



UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO

ARTÍCULO CIENTÍFICO

MAESTRÍA EN EDUCACIÓN, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

**TEMA:
EFECTOS DE LA ATENCIÓN DIVIDIDA Y COMPLEJIDAD DE
LA TAREA EN EL APRENDIZAJE INDIVIDUAL Y
COLABORATIVO**

**AUTOR:
JOHN GUZMÁN ESCALANTE**

**TÍTULO ACADÉMICO:
MAGISTER EN EDUCACIÓN, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**

**DR. JIMMY ZAMBRANO R., PhD
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

GUAYAQUIL, MAYO 2024

Nota de Autor

Porciones de este artículo se han presentado en un póster en el Fourth Annual Meeting of the International Society of the Learning Sciences, 2024, Buffalo, New York, United States. No tenemos conflicto de interés que revelar. Ambos autores tienen igual contribución en este trabajo.

La correspondencia con respecto a este artículo la puede dirigir a John Guzmán, Unidad Educativa Comunitaria Intercultural Bilingüe Rumiñahui, Guayaquil, Ecuador. Email:

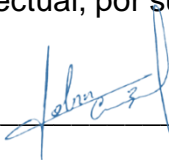
john.guzman@educacion.gob.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, John Gregory Guzmán Escalante, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mí autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado, calificación profesional, o proyecto público ni privado; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

En caso de que la Universidad auspicie el estudio, se incluirá el siguiente párrafo:

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.



John Gregory Guzmán Escalante

Resumen

Las tareas escolares suelen incluir actividades individuales y colaborativas con el apoyo de una gran variedad de materiales de aprendizaje. Estos materiales pueden infundir variados niveles de atención y aprendizaje dependiendo de la complejidad y la separación física de los elementos de información del material de estudio. El objetivo de este estudio fue explorar los potenciales efectos del nivel de interactividad de elemento (i.e., alta vs baja) y la atención dividida (i.e., información integrada vs separada) sobre el aprendizaje individual y colaborativo. Se condujo un diseño experimental con 192 estudiantes de educación secundaria con 64 que trabajaron individualmente y 128 en diadas. Los resultados revelaron en tareas con alta interactividad de elemento e información integrada los estudiantes individuales aprenden más que los grupos. Sin embargo, la información separada benefició más a los grupos que a los estudiantes individuales. Se concluye que los beneficios del aprendizaje individual y grupal están mediados por la complejidad de la tarea y la separación física de las fuentes de información del material de estudio, y se presentan recomendaciones para los profesionales de educación.

Palabras clave: atención dividida, interactividad de elemento, aprendizaje individual, aprendizaje colaborativo, carga cognitiva.

Abstract

School tasks often include individual and collaborative activities supported by a wide variety of learning materials. These materials can elicit varied levels of attention and learning depending on the complexity and physical separation of the information elements in the study material. The aim of this study was to explore the potential effects of element interactivity level (i.e., high vs. low) and split-attention (i.e., integrated vs. separated information) on individual and collaborative learning. An experimental design was conducted with 192 high school students, with 64 working individually and 128 in dyads. The results revealed that in tasks with high element interactivity and integrated information, individual students learned more than groups. However, separated information benefited groups more than individual students. It is concluded that the benefits of individual and group learning are mediated by task complexity and the physical separation of information sources in the study material, and recommendations for education professionals are presented.

Palabras clave: split-attention, element interactivity, individual learning, collaborative learning, cognitive load.

Introducción

Aprender y resolver problemas en grupos ha llegado entenderse como una habilidad clave del Siglo 21 tanto para la educación como para la economía global (Graesser et al., 2018). En contexto educativo, aprender a resolver problemas pueden incluir tareas individuales y colaborativas con el apoyo de una gran variedad de tipos de materiales (Slavin, 2014). En consecuencia, se requiere más investigación que guíe la toma de decisiones sobre cuál combinación instruccional es más efectiva.

Desde la perspectiva de la teoría de la carga cognitiva (Sweller et al., 2011a), la efectividad de aprender individualmente o grupos depende de los niveles de carga cognitiva según el número de elementos de información y la interrelación de ellos (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011; Zambrano R. et al., 2018). Asimismo, los materiales de aprendizaje podría infundir variados niveles de carga cognitiva según el grado de separación física entre los segmentos de información (i.e., atención dividida; Ayres & Sweller, 2022). Sin embargo, no se tiene conocimiento sobre los potenciales efectos de las condiciones sociales de aprendizaje y la atención dividida sobre el aprendizaje de resolución de problemas. Este artículo reporta un estudio experimental del campo que examinó el nivel de interactividad de elemento (i.e., alta versus baja) y la atención dividida (i.e., información integrada versus separada) y discute los hallazgos.

Carga Cognitiva e Interactividad de Elemento

La teoría de la carga cognitiva es un enfoque de instrucción basado en las características de la arquitectura cognitiva humana (Kirschner et al., 2018; Sweller et al., 2011a). Los elementos esenciales de esta arquitectura son la memoria de trabajo, la memoria de largo plazo y la

interacción entre ambas. Cuando la información a aprender es nueva, la memoria de trabajo es enormemente limitada debido a que solo procesa simultáneamente unos pocos elementos de información, mientras que la memoria de largo plazo que tiene una capacidad de almacenamiento sin límites temporales conocidos (Baddeley, 2011; Gilchrist & Cowan, 2011). En la medida en que la cantidad de nuevos elementos de información es más grande, la memoria de trabajo experimenta más carga de procesamiento (Chen, Paas, & Sweller, 2023; Sweller, 2010). Las limitaciones de la memoria de trabajo desaparecen cuando se cuentan con elementos de información específicos en la memoria de largo plazo (Chen et al., 2016; Tricot & Sweller, 2014).

La carga cognitiva se refiere a la intensidad de actividades cognitivas y elementos de información que deben ejecutarse en la memoria de trabajo durante una escala temporal (Kalyuga, 2009; Sweller et al., 2011a; Sweller et al., 2019). La carga varía dependiendo de la cantidad de elementos interactivos de información de la tarea de aprendizaje. Un elemento de información puede ser un concepto o procedimiento que se debe procesar y aprender (Chen, Paas, & Sweller, 2023; Sweller, 2010). La complejidad depende de la cantidad de elementos de un dominio específico, la interconexión entre ellos, así como del nivel de experticia del estudiante (Tricot & Sweller, 2014). Por ejemplo, un principiante que aprende tareas algebraicas tales como $2(3+x)=0$, *resuelva la x* podría sentirse abrumado debido a que debe procesar muchos elementos interactivos (e.g., opciones matemáticas básicas, rompimiento de paréntesis, cambio de lugar de coeficientes y constantes, entre otros). La resolución de esta tarea requiere escribir cada una de las operaciones de forma ordenada y secuencial (i.e., distribuir el 2 y multiplicarlo, restar 6, dividir para 2 para despejar x) y tener presente que cada movimiento o actividad mental sobre un elemento afecta a otros elementos del problema. En contraste, un estudiante experto que

ha acumulado muchos conocimientos de resolución de problemas como estos vería este problema un solo elemento que requiere uno o dos pasos para resolverlo (e.g., multiplicar 2 en ambos términos y cambiar de signo del 3).

Hay dos tipos de categorías de carga cognitiva que están relacionadas con la efectividad de la enseñanza (Sweller, 2010). La carga intrínseca se refiere al procesamiento de los elementos de información que se debe aprender. Esta carga puede ser baja o alta (e.g., $2x=6$ or $2(3+x)=0$ respectivamente) según la cantidad de elementos interactivos y no se puede alterar. La carga ajena se refiere al procesamiento de elementos de información ajenos a la tarea, tales como aprender a resolver un problema a través de las estrategias cognitivas genéricas como el análisis de medios-fines o de ensayo y error, o por diseños de materiales y ambientes instruccionales pobres (i.e., atención dividida; Ayres & Sweller, 2022). Esta carga se debe reducir al máximo manipulando la presentación de la información, por ejemplo usando ejemplos resueltos o parcialmente resueltos, a fin de que los estudiantes enfoquen sus recursos mentales en los elementos de información a aprender. La instrucción podría ser más efectiva cuando los elementos interactivos de información de una tarea altamente compleja se mantienen dentro de los límites de la memoria de trabajo y se reducen al máximo los elementos que imponen carga cognitiva ajena. Si el nivel de elementos interactivos de información de la tarea es bajo, la reducción de los elementos que inducen carga cognitiva ajena podría no ser necesaria cuando no sobrecarga la memoria de trabajo.

Carga Cognitiva Colaborativa

El aprendizaje colaborativo es una estrategia instruccional consiste en crear pequeños grupos de estudiantes con el propósito de que aprendan a resolver problemas académicos (Slavin, 2014; Webb, 1991; Zambrano R. et al., 2019b). La colaboración se ha estudiado desde una gran

variedad de enfoques (Crook, 2022; Hmelo-Silver & Chinn, 2015; Webb & Burnheimer, 2023) y se han encontrado mecanismos cognitivos y sociales que facilitan e inhiben la colaboración (Nokes-Malach et al., 2015). Un enfoque emergente es el de considerar a los grupos como sistemas de procesamiento de información (Hinsz et al., 1997; Tindale & Kameda, 2000). Estos sistemas se conforman de las limitadas memorias de trabajo individuales que crean un espacio de trabajo extendido para procesar los elementos de información de la tarea de aprendizaje a través de actividades transaccionales (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011). Desde esta una perspectiva, las actividades transaccionales, definidas como los elementos de comunicación y comunicación interindividual, son un mecanismo de procesamiento de información cuya carga cognitiva podría fomentar o perjudicar el aprendizaje (Kirschner et al., 2018; Tindale & Kameda, 2000).

La investigación reciente del aprendizaje colaborativo desde la perspectiva de la carga cognitiva sugiere que los grupos son más eficientes y efectivos cuando la interactividad de elementos de la información es alta (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011). Es decir, los miembros de un grupo podrían adquirir más conocimientos debido a que la carga cognitiva que imponen los elementos interactivos de la información de la tarea y de las actividades transaccionales (i.e., comunicación y coordinación interindividual) se comparten entre los miembros del grupo (i.e., ventaja distributiva; Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011; Zambrano R. et al., 2019a). Sin embargo, esta capacidad extendida y la carga cognitiva colaborativa asociada a las actividades transaccionales sería redundantes cuando el nivel de interactividad de elemento es bajo. En estas condiciones es mejor aprender individualmente (Kirschner, Paas, et al., 2011; Retnowati et al., 2016).

Efecto de Atención Dividida

Una fuente común de carga cognitiva ajena es la atención dividida que ocurre cuando los estudiantes deben integrar múltiples fuentes relevantes de información que están separadas espacialmente (Ayres & Sweller, 2022; De Koning et al., 2020; Sweller et al., 2011b). Cambiar el enfoque atencional de unos elementos de información a otros requiere mantener en la memoria de trabajo la información previamente atendida mientras se busca y procesa los elementos de información de otra fuente (Ayres & Sweller, 2022). La búsqueda e integración de múltiples fuentes de información separadas físicamente consumen recursos de la memoria de trabajo que podrían ser usados para la comprensión y adquisición de los mismos en la memoria de largo plazo.

De acuerdo con lo anterior, para que el estudiante pueda comprender y aprender la información, se la debería presentar de forma integrada, espacial y temporalmente (Ayres & Sweller, 2022; Sweller et al., 2011b). Sin embargo, hay que señalar que los efectos de la atención dividida se han investigado mayormente en condiciones de aprendizaje individual. Aun así, el efecto de la capacidad colectiva de la memoria trabajo (Kirschner et al., 2009; Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011) podría permitir que los grupos podrían acomodar sus recursos para gestionar óptimamente las fuentes de información separadas. En otras palabras, los miembros de un grupo podrían distribuirse los diferentes elementos de información y los integrarían a través de actividades transaccionales apropiadas (Webb, 1991; Zambrano R. et al., 2023).

El Presente Estudio

El presente artículo investigó cómo el nivel de interactividad de elemento (i.e., baja: ejemplos parcialmente resueltos versus alta: problemas convencionales), el tipo de atención que induce el material (i.e., integrada o dividida) influye en el aprendizaje individual y grupal de los

estudiantes. Se esperó que la carga cognitiva ajena asociada a la atención dividida en tareas de bajo nivel de interactividad de elemento no sea relevante debido a que las actividades cognitivas de integración de las fuentes de información no sobrecargan la capacidad de la memoria de trabajo (Chen, Paas, & Sweller, 2023; Sweller, 2010). Sin embargo, la baja interactividad de elemento es desfavorable para los grupos porque los beneficios de la capacidad extendida de la memoria colectiva de trabajo no son mayores a los costos cognitivos inducidos por las actividades transaccionales (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011). En consecuencia, en tareas de baja complejidad, esperamos que los estudiantes individuales exhiban un desempeño superior que los grupos colaborativos usando materiales que inducen atención dividida (h1.1) o integrada (h1.2).

A diferencias de las tareas de baja complejidad, las tareas con alta interactividad de elemento demandan más recursos cognitivos, lo que impone alta carga cognitiva intrínseca debido a la limitada capacidad el procesamiento de la información de la memoria de trabajo (Chen, Paas, & Sweller, 2023; Sweller, 2010). En estas condiciones, la información integrada podría aliviar la carga cognitiva de los estudiantes individuales. Por su parte, los grupos podrían aprovechar su capacidad colectiva de memoria de trabajo para atender la demanda de procesamiento ajeno asociado a la atención dividida y de procesamiento intrínseco relacionado con la alta interactividad de elementos de la tarea (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011; Kirschner et al., 2018). En consecuencia, se esperó que los materiales con información integrada favorezcan más a los estudiantes individuales que a los grupos (h2.1). En cambio, los materiales que inducen atención dividida no afectarían a los grupos colaborativos debido a su gran capacidad de memoria de trabajo. En consecuencia, esperamos que los grupos se desempeñen mejor que los

individuos en tareas con un alto nivel de interactividad de elementos de la tarea y por el material con información separada (h2.2).

Método

Participantes

El modelo se calculó utilizando G*Power con un tamaño de efecto mediano de $\eta^2 = .06$, error = .05, y potencia = .80, lo que dio como resultado 126 muestras. Se aumentó un 50% de estudiantes debido a la condición de aprendizaje colaborativo en parejas, quedando en 192 participantes de secundaria de una institución pública en la ciudad de Guayaquil, Ecuador. La edad media de los estudiantes fue de 15,5 años (DE = 0,793), de los cuales 97 eran hombres que representa el (51%) y 95 eran mujeres que representa el (49%). Los estudiantes fueron asignados mediante un esquema aleatorio según el tipo de estudio. La participación de los estudiantes fue informada y aprobada por las autoridades de la institución educativa. Todos los estudiantes eran novatos en el proceso de aprendizaje.

Diseño y Procedimiento

Se utilizó un diseño factorial de 2 factores la interactividad de elementos (i.e., simple vs. compleja), x 2 el tipo de material (i.e., la atención dividida vs. atención integrada) x 2 la condición social (i.e., individual vs. grupal). La variable dependiente fue el desempeño académico en matemáticas. El estudio se realizó en cuatro etapas: pretest de conocimientos, etapa de aprendizaje, etapa de prueba inmediata y etapa de prueba demorada. Cada etapa fue organizada en 4 sesiones de 40 minutos; en otras palabras, en 4 períodos regular de clase. El docente impartió a los participantes orientación sobre cómo trabajar los métodos de estudio y fidelidad al tratamiento para que se aplicara correctamente. Se les manifestó sobre la utilización

de una aplicación de reloj digital para mostrar el número de minutos asignados a cada actividad. Además, se les informó que por participar recibirían 10 puntos de compensación académica.

Las 4 etapas involucradas se ejecutaron de la siguiente manera: En la primera etapa fue una prueba preliminar, todos los estudiantes de la clase fueron evaluados individualmente sobre sus conocimientos de números complejos. En la segunda etapa, los estudiantes fueron asignados mediante un esquema aleatorio. Se formaron 4 grupos con 16 estudiantes en cada grupo de la siguiente manera: aprendizaje individual con tareas de alta complejidad y atención dividida; aprendizaje individual con tareas de alta complejidad sin atención dividida; aprendizaje individual con tareas simple y atención dividida; y aprendizaje individual con tareas simple sin atención dividida. Otros 4 grupos se formaron con 32 estudiantes en cada grupo quienes trabajaron en diadas como se describe a continuación: Aprendizaje colaborativo en pareja con tareas de alta complejidad y atención dividida; aprendizaje colaborativo en pareja con tareas de alta complejidad sin atención dividida; aprendizaje colaborativo en pareja con tareas simple y atención dividida; aprendizaje colaborativo con tareas simple sin atención dividida. Se les entregó la guía instruccional según el tipo de aprendizaje para cada tratamiento. La tercera etapa involucró una prueba inmediata después de la etapa de aprendizaje, e incluyó pruebas de retención y transferencia. Finalmente, la cuarta etapa la prueba demorada que se tomó después de 8 días. Además, se les informó a los alumnos que podían preguntar al docente si tenían dudas.

Materiales

El material se basó las operaciones con números completos (i.e., reales e irrales), lo fue parte del contenido de matemáticas el currículo nacional. Los estudiantes recibieron una guía didáctica y técnicas para sumar, restar, multiplicar y dividir números complejos, así como ejemplos resueltos y problemas prácticos para resolver.

Los materiales fueron diseñados considerando cuatro fuentes de información clave: una introducción detallada para cada operación (i.e., suma, resta, multiplicación y división), un problema específico resuelto, una descripción detallada y enumerada de cada paso acompañada de su solución, y un problema de práctica a resolver. El nivel de interactividad de elemento se manipuló en el problema de práctica adicional. La baja interactividad consistió en resolver un problema de práctica parcialmente resuelto, el cual presentó todos los pasos y sus soluciones. La alta interactividad consistió en un problema por resolver. Es decir, solo incluyó la descripción del paso y pidió que los estudiantes apliquen el procedimiento del problema inicial.

La atención dividida se manipuló en la solución del problema inicial de cada operación. En el material con información integrada, cada descripción enumerada fue seguida por la respectiva solución. En el material con información separada, las descripciones enumeradas se presentaron en bloque, seguidas por otro bloque de pasos resueltos enumerados. Los estudiantes tuvieron que integrar el número de la descripción de la solución con el número de la solución cada paso. El material utilizado para los estudiantes individuales y grupales fue el mismo, con las variaciones de complejidad y atención dividida según la condición, pero a los grupos se les pidió que interactúen para estudiar o resolver los problemas.

Mediciones de Desempeño

En la etapa de pretest los estudiantes fueron evaluados en base a la prueba escrita de matemáticas que contenía 4 ejercicios relacionados a las operaciones de suma, resta, multiplicación y división de números complejos, tema nuevo no impartido que debieron resolver.

En la etapa de aprendizaje los estudiantes recibieron la guía instruccional que contenían el tema desarrollado de números complejos con 4 ejercicios resueltos y el respectivo procedimiento relacionado a las operaciones de suma, resta, multiplicación, división y 4

ejercicios por resolver según su condición, complejidad y material. El desempeño académico para los estudiantes que trabajaron con alta interactividad de elementos fue calificado sobre 13 puntos, ya que los participantes tenían que resolver los 4 ejercicios de forma completa; es decir, se otorgaba 1 punto por cada paso desarrollado correctamente, menos de 1 punto según la parte proporcional realizada, y 0 punto en caso de que no haya realizado el ejercicio o la respuesta sea incorrecta, lo que resultó una puntuación máxima de 13 puntos y una mínima de 0 punto. Para los estudiantes que trabajaron con baja interactividad de elementos; es decir, que tenían que resolver los ejercicios de forma parcial, se les calificó sobre 6.5 puntos, se otorgaba 0.5 puntos por cada paso desarrollado correctamente, menos de 0.5 punto según la parte proporcional realizada, y 0 punto en caso de que no haya realizado el ejercicio o la respuesta sea incorrecta, lo que resultó una puntuación máxima de 6.5 puntos y una mínima de 0 punto.

En la evaluación inmediata los participantes recibieron un documento con 4 ejercicios prácticos por resolver un día después de la etapa de aprendizaje. En la prueba demorada los participantes recibieron un documento con 4 ejercicios prácticos ocho después de la etapa de aprendizaje. En el pretest, la prueba posterior inmediata y la prueba posterior demorada los participantes recibieron un documento con las actividades de aprendizaje que contenían el procedimiento de las operaciones de suma, resta, multiplicación y división de números complejos con el mismo nivel de complejidad similares a las tareas de aprendizaje con su respectiva valoración, mismas que fueron realizados por los participantes de manera independiente. También, se les comunicó que debían realizar los ejercicios prácticos en el documento de apoyo que se les entregó.

Resultados

Los análisis se realizaron utilizando SPSS versión 26 y de varianza (ANOVA) de 2 (interactividad de elemento: alta versus baja) x 2 (condición social: individual versus grupal) x 2 (formato: atención dividida versus atención integrada). La variable dependiente fue el rendimiento académico, medido durante las etapas: de tratamiento, prueba inmediata y prueba demorada. Se utilizó un nivel de significancia de .05 para todos los análisis. Para el tamaño del efecto se utilizó la eta parcial cuadrada (η_p^2) con valores de .01, .06 y .14 correspondientes a efectos pequeños, medianos y grandes, respectivamente (Cohen, 1988). Los niveles de interactividad de elemento de la etapa de aprendizaje se analizaron separadamente.

Aprendizaje

Los resultados descriptivos de la etapa de aprendizaje se muestran en la Tabla 1. Con respecto a las tareas con bajo nivel de interactividad de elemento, el ANOVA mostró que el efecto principal del material fue estadísticamente significativo a favor del material con información integrada, $M = 6.01$, $DS = .47$, $F(1, 92) = 13.55$, $MSE = .50$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .13$, en comparación con la información separada, $M = 5.45$, $DS = .90$. También fue significativo el efecto principal de la condición social, $F(1, 92) = 5.05$, $MSE = .50$, $p = .03$, $\eta_p^2 = .05$, el cual propone que el desempeño grupal, $M = 5.84$, $SD = .79$, fue mejor que el desempeño individual, $M = 5.50$, $SD = .67$. Sin embargo, interacción de efectos principales no fue significativa, $p = 1.00$

Con relación al desempeño en tareas con alto nivel de interactividad de elemento, el ANOVA mostró que los efectos principales para las características del material y la condición social no fueron significativo, $p = .59$ y $p = .31$ respectivamente. Sin embargo, la interacción de los efectos fue significativa, $F(1, 92) = 28.96$, $MSE = 3.43$, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.24$. Las pruebas post-hoc Bonferroni sugieren que el material con información integrada es más beneficioso para la

condición individual que para la condición grupal, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.18$, y que la información separada favorece más a la condición grupal que a la condición individual, $p < .01$, $\eta_p^2 = 0.09$.

Table 1

Medias y Desviaciones Estándar para el Desempeño de la Etapa de Aprendizaje

| | Información integrada | | Información separada | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|
| | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> |
| Baja interactividad de elemento | | | | |
| Individual | 5.78 | .55 | 5.22 | .68 |
| Grupal | 6.12 | .38 | 5.56 | .98 |
| Alta interactividad de elemento | | | | |
| Individual | 12.00 | 1.21 | 9.63 | 2.80 |
| Grupal | 9.44 | 1.72 | 11.38 | 1.64 |

Prueba Inmediata

El ANOVA (Table 2) reveló que solo el efecto principal de interactividad de elemento fue significativo y sugiere que la baja interactividad de elemento, $M = 9.92$, $SD = .31$, resultó en un desempeño superior comparado con la alta interactividad de elemento, $M = 7.5$, $SD = .31$. Los efectos principales restantes no fueron estadísticamente significativos.

Table 2

ANOVA de Dos Vías para la Prueba Inmediata

| Fuente | <i>MS</i> | <i>F</i> (1,184) | <i>p</i> | η_p^2 |
|--------------------------------|-----------|------------------|----------|------------|
| Interactividad de Elemento (E) | 250.26 | 29.77 | < .01 | 0.14 |
| Material (M) | 1.50 | 0.18 | .67 | 0.01 |

| | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|--------|
| Condición Social (S) | 30.38 | 3.61 | .06 | 0.02 |
| E x M | 0.01 | 0.01 | .97 | < 0.01 |
| E x S | 495.04 | 58.88 | < .01 | 0.24 |
| M x S | 106.26 | 12.64 | < .01 | 0.06 |
| E x M x S | 117.04 | 13.92 | < .01 | 0.07 |
| Error | 8.41 | | | |

Con relación a las interacciones significativas de efectos principales, las pruebas post-hoc Bonferroni de la interacción entre interactividad de elemento y condición social mostró que para las tareas de baja interactividad de elemento, aprender individualmente, $p < .01$, $\eta_p^2 = .20$, $M = 12.05$, $SD = .51$, fue más efectivo que aprender en grupos, $M = 7.80$, $SD = .36$. Sin embargo, en tareas con alta interactividad de elemento, aprender en grupos, $p < .01$, $\eta_p^2 = .08$, $M = 8.78$, $SD = .36$, es mejor que aprender individualmente, $M = 6.22$, $SD = .51$.

Las pruebas Bonferroni de la interacción entre el material y la condición social indicaron el material con información integrada beneficia más a los estudiantes individuales, $p < .01$, $\eta_p^2 = .08$, $M = 9.83$, $SD = .51$, que a los grupos, $M = 7.41$, $SD = .36$. Sin embargo, el material con información separada favorece por igual a ambas condiciones sociales de aprendizaje, $p = 2.4$.

Con respecto a la interacción entre los efectos de interactividad de elemento, condición social y material fue significativa, lo cual sugiere que las tareas con baja interactividad de elementos con material integrado $p < .01$, $\eta_p^2 = .11$, o material separado, $p < .01$, $\eta_p^2 = .11$, benefician más a los estudiantes individuales que a los grupos (Tabla 3). Las tareas con alta interactividad de elemento con material integrado beneficiaron por igual a estudiantes

individuales y grupales, $p = .45$. Sin embargo, el material separado resultó ser mejor para los estudiantes grupales, $p < .01$, $\eta_p^2 = .19$.

Tabla 3

Medias y Desviaciones Estándar para el Desempeño de la Prueba Inmediata

| | Información integrada | | Información separada | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|
| | <i>M</i> | <i>SD</i> | <i>M</i> | <i>SD</i> |
| Baja interactividad de elemento | | | | |
| Individual | 11.91 | 1.13 | 12.19 | 1.57 |
| Grupal | 7.73 | 2.55 | 7.86 | 3.93 |
| Alta interactividad de elemento | | | | |
| Individual | 7.75 | 4.41 | 4.69 | 3.98 |
| Grupal | 7.08 | 2.64 | 10.48 | 1.43 |

Prueba Demorada

El ANOVA (Table 4) mostró que el efecto principal de condición social fue significativo y sugiere que aprender individualmente, $M = 7.87$, $SD = .41$, resultó en un mejor desempeño que aprender en grupos, $M = 6.06$, $SD = .29$. Los restantes efectos principales no fueron estadísticamente significativos.

Table 4

ANOVA de Dos Vías para la Prueba Demorada

| Fuente | <i>MS</i> | <i>F</i> (1,184) | <i>p</i> | η_p^2 |
|--------------------------------|-----------|------------------|----------|------------|
| Interactividad de elemento (E) | 4.27 | .39 | .53 | < 0.01 |
| Material (M) | 32.38 | 2.97 | .09 | 0.02 |

| | | | | |
|----------------------|--------|-------|-------|--------|
| Condición Social (S) | 139.56 | 12.78 | < .01 | 0.07 |
| E x M | 75.70 | 6.94 | .01 | 0.04 |
| E x S | 9.85 | .90 | .34 | < 0.01 |
| M x S | 158.24 | 14.50 | < .01 | 0.07 |
| E x M x S | .71 | .07 | .80 | < 0.01 |
| Error | 10.92 | | | |

Con respecto a las interacciones de efectos principales estadísticamente significativas, las pruebas Bonferroni de la interacción entre el factor interactividad de elemento y el material indicaron que para las tareas de baja interactividad, el material con información integrada, $M = 7.91$, $SD = .51$, es más efectivo que el material con información separada, $p < .01$, $\eta_p^2 = .05$, $M = 5.70$, $SD = .51$. Sin embargo, en tareas de alta interactividad de elemento, ambos tipos de material son igualmente efectivos, $p = .52$.

Las pruebas Bonferroni sobre la interacción entre el material y la condición social indicaron que el material con información integrada beneficia más a los estudiantes individuales, $p < .01$, $\eta_p^2 = .13$, $M = 9.27$, $SD = .58$, que a quienes aprenden en grupos, $M = 5.53$, $SD = .41$. Sin embargo, el material con información separada beneficia por igual a ambas condiciones de aprendizaje, $p = .87$.

Discusión

El desarrollo de habilidades de solución de problemas está ganando popularidad entre quienes abogan por la existencia de unos conocimientos claves para la sociedad contemporánea (Han et al., 2023; Karaca-Atik et al., 2023). Mientras tanto, en los salones de clases las decisiones instruccionales para el aprendizaje de la solución de problemas suelen combinar

actividades de aprendizaje colaborativo e individual con el apoyo de una gran variedad de materiales instruccionales. En este contexto, la decisión por el aprendizaje individual o grupal para fomentar la adquisición de habilidades de resolución de problemas sería más precisa y efectiva si se considera las características de la cognición humana, de la tarea y del material de aprendizaje (Zhang et al., 2021). En consecuencia, el propósito de este estudio fue examinar cómo interactúa el nivel de interactividad de elemento de la tarea (i.e., baja: ejemplos parcialmente resueltos, versus alta: solución de problemas) y la atención dividida (i.e., material con información integrada y separada) en el aprendizaje individual y colaborativo.

Nuestras hipótesis sobre las tareas con baja interactividad de elemento, como es el caso de los ejemplos parcialmente resueltos, asumieron que estas inducen baja carga cognitiva quedando espacio disponible para adquirir la información de la tarea en la memoria de largo plazo y afrontar con otras fuentes de carga cognitiva. Por tanto, esperamos que los estudiantes individuales exhiban un desempeño superior en comparación con los grupos, ya sea que estudien con materiales que induzcan atención dividida (h1.1) o integrada (h1.2). Las pruebas inmediatas y demoradas presentan evidencia que respalda ambas hipótesis. Estos resultados sugieren que los recursos atencionales invertidos durante la etapa de aprendizaje individual podrían haber sido suficientes para enfrentar la demanda cognitiva de la tarea de aprendizaje y la atención dividida. La baja interactividad de elemento de las tareas parcialmente resueltas probablemente indujeron una menor actividad de la memoria de trabajo o carga cognitiva. Esto quizás permitió que los estudiantes individuales puedan integrar la información separada del material sin sobrepasar la capacidad total de la memoria de trabajo.

Los grupos colaborativos, por su parte, tuvieron que invertir recursos adicionales de memoria de trabajo en las actividades transaccionales (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011).

Actividades tales como compartir información del problema, hacer cálculos compartidos, o discutir el resultado de un paso de la tarea (Webb et al., 1995; Zambrano R. et al., 2023) probablemente incrementó aún más la actividad de la memoria de trabajo. Los miembros de un grupo quizás pudieron combinar efectivamente sus recursos de memoria de trabajo para cubrir la demanda cognitiva tanto de las interacciones, así como de las operaciones mentales de integrar las fuentes separadas de información. Sobre esto último, es plausible sugerir que los miembros de un grupo pudieron afrontar los costos cognitivos de la atención dividida compartiendo los elementos del material que estaban físicamente separados. En otras palabras, al compartir la información de la tarea, el efecto negativo de la atención dividida dio lugar a mayores interacciones colaborativas. Sin embargo, es posible que las actividades transaccionales hayan consumido una cantidad significativa de recursos atencionales al punto de que interfirió con la adquisición de información en la memoria a largo plazo. Al parecer, las ventajas de poder distribuir la carga cognitiva de la tarea entre los miembros de un grupo y disponer un reservorio mayor de recursos de memoria colectiva no se justifica en tareas de baja complejidad (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011). Las actividades transaccionales en tareas de aprendizaje poco demandantes imponen unos costos cognitivos que parecen inhibir la adquisición de la información.

Concerniente a nuestras hipótesis sobre los efectos de las tareas con alto nivel de interactividad de elemento, como es el caso de la resolución de problemas, se partió del supuesto de que tales tareas generan una más alta carga cognitiva en la memoria de trabajo (Sweller, 1994). Consecuentemente, quedaría poco espacio disponible para adquirir la información de la tarea en la memoria de largo plazo y para afrontar otras fuentes de carga cognitiva. Por tanto, se esperó que las tareas con alta interactividad de elemento con materiales con información

integrada favorezcan más a los estudiantes individuales que a los grupos debido a que estos tienen más costos cognitivos asociados a las actividades transaccionales (h2.1). Solo los resultados de la etapa de aprendizaje proporcionan evidencia para esta hipótesis. Al parecer, durante el proceso de aprendizaje los estudiantes individuales pudieron invertir más recursos atencionales en la adquisición de la información en comparación con los grupos. La solución de problemas requirió que se lleven a cabo una serie de pasos siguiendo un ejemplo resuelto. El ejemplo resuelto con información integrada podría haber reducido la cantidad actividades de la memoria de trabajo dejando más recursos mentales para fomentar la retención de la tarea (Chen, Retnowati, et al., 2023; Renkl et al., 2010). Sin embargo, la mejor retención de los estudiantes individuales no se observó en la prueba posterior. Es plausible explicar este resultado sugiriendo que, si bien el ejemplo resuelto con información integrada podría haber reducido la carga cognitiva de la solución de problemas, resolver cada uno de los pasos siguiendo el ejemplo aún fue cognitivamente demandante debido a la distancia espacial entre el ejemplo resuelto y los pasos de solución. Esta forma de atención dividida podría haber comprometido la retención de largo plazo (Ayres & Sweller, 2022).

Por otra parte, a diferencia de los estudiantes individuales, los grupos colaborativos, tuvieron que invertir más recursos mentales en la etapa de aprendizaje debido a las actividades transaccionales. Si bien los grupos pudieron afrontar la carga colaborativa debido a su mayor capacidad de memoria de trabajo, quizás parte de las interacciones podrían haber interferido con los procesos de retención de la información fomentando más bajo desempeño (Zambrano R. et al., 2023). No obstante, el trabajo colaborativo resultó en aprendizajes equivalentes a los de los estudiantes individuales en la prueba subsiguiente. Probablemente, las actividades

transaccionales tales como compartir los ítems y los cálculos o explicar las soluciones dieron lugar a elaboraciones de la tarea más duraderas.

Con respecto a las tareas con alta interactividad de elemento con materiales que inducen atención dividida, según el efecto de la memoria colectiva de trabajo (Kirschner, Paas, & Kirschner, 2011), se esperó que los grupos colaborativos aprovechen su gran cantidad de recursos de memoria en las demandas de la información de la tarea de aprendizaje, así como las actividades transaccionales y la información separada. En consecuencia, esperamos que los grupos se desempeñen mejor que los individuos (h2.2). Los hallazgos tanto de la etapa de aprendizaje como de la prueba inmediata apoyan esta hipótesis. Al parecer, los grupos afrontaron más efectivamente los costos atencionales asociados a la tarea, las interacciones y al material mediante la ventaja distributiva y la memoria colectiva de trabajo. Asumiendo que la carga cognitiva de la atención dividida no solo se debió a la distancia entre las descripciones de los pasos sino también entre el ejemplo resuelto, es plausible sugerir que los miembros decidieron procesar la gran demanda cognitiva de la atención dividida a través de interacciones de coordinación productivas (Zambrano R. et al., 2023). Los grupos quizás se pusieron de acuerdo implícita o explícitamente para que cada uno procese las fuentes separadas de información y las integren a través cálculos compartidos (Webb et al., 1995). De esta manera, la información se procesó e integró dualmente, es decir, viendo la información de material en mano y escuchando a su compañero de grupo. Al reducirse la carga de carga de cada canal de procesamiento, los miembros tuvieron más capacidad de memoria de trabajo para procesar otras actividades transaccionales tanto para resolver los problemas de forma conjunta como para retener más información en la memoria de largo plazo.

En conclusión, este estudio proporciona datos que indican que los resultados del aprendizaje individual y grupal están mediados por las características de la tarea y el material de aprendizaje. Las tareas cuya información tiene un bajo nivel de interactividad de elemento y que se presenta de forma integrada o separada espacialmente resulta en un similar desempeño ya sea que se aprendan individualmente o en grupos. Sin embargo, las tareas con alta interactividad de elemento cuya información se presenta integradamente parece beneficia al proceso de aprendizaje individual pero los resultados son similares a los de los grupos colaborativos. No obstante, si la información del material está separada físicamente, los grupos aprenden más gracias a su mayor capacidad colectiva de memoria de trabajo.

Este estudio tiene limitaciones e implicaciones para futuros estudios. Una limitación fue que no se llevó a cabo un análisis para explorar las actividades transaccionales que podrían explicar los resultados de las pruebas posteriores. Los estudios futuros deberían confirmar nuestros hallazgos e incluir análisis, por ejemplo, de los tipos de interacciones que se despliegan para procesar un material con información separada. Es probable que la atención dividida evoque más interacciones de gestión regulatorias (Malmberg et al., 2017; Zambrano R. et al., 2023) como ocurre con el aprendizaje individual (Eitel et al., 2020). Nuestro estudio se condujo con parejas de estudiantes a fin de mantener las interacciones enfocadas en la tarea (Zhan et al., 2022). Sin embargo, en los salones de clase puede haber grupos con variadas cantidades de miembros. Una línea futura podría estimar los límites de la ventaja distributiva y de memoria colectiva de trabajo de los grupos en tareas complejas considerando el número de miembros por grupo (Kirschner et al., 2018). El incremento en el número de miembros aumentaría tanto la capacidad de procesamiento del grupo como las interacciones, pero esto podría reducir la responsabilidad y el esfuerzo en aprender la tarea (Latané et al., 1979).

Finalmente, los resultados de este estudio tienen implicaciones para los profesionales de la educación. Los docentes pueden fomentar la adquisición de habilidades de solución de problemas de dominio específico con una estrategia de aprendizaje individual o colaborativo considerando cuidadosamente la complejidad de la tarea y la distribución de la información en el material de estudio. Puede usar aprendizaje individual o colaborativo cuando la información de la tarea es poco compleja, ya sea que induzca o no atención dividida. No obstante, se debe poner atención a la contigüidad de la información del material cuando las tareas son complejas. Fomente aprendizaje individual o grupal cuando la información está integrada físicamente. Sin embargo, si el material requiere integrar muchas fuentes de información separadas físicamente, es más efectivo trabajar con grupos colaborativos.

Referencias

- Ayres, P., & Sweller, J. (2022). The split-attention principle in multimedia learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (3th ed., pp. 199-211). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333.020>
- Baddeley, A. D. (2011, 2012/01/10). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63(1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Chen, O., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2016). The expertise reversal effect is a variant of the more general element interactivity effect. *Educational Psychology Review*, 29(2), 393–405. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9359-1>
- Chen, O., Paas, F., & Sweller, J. (2023). A cognitive load theory approach to defining and measuring task complexity through element interactivity. *Educational Psychology Review*, 35, 63. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09782-w>
- Chen, O., Retnowati, E., Chan, B. K. Y., & Kalyuga, S. (2023). The effect of worked examples on learning solution steps and knowledge transfer. *Educational Psychology*, 43(8), 914-928. <https://doi.org/10.1080/01443410.2023.2273762>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). L. Erlbaum Associates.

- Crook, C. (2022). CSsCL: the performance of collaborative learning. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 17, 169-183.
<https://doi.org/10.1007/s11412-022-09364-y>
- De Koning, B. B., Rop, G., & Paas, F. (2020). Effects of spatial distance on the effectiveness of mental and physical integration strategies in learning from split-attention examples. *Computers in Human Behavior*, 110, 106379. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106379>
- Eitel, A., Endres, T., & Renkl, A. (2020). Self-management as a bridge between cognitive load and self-regulated learning: The illustrative case of seductive details. *Educational Psychology Review*(32), 1073-1087. <https://doi.org/10.1007/s10648-020-09559-5>
- Gilchrist, A. L., & Cowan, N. (2011). Can the focus of attention accommodate multiple, separate items? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 37(6), 1484. <https://doi.org/10.1037/a0024352>
- Graesser, A. C., Fiore, S. M., Greiff, S., Andrews-Todd, J., Foltz, P. W., & Hesse, F. W. (2018). Advancing the science of collaborative problem solving. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(2), 59-92. <https://doi.org/10.1177/1529100618808244>

- Han, A., Krieger, F., & Greiff, S. (2023). Assessment of collaborative problem-solving: past achievements and current challenges. In *International Encyclopedia of Education* (4th ed., pp. 234-244). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818630-5.09041-2>
- Hinsz, V. B., Tindale, R. S., & Vollrath, D. A. (1997). The emerging conceptualization of groups as information processors. *Psychological Bulletin*, *121*(1), 43-64.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.43>
- Hmelo-Silver, C., & Chinn, C. A. (2015). Collaborative learning. In L. Corno & E. M. Anderman (Eds.), *Handbook of educational psychology* (3rd ed., pp. 349-363). Routledge.
- Kalyuga, S. (2009). Knowledge elaboration: A cognitive load perspective. *Learning and Instruction*, *19*(5), 402-410. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.003>
- Karaca-Atik, A., Meeuwisse, M., Gorgievski, M., & Smeets, G. (2023). Uncovering important 21st-century skills for sustainable career development of social sciences graduates: A systematic review. *Educational Research Review*, *39*.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2023.100528>
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009). A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. *Educational Psychology Review*, *21*(1), 31-42.
<https://doi.org/10.1007/s10648-008-9095-2>

Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2011). Task complexity as a driver for collaborative learning efficiency: The collective working-memory effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), 615-624. <https://doi.org/10.1002/acp.1730>

Kirschner, F., Paas, F., Kirschner, P. A., & Janssen, J. (2011). Differential effects of problem-solving demands on individual and collaborative learning outcomes. *Learning and Instruction*, 21(4), 587-599. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.01.001>

Kirschner, P. A., Sweller, J., Kirschner, F., & Zambrano R., J. (2018). From cognitive load theory to collaborative cognitive load theory. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 13(2), 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11412-018-9277-y>

Latané, B., Williams, K., & Harkins, S. (1979). Many hands make light the work: The causes and consequences of social loafing. *Journal of personality and social psychology*, 37(6), 822-832. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.37.6.822>

Malmberg, J., Järvelä, S., & Järvenoja, H. (2017). Capturing temporal and sequential patterns of self-, co-, and socially shared regulation in the context of collaborative learning. *Contemporary Educational Psychology*, 49, 160-174. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2017.01.009>

- Nokes-Malach, T., Richey, J. E., & Gadgil, S. (2015). When is it better to learn together? Insights from research on collaborative learning. *Educational Psychology Review*, 27, 645–656. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9312-8>
- Renkl, A., Atkinson, R. K., Plass, J. L., Moreno, R., & Brunken, R. (2010). Learning from worked-out examples and problem solving. In *Cognitive Load Theory* (pp. 91-108). <https://doi.org/10.1017/cbo9780511844744.007>
- Retnowati, E., Ayres, P., & Sweller, J. (2016). Can collaborative learning improve the effectiveness of worked examples in learning mathematics? *Journal of Educational Psychology*, 109(5), 666-679. <https://doi.org/10.1037/edu0000167>
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning in elementary schools. *Education 3-13*, 43(1), 5-14. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.963370>
- Sweller, J. (1994). Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. *Learning and Instruction*, 4(4), 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(2), 123-138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011a). *Cognitive load theory*. Springer.

<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011b). The split-attention effect. In J. Sweller, P. Ayres, & S. Kalyuga (Eds.), *Cognitive Load Theory* (pp. 111-128). Springer.

https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4_9

Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. (2019). Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. *Educational Psychology Review*, 31, 261–292.

<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>

Tindale, R. S., & Kameda, T. (2000). ‘Social sharedness’ as a unifying theme for information processing in groups. *Group Processes & Intergroup Relations*, 3(2), 123-140.

<http://gpi.sagepub.com/content/3/2/123.abstract>

Tricot, A., & Sweller, J. (2014). Domain-specific knowledge and why teaching generic skills does not work. *Educational Psychology Review*, 26(2), 265-283.

<https://doi.org/10.1007/s10648-013-9243-1>

Webb, N. M. (1991). Task-related verbal interaction and mathematics learning in small groups. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(5), 366-389.

<https://doi.org/10.2307/749186>

Webb, N. M., & Burnheimer, E. (2023). Cooperative and collaborative learning. In *International Encyclopedia of Education(Fourth Edition)* (pp. 593-599). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818630-5.14070-9>

Webb, N. M., Troper, J. D., & Fall, R. (1995). Constructive activity and learning in collaborative small groups. *Journal of Educational Psychology*, 87(3), 406. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.87.3.406>

Zambrano R., J., Kirschner, F., & Kirschner, P. A. (2018). The effect of the prior collaborative experience on the effectiveness and efficiency of collaborative learning. In J. Kay & R. Luckin (Eds.), *Rethinking Learning in the Digital Age: Making the Learning Sciences Count, 13th International Conference of the Learning Sciences (ICLS)* (Vol. 1, pp. 112-119). International Society of the Learning Sciences. <https://repository.isls.org/handle/1/478>

Zambrano R., J., Kirschner, F., Sweller, J., & Kirschner, P. A. (2019a). Effects of group experience and information distribution on collaborative learning. *Instructional Science*, 47(5), 531–550. <https://doi.org/10.1007/s11251-019-09495-0>

Zambrano R., J., Kirschner, F., Sweller, J., & Kirschner, P. A. (2019b). Effects of prior knowledge on collaborative and individual learning. *Learning and Instruction*, 63, Article 101214. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.011>

Zambrano R., J., Kirschner, F., Sweller, J., & Kirschner, P. A. (2023). Effect of task-based group experience on collaborative learning: Exploring the transaction activities. *British Journal of Educational Psychology*, 879-902. <https://doi.org/10.1111/bjep.12603>

Zhan, Z., He, G., Li, T., He, L., & Xiang, S. (2022). Effect of groups size on students' learning achievement, motivation, cognitive load, collaborative problem-solving quality, and in-class interaction in an introductory AI course. *Journal of Computer Assisted Learning*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12722>

Zhang, L., Kirschner, P. A., Cobern, W. W., & Sweller, J. (2021). There is an Evidence Crisis in Science Educational Policy. *Educational Psychology Review*. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09646-1>