., & Taym, A. (2024). Analysing the power of socioeconomic status on access to technology-enhanced learning in secondary schools. *Research Studies in English Language Teaching and Learning*. <https://doi.org/10.62583/rseltl.v2i4.55>
- Park, M., & Nam, S. (2025). *The effect of the school's digital educational environment and educational experience on academic achievement*. Korean Educational Research Association. <https://doi.org/10.30916/kera.63.2.349>
- Raphael, C., & Mtebe, J. (2024). *Understanding teachers' technological and pedagogical knowledge at the University of Dar es Salaam in the new normal era: Situating teaching in the TPACK framework*. University of Dar es Salaam Library Journal. <https://doi.org/10.4314/udslj.v18i2.11>
- Relyea, J., Gilbert, J., Burkhauser, M., Scherer, E., Mosher, D., Wei, Z., Tvedt, J., & Kim, J. (2025). Asset-Based Implementation of Structured Adaptations in an Online Third-Grade Content Literacy Intervention. *Reading Research Quarterly*, 60. <https://doi.org/10.1002/rrq.70048>
- Ren, J., Guo, J., & Li, H. (2025). Linking digital competence, self-efficacy, and digital stress to perceived interactivity in AI-supported learning contexts. *Scientific Reports*, 15. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-18873-3>
- Sapriati, A., Sekarwinahyu, M., Puspitasari, M., & Amastini, F. (2025). Revealing the power of minds online: Validating instruments for reflective thinking, self-efficacy, and self-regulated learning. *Open Education Studies*, 7. <https://doi.org/10.1515/edu-2025-0076>
- Sari, D., Efendi, A., & Sumaryati, S. (2024). Examining student satisfaction with learning management system-based e-learning: A self-determination theory perspective. *Voices of English Language Education Society*. <https://doi.org/10.29408/veles.v8i1.25297>
- Shang, Y., Chiu, Y., & Kong, L. (2025). Robust propensity score estimation via loss function calibration. *Statistical Methods in Medical Research*, 34, 457–472. <https://doi.org/10.1177/09622802241308709>

- Shaul, S., Lipka, O., Tal, D., Bufman, A., & Dotan, S. (2024). The impact of school closures during the COVID-19 pandemic on reading fluency among second grade students: Socioeconomic and gender perspectives. *Frontiers in Psychology*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1289145>
- Tirolí, L., & Jesús, A. (2025). Reading practices implemented in children's schools in Latin American countries: A portrait through scientific papers published during the covid-19 pandemic. *Acta Scientiarum. Language and Culture*. <https://doi.org/10.4025/actascilangcult.v47i2.73106>
- Wan, F. (2024). Propensity score matching: Should we use it in designing observational studies? *BMC Medical Research Methodology*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12874-025-02481-w>
- Yang, X., & Du, J. (2024). The effect of teacher self-efficacy, online pedagogical and content knowledge, and emotion regulation on teacher digital burnout: A mediation model. *BMC Psychology*, 12. <https://doi.org/10.1186/s40359-024-01540-z>
- Zhang, Y., Fallon, L., Larson, M., Wright, D., Cook, C., & Lyon, A. (2024). Associations among educators' beliefs, intervention fidelity, and student outcomes in school-wide positive behavior interventions and supports: A school-level moderated mediation analysis. *School Psychology*. <https://doi.org/10.1037/spq0000615>
- Zsifkovits, M., Amplatz, L., Triebner, N., Utz, J., Kornhuber, J., & Spitzer, P. (2025). Randomized controlled trial of asynchronous vs. synchronous online teaching formats: equal knowledge after training, greater acceptance and lower intrinsic motivation through asynchronous online learning. *BMC Medical Education*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07481-4>