

EVALUACIÓN FORMATIVA Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS ARITMÉTICO-VERBALES EN LA FORMACIÓN DE PROFESORADO UNIVERSITARIO

MARÍA T. SANZ

Universitat de València

FRANCISCO GRIMALDO

Universitat de València

DANIEL GARCÍA-COSTA

Universitat de València

EMILIA LÓPEZ-IÑESTA

Universitat de València

1. INTRODUCCIÓN

En todas las materias escolares es necesario plantear y resolver problemas, ya que los procesos de resolución de problemas involucran capacidades básicas propias de otras áreas, como leer, planificar el proceso de resolución, establecer estrategias, modificar el plan si es necesario, comprobar la solución y comunicar los resultados. En el Real Decreto 157/2022 del Ministerio de Educación y Formación Profesional, la resolución de problemas constituye una parte fundamental del aprendizaje como objetivo en sí mismo y como eje metodológico para la construcción del conocimiento.

1.1. LA ENSEÑANZA BASADA EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS. LOS PROBLEMAS ARITMÉTICO-VERBALES.

La enseñanza basada en la resolución de problemas (Leinhardt, 1988; Nufus y Mursalin, 2020) considera los problemas como tareas matemáticas que tienen el potencial de proporcionar desafíos intelectuales que mejoran la comprensión, el desarrollo lógico-matemático del estudiante y tienen aplicación en otras materias del currículo. Estas ideas se

basan en las directrices internacionales que el *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2000) da sobre la resolución de problemas. En particular, la nueva reforma educativa española determina la resolución de problemas como una competencia específica de la que se precisa en todas las materias que conforman el currículo (LOMLOE, 2022). En esta misma línea, en la que la resolución de problemas se consolida como eje vertebrador, los investigadores apuestan por una enseñanza basada en problemas (Frey et al., 2022; Gunderson y Gunderson, 1957; Leinhardt, 1988; Nufus y Mursalin, 2020).

Los Problemas Aritmético-Verbales (PAV) o problemas verbales son muy importantes por tratarse de la primera actividad de resolución de problemas que aparece en el currículo escolar de matemáticas y por ello, debe ponerse la máxima atención en ella (Puig y Cerdán, 1988). La comprensión y resolución de los PAV adquiere una relevancia especial, ya que surgen naturalmente en distintas situaciones, por ejemplo, cuando se lee la sección financiera de un periódico, después de la cobertura electoral o mientras se navega por las redes sociales (Roy y Roth, 2015). Los PAV son considerados tareas matemáticas en la que la información relevante se presenta como texto en vez de notación matemática (Boonen et al., 2016; Daroczy et al., 2015; Verschaffel et al., 2020), además en ellos se describe una situación de la vida real en la que se pide determinar una cantidad desconocida a partir de otras que son conocidas (Puig y Cerdán, 1988; Riley y Greeno, 1988; Verschaffel et al., 2000).

Un PAV supone para el alumnado una situación que no puede resolver aplicando directamente los conocimientos que tiene inmediatamente disponibles (Puig y Cerdán, 1988; Weber y Leikin, 2016). Para conseguirlo deberá leer, reflexionar e interiorizar el enunciado y relacionarlo con contextos y experiencias, a través de la comprensión lectora que le permitirá realizar una traducción del enunciado del lenguaje vernáculo al matemático con el que llegar a las operaciones necesarias que conducirán a su correcta resolución. Es decir, se precisa de la habilidad lingüística como habilidad inicial para iniciar el proceso de resolución de un PAV (Polya, 1945; Puig y Cerdán, 1988). La literatura existente muestra una correlación positiva entre el nivel de comprensión lectora

y el desempeño en la resolución de problemas en estudiantes de todos los niveles (Boonen et al., 2014; Fuchs et al., 2015, 2020; Pape, 2004; Pongsakdi et al., 2020; Spencer et al., 2020; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008). En esta línea, el último informe PISA (OECD, 2019) establece que una competencia sólida en lectura es fundamental para superar con éxito asignaturas del sistema educativo como matemáticas y es un requisito previo para una participación exitosa en la mayoría de las áreas de la vida adulta (Cunningham y Stanovich, 1997; OECD, 2013; Smith et al., 2000).

Se considera necesario recalcar el enfoque (y relevancia) del que consta el proceso de resolución de problemas en la escuela, que Schoenfeld (1992) resume en la frase: no es lo mismo problema que resolución de problemas. Y es que, como afirman Puig y Cerdán (1988): La resolución de problemas no puede consistir en la mera introducción de problemas en el currículo, al modo “ejercicio y práctica” para consolidar los conocimientos adquiridos, o al modo “aplicación” de conocimientos adquiridos previamente, sino que haya de mostrar una atención especial a aquellos aspectos de la resolución de problemas que tienen que ver con la producción de conocimientos significativos para el que aprende.

En el currículo educativo se puede apreciar que la resolución de problemas es esencial en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, ya que se considera que los procesos de resolución de problemas constituyen uno de los ejes principales de la actividad matemática y deben ser fuente y soporte principal del aprendizaje a lo largo de la etapa. De hecho, una prueba de que la resolución de problemas se concibe como eje vertebrador del currículo escolar y una competencia fundamental que debe alcanzar el alumnado, es que pruebas internacionales como TIMMS (*Trends in International Mathematics and Science Education*) estudian el rendimiento del alumnado en la resolución de problemas. Con ello se pretende estudiar si el alumnado es competente en las denominadas habilidades del Siglo XXI: creatividad, colaboración, comunicación y pensamiento crítico que son habilidades cognitivas que facilitan la resolución de problemas y que serán necesarias para un aprendizaje efectivo a lo largo de la vida (Queiruga-Dios et al., 2021a).

En particular, en la última edición de TIMSS 2019 (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2020) en las que se evalúa a alumnado de cuarto curso de educación primaria, se incluyeron nuevas tareas de matemáticas y ciencias simulaban situaciones reales en las que el alumnado podía integrar y aplicar habilidades y conocimientos para resolver problemas matemáticos y llevar a cabo pequeñas investigaciones y experimentos científicos. Los resultados publicados de TIMSS 2019 marcan que España (502 puntos) se encuentra por debajo de la media, tanto de los países de la OCDE (513 puntos), como de la UE (527 puntos). Estas marcas distan mucho de las obtenidas por países como Singapur (618 puntos), Hong Kong (615 puntos) y Corea del Sur (608 puntos), que desde hace años lideran las posiciones de este tipo de pruebas. Cabe notar que la resolución de problemas es un tema que ha acaparado en las últimas décadas la atención de un gran grupo de investigadores en Asia y los hallazgos de esta investigación han tenido una influencia importante en la forma en que se conceptualiza la resolución de problemas en la comunidad de investigación educativa y en su forma de trasladarlo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Lawson, 2003).

1.2. LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y EL USO DE ENTORNOS TECNOLÓGICOS EN LA ENSEÑANZA. ANALÍTICA DE DATOS DEL APRENDIZAJE

Las nuevas tecnologías de la información (TIC) han cambiado profundamente nuestra vida diaria, nuestra forma de trabajar y hacer negocios, y la forma en que las personas viajamos, nos comunicamos y nos relacionamos. La comunicación digital, las redes sociales, el comercio electrónico, entre otros elementos, han transformado nuestra realidad. Estos cambios tienen un impacto enorme tanto a nivel económico como social. La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la importancia de los activos digitales para la educación y el modo en que las redes y la conectividad, los datos, la inteligencia artificial y la supercomputación, así como las competencias digitales básicas y avanzadas, sustentan nuestras economías y nuestras sociedades.

Por otro lado, se debe tener en cuenta que en los últimos años han proliferado tanto en el ámbito de la Educación Superior como en otras

etapas educativas (Infantil, Primaria, Secundaria, Bachillerato, Ciclos formativos) el uso de entornos tecnológicos de aprendizaje, tutores inteligentes o plataformas de aprendizaje asistido por ordenador (p.e. Moodle, Edmodo o Bakpax) que pueden utilizarse tanto en medios móviles como pantallas inteligentes y que permiten registrar las interacciones o trazas digitales de estudiante-computador, estudiante-profesor o estudiante-contenido (Calvet Liñan y Juan Pérez., 2015; Long et al., 2011; Pérez-Berenguer et al. 2020; Romero et al., 2008) dando origen a la denominada Analítica de datos de aprendizaje (“*Learning Analytics, LA*”).

Autores como Long et al. (2011) o Calvet Liñán y Juan Pérez (2015) señalan que una de las metas de la LA reside en la mejora de la calidad de la educación mediante el análisis de las interacciones para extraer información útil para profesorado, estudiantado o instituciones educativas, entre otros, ya que a través del estudio de la traza digital es posible detectar patrones que permitirán al profesorado conocer mejor los hábitos de estudio del alumnado, entender las estrategias seguidas por el estudiantado al resolver una tarea y reflexionar sobre la práctica docente (Cutillas et al., 2022; López-Iñesta et al., 2018; López-Iñesta et al., 2019, 2020a, 2020b, 2021a, 2021b; Queiruga et al., 2021b; Sanz et al., 2020)

Asimismo, se favorece la toma de decisiones basada en evidencias que ofrece el análisis de los datos almacenados por las plataformas que utiliza a diario profesorado y alumnado con el objeto de comprender el proceso de aprendizaje que se está desarrollando (Gašević et al. (2007), Long et al. (2011), Pérez-Berenguer et al, 2020). Por lo tanto, la aplicación de modelos LA en sistemas de educación asistida por computadora fomenta el diseño de soluciones que pueden ser personalizadas para el alumnado, ya que una vez que los datos recopilados han sido procesados y analizados, pueden usarse para detectar patrones de aprendizaje con los cuales recomendar actividades para reforzar o avanzar en el estudio de una materia. Más específicamente, las interacciones registradas durante la realización de una determinada tarea pueden contribuir positivamente a la comprensión de los diferentes factores involucrados en los procesos cognitivos y las estrategias seguidas por el

estudiantado y descubrir qué tipo de ayuda contribuiría al desempeño adecuado de las actividades diseñadas. Así, se puede señalar que la incorporación de mensajes de ayuda comúnmente conocidos como *feedback* o retroalimentación (Hattie y Timperley, 2007; Shute, 2008) proporcionados al alumnado, resulta de gran importancia ya que se trata de uno de los recursos más efectivos para aumentar el aprendizaje del estudiantado (Holland Mory, 2004).

En esta línea, existen trabajos como (Van der Kleij et al., 2015) que revisan de manera exhaustiva los efectos de la retroalimentación en el aprendizaje distinguiendo tres tipos de retroalimentación: (1) mensajes que indican si la respuesta que ha dado el alumnado es correcta o incorrecta, (2) mensajes con información que muestra la respuesta correcta y por último (3), la denominada retroalimentación formativa u orientada al acierto. En este tipo específico de retroalimentación, los mensajes generalmente incluyen explicaciones, sugerencias o recomendaciones que abordan explícitamente el comportamiento o las estrategias del estudiantado, fomentando la comprensión adecuada de las demandas de la tarea, de manera que el conocimiento adquirido pueda aplicarse a nuevas situaciones de aprendizaje (Mason y Bruning, 2001; McNamara y Magliano, 2009; Van der Kleij et al., 2015). Asimismo, la retroalimentación formativa facilita al alumnado a autoevaluarse o reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje, con el objetivo de que comprenda lo que está haciendo y busque posibles estrategias alternativas para mejorar su aprendizaje.

Este trabajo presenta los resultados preliminares de un experimento piloto en el que futuros docentes de Educación Primaria han de resolver problemas aritméticos de libros de texto de primaria relacionados con el uso de fracciones a través de un entorno tecnológico. Además de evaluar los conocimientos del futuro profesorado, se trata de medir el desempeño de los estudiantes en función del tipo de retroalimentación recibida tras responder preguntas de opciones múltiple. Los datos recopilados nos permiten verificar el impacto positivo de usar mensajes con ayudas en comparación al uso de solo mensajes de correcto o de error. Por otro lado, se consolida una metodología para utilizar la medición del tiempo de lectura del alumnado proporcionada por el entorno

tecnológico como proxy para determinar la complejidad de los problemas verbales.

El rendimiento en la resolución de problemas matemáticos y la capacidad de lectura en estudiantado y profesorado en formación se han estudiado en numerosas investigaciones (Boonen et al., 2014; Vilenius-Tuohimaa et al., 2008). De hecho, autores como Pólya (1945) y Puig y Cerdán (1988) han demostrado que leer y comprender los enunciados de problemas son fases clave del proceso de resolución de problemas. Así, en este estudio

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo consiste en evaluar el rendimiento del alumnado en función del tipo de retroalimentación recibido (retroalimentación orientada al acierto frente al uso de mensajes únicamente de acierto o error) después de contestar preguntas de opción múltiple.

Como objetivos específicos se pueden señalar los siguientes:

- Medir la complejidad de enunciados de problemas verbales al respecto de los conceptos matemáticos que involucran a través del tiempo de lectura por palabra que realiza el resolutor.
- Medir el desempeño de futuros maestros y maestras en función del tipo de retroalimentación recibida después de responder preguntas de opción múltiple.

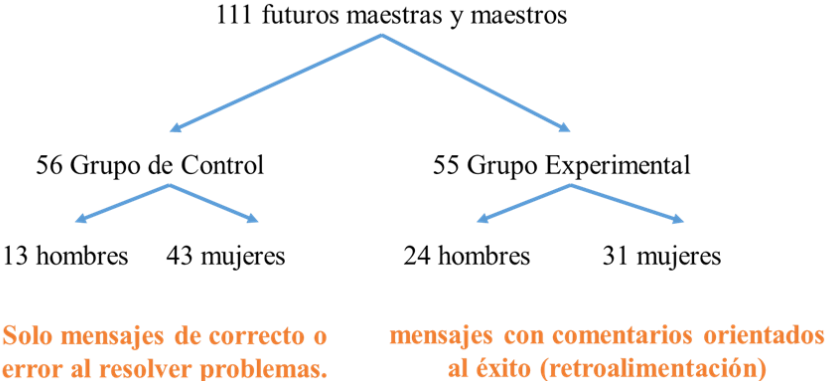
3. METODOLOGÍA

3.1. PARTICIPANTES

Para el presente estudio se ha realizado un experimento con una muestra de 111 futuros profesores (37 hombres, 74 mujeres) de una universidad pública española que realizan ejercicios de libros de texto de Primaria relacionados con las fracciones. Como muestra la Figura 1, de los 111 participantes, 56 estudiantes fueron asignados aleatoriamente al grupo de control (solo mensajes correctos o de error al resolver problemas) y 55 estudiantes al grupo experimental (mensajes con retroalimentación

orientada al éxito). Se trata de alumnado universitario cursando una asignatura de Didáctica de la Aritmética y Resolución de Problemas de segundo curso del Grado de maestra en Educación Primaria.

FIGURA 1. Descripción de los participantes en el estudio



Fuente: Elaboración propia

3.2. HERRAMIENTA TECNOLÓGICA

Read&Learn (R&L) es una herramienta informática de investigación con la que se pueden realizar experimentos para analizar las estrategias del estudiantado cuando se enfrenta a situaciones de lectura orientada a tareas como la resolución de problemas. Este entorno permite implementar los enunciados de las baterías de PAV en papel y lápiz y de libros de texto y así, recolectar, medir y analizar datos obtenidos del registro de todas las acciones del usuario cuando se usa a través de las marcas temporales. Esto posibilita la reconstrucción de la traza completa de las interacciones realizadas con una precisión de milisegundos (López-Iñesta et al., 2018, 2019; Sanz et al., 2020).

R&L registra minuciosamente la secuencia de acciones del estudiante durante la ejecución de una tarea siendo posible obtener variables como el tiempo total de lectura del texto en general, el tiempo de consulta en cada segmento de información enmascarado o cambio de opción al responder después de recibir realimentación, siendo posible analizar las estrategias seguidas por los estudiantes cuando se enfrentan a

situaciones de lectura orientada a tareas como la resolución de actividades o ejercicios.

La utilidad principal de R&L es diseñar estudios de investigación con los que rastrear el procesamiento en línea del alumnado al leer un texto sobre el que realizar diferentes tipos de tareas con el fin de probar hipótesis específicas sobre el impacto de la tarea y las condiciones de retroalimentación en el aprendizaje.

3.3. ENUNCIADOS DE LOS PROBLEMAS

Los problemas verbales considerados fueron:

- P1. Tengo la mitad de una pizza. Dos tercios de ella es margarita. ¿Qué fracción de la pizza es margarita?;
- P2. Hay seiscientos miembros, cinco sextos hacen gimnasia, dos quintos del resto hacen natación, ¿cuántos miembros hacen natación?
- P3. Tenemos treinta caramelos. Dos tercios de ellos tienen sabor a fresa. ¿Cuántos caramelos de fresa tenemos?

Se debe notar que otros dos problemas, de niveles de educación primaria fueron utilizados para que los resolutores adquirieran destreza con el entorno tecnológico.

3.4. PROCEDIMIENTO

Los problemas se realizaron en una sesión de clase de la asignatura de Didáctica de la Aritmética y Resolución de Problemas con una duración máxima de 40 minutos. Se crearon unas tareas específicas en el entorno R&L para poder tener acceso a los registros que después se deben procesar y anonimizar.

3.5. MATERIALES

Como material se emplearon las tabletas o los ordenadores portátiles del alumnado dotados de conexión wifi para poder acceder al entorno R&L.

3.6. HIPÓTESIS

Las hipótesis que consideramos acerca de los conocimientos matemáticos que están involucrados en los problemas objeto de estudio son:

- H1: Los resultados entre P1 y P3 mostrarán diferencias; suponiendo un aumento de la complejidad y por tanto un peor desempeño de los resolutores y mayor tiempo de lectura al introducir la parte de un número fraccionario (P1) en vez de un número natural (P3)
- H2: Los resultados de P2 mostrarán diferencias con P3; suponemos un aumento de la complejidad, por tanto, un peor desempeño de los resolutores y un mayor tiempo de lectura. Se introduce la reconstrucción del todo a través del sintagma “del resto”.

4. RESULTADOS

Las trazas resultantes de los experimentos del estudiantado son transformadas en una serie de variables para ser usadas como métricas de los parámetros que se quieran estudiar. Así, para este análisis exploratorio, se extraen variables relacionadas con el tiempo:

- a. tiempo total de resolución (estimado como el tiempo de lectura del enunciado sumado al tiempo de contestación de las preguntas),
- b. tiempo de cada proposición en cada uno de los intentos de respuesta (primer o segundo intento, en caso de fallar),
- c. número de palabras de cada proposición,
- d. tiempo por palabra de cada proposición en cada uno de los intentos, y
- e. tiempo por palabra total de la resolución.

Por otro lado, se extrae la solución marcada en cada uno de los dos intentos, en el caso de tener retroalimentación.

Un aspecto importante por estudiar consiste en observar si realmente los niveles iniciales de las y los participantes en cuanto a la resolución de problemas son comparables.

Para ello, haremos un contraste de medias de grupos independientes sobre el resultado de los dos problemas iniciales que se les administró a los futuros maestros teniendo en cuenta el género y el grupo de pertenencia del alumnado (control, experimental). El análisis realizado no mostró diferencias iniciales significativas en la capacidad de resolución de problemas en función del género ni entre los grupos, obteniendo en todos los casos p-valores menores al 5% de nivel de significación considerado en el presente estudio.

Un primer análisis es el relativo al éxito en la resolución medido a través de la respuesta correcta que emite el resolutor al resolver el problema. La Tabla 1 nos muestra que, en los tres problemas, el alumnado que recibió retroalimentación obtuvo mejores respuestas, siendo las diferencias significativas para el caso de P1 ($DP=-7.305$; $p\text{-valor}<0.0001$). Notar que esta diferencia se produce en el caso que consideramos únicamente como correcta la fracción simplificada de la solución del problema.

TABLA 1. Frecuencia de éxito por problema y grupo. En P1 se diferencia con el concepto de la simplificación de fracciones, sí/no

	Grupo Experimental		Grupo Control	Total
	Intento 1	Intento 2	Total	Total
P1	8/55 50/55	32/55 50/55	9/56 51/56	40/55 50/55
P2	33/55	14/55	44/56	47/55
P3	52/55	2/55	50/56	54/55

Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se puede ver en la Tabla 2 el tiempo promedio de lectura por palabra que utilizaron los resolutores para resolver los problemas. Los resultados indican que el grupo experimental tiene valores de tiempo inferiores en todos los problemas con respecto al grupo control. Se muestra que son más rápidos en el primer intento y la segunda

lectura, a pesar de ser rápida, les permite mejorar sus respuestas (ver Tabla 1).

TABLA 2. Tiempo de lectura por palabra en segundos para cada problema y cada grupo

	Grupo Experimental		Grupo Control	Total
	Intento 1	Intento 2	Total	Total
P1	6,14±3,48	1,04±1,70	8,89±5,72	7,18±3,63
P2	10,92±6,98	1,35±2,95	13,13±8,63	12,27±7,17
P3	4,60±2,88	0,08±0,38	5,44±3,89	4,67±2,86

Fuente: elaboración propia

Al tratar de responder a la H1, los resultados entre P1 y P3 marcan que un todo fraccionario es más complejo que un todo natural, tanto en lectura (GC=8,89±5,72 frente a 5,44±3,89; o GE=7,18±3,63 frente a 4,67±2,86) como en éxito de resolución (GC=; GE=9/56 frente a 50/56; GE=40/55 frente a 54/55). Al comparar P2 con P3, y responder H2 se muestra que introducir el concepto “del resto” implica emplear más tiempo de lectura (GC=13,13±8,63 frente a 5,44±3,89; o GE=12,27±7,17 frente a 4,67±2,86) y también menor éxito (GC=44/56 frente a 50/56; GE=47/55 frente a 54/55).

En definitiva, el presente trabajo permite determinar que los principales resultados indican que el tiempo de lectura promedio por palabra de un estudiante es una excelente aproximación para determinar la complejidad de los problemas matemáticos a través de la habilidad lectora del estudiante. Por otro lado, los tiempos de lectura entre los grupos experimental y control no fueron estadísticamente diferentes, pero los estudiantes del grupo experimental tuvieron tiempos de lectura promedio por palabra más bajos y con más aciertos. Se observa una mejora del éxito en el grupo experimental debido al tipo de retroalimentación que habían recibido. Así, se concluye que la retroalimentación brinda mejores resultados y una lectura más rápida de los enunciados. En definitiva, se puede señalar que la incorporación de mensajes de retroalimentación (Hattie, y Timperley, 2007; Van der Kleij et al., 2015) brindados a los estudiantes es de gran importancia ya que es uno de los recursos

más efectivos para incrementar el aprendizaje de los estudiantes. (Holland Mory, 2004).

5. CONCLUSIONES

El presente trabajo se enmarca en un proyecto más amplio que trata de evaluar el tiempo de lectura como habilidad lectora del estudiante y como medida de la complejidad de enunciados de problemas verbales.

Así, como líneas de trabajo futuro, existen dos bifurcaciones. Por un lado, las relativas al análisis propio de la complejidad de los problemas verbales según el tipo, aditivos o multiplicativos (Carpenter, Moser y Romberg, 1982; Greer, 1992; Nesher, 1992; Vergnaud, 1990; 1997), o la cantidad de etapas (Puig y Cerdán, 1988). Por otro lado, en función de la retroalimentación, ya que el entorno tecnológico empleado permite realizar estudios al respecto, tal y como se ha mostrado en el presente trabajo. Así se prevé diseñar experimentos para probar si existen diferencias en el rendimiento del alumnado en función del tipo de retroalimentación recibido después de contestar preguntas de opción múltiple relacionadas con la lectura de enunciados de problemas verbales continuos y no continuos (es decir, aquellos que incluyen gráficos, tablas, y cualquier otra estructura de texto distinta a la conformada por frases agrupadas en párrafos y/o secciones, muy utilizado en el campo de las matemáticas).

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto “AWPSolver: Herramientas para medir la complejidad, las habilidades y el rendimiento en la resolución de problemas aritmético-verbales” financiado por la Generalitat Valencia en las Subvenciones para grupos de investigación Consolidados con código CIAICO/2022/154.

7. REFERENCIAS

- Boonen, A. J. H., van Wesel, F., Jolles, J., y van der Schoot, M. (2014). The role of visual representation type, spatial ability, and reading comprehension in word problem solving: An item-level analysis in elementary school children. *International Journal of Educational Research*, 68(4), 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2014.08.001>
- Boonen, A. J. H., de Koning, B. B., Jolles, J., y van der Schoot, M. (2016). Word problem solving in contemporary math education: A plea for reading comprehension skills training. *Frontiers in Psychology*, 7, Article 191. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00191>
- Calvet Liñán, L. y Juan Pérez, A. A. (2015). Educational Data Mining and Learning Analytics: differences, similarities, and time evolution. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 12, 98-112,
- Carpenter, T. P., Moser, J. M. y Romberg, T. A. (Eds.) (1982). *Addition and Subtraction: A Cognitive Perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cunningham, A. E., y Stanovich, K. E. (1997). Early reading acquisition and its relation to reading experience and ability 10 years later. *Developmental Psychology*, 33(6), 934-945. <http://dx.doi.org/10.1037/0012-1649.33.6.934>
- Cutillas, A., Sanz, M. T., López-Iñesta, E., Garcia-Costa, D., & Grimaldo, F. (2022). La velocidad lectora como predictor del éxito en la resolución problemas multiplicativos con números naturales y fraccionarios. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, 14.
- Daroczy, G., Wolska, M., Meurers, W. D., y Nuerk, H. C. (2015). Word problems: a review of linguistic and numerical factors contributing to their difficulty. *Frontiers in psychology*, 6, 348. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00348>
- Frey, R. F., Brame, C. J., Fink, A. y Lemons, P.P. (2022). Teaching Discipline-Based Problem Solving. *CBE—Life Sciences Education*, 21(2), fel, 1–9. <https://doi.org/10.1187/cbe.22-02-0030>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Hamlett, C. L., y Wang, A. Y. (2015). Is word-problem solving a form of text comprehension? *Scientific Studies of Reading*, 19(3), 204–223. <https://doi.org/10.1080/10888438.2015.1005745>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Seethaler, P. M., y Barnes, M. A. (2020). Addressing the role of working memory in mathematical word-problem solving when designing intervention for struggling learners. *ZDM—Mathematics Education*, 52(1), 87–96. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01070-8>

- Gašević, D., Dawson, S. y Siemens, G. (2007). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59, 64-7.
- Greer, B. (1992). "Multiplication and division as models of situations". En: D. Grows (eds.). *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: MacMillan, pp. 276-295.
- Gunderson, A. G. y Gunderson, E. (1957). Fraction concepts held by young children. *Arithmetic Teacher*, 4(4), 168-173.
- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). El poder de la retroalimentación. *Revisión de la investigación educativa*, 77 (1), 81-112.
- Holland Mory, E. (2004). Feedback research revisited. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology*, 745-783. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lawson, M.J. (2003). Problem Solving. En *International Handbook of Educational Research in the Asia-Pacific Region*. Springer International Handbooks of Education, vol 11. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-3368-7_35
- Leinhardt, G. (1988). Getting to know: Tracing student's mathematical knowledge from intuition to competence. *Educational Psychologist*, 23(2), 119-144. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2302_4
- Long, P., Siemens, G., Conole, G. y Gašević, D. (2011). Message from the LAK 2011 general & program chairs. En *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK11)*, Banff, AB, Canada, Feb 27-Mar 01, 2011. New York: ACM.
- LOMLOE (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Publicado BOE núm. 76, de 30/03/2022. Ministerio de Educación y Formación Profesional. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217/con>
- López-Iñesta, E., García-Costa, D., Grimaldo, F. y Vidal-Abarca, E. (2018). Read & Learn: una herramienta de investigación para el aprendizaje asistido por ordenador. *Magister: Revista miscelánea de investigación*, 30 (1), 21-28.
- López-Iñesta, E., García-Costa, D., Grimaldo, F. y Vidal-Abarca, E. (2019). Analítica de datos de aprendizaje en un curso universitario de estadística con Read&Learn. En *Investigación en Educación Matemática XXIII* (p. 624). Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, SEIEM.
- López-Iñesta, E., Forte, A, Sanz, M.T., García-Costa, D., Botella, C., Rueda, S.,... y Grimaldo, F. (2020). ¿Cómo estudia nuestro alumnado? un análisis didáctico de los datos generados en entornos tecnológicos de enseñanza-aprendizaje. *Jornadas VI JSVE 2020 - Una década del Plan Bolonia: analizando su impacto en la Educación Superior*.

- López-Iñesta, E., Sanz, M.T. y Garcia-Costa, D. (2019). Uso del análisis de datos en entornos de enseñanza-aprendizaje. Actas de las III Jornadas de Tecnología Educativa: Materiales y Estrategias, 141.
- López-Iñesta, E., Sanz, M.T, Garcia-Costa, D., Queiruga-Dios, M.Á., Valenzuela, C., Herreros, D., Ángel, A y Grimaldo, F. (2021a). Herramientas para mejorar la comprensión y resolución de Problemas Aritmético-Verbales. Congreso Internacional de Educação Superior CESMAC.
- López-Iñesta, E., Sanz, M.T., Garcia-Costa, D. y Grimaldo, F. (2021b). Investigación sobre los procesos de resolución de Problemas Aritméticos-Verbales en Educación Primaria. Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias 2021 (México).
- Mason, B. J. y Bruning, R. (2001). Providing feedback in computer-based instruction: What the Research Tells Us. Class Research Report No. 9, University of Nebraska-Lincoln.
- McNamara, D. S. y Magliano, J. (2009). Toward a comprehensive model of comprehension. *Psychology of learning and motivation*, 51, 297–384.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2020). TIMSS 2019. Estudio Internacional de Tendencias en Matemáticas y Ciencias. Informe español. Versión preliminar.
<https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:50221327-f298-405b-b797-b39ce1f20457/informe-timss-2019-online-2.pdf>
- NCTM (2000). Principles and standards for school mathematics. Reston, VA: NCTM.
- Nesher, P. (1992). “Solving multiplication word problems”. En: G. Leinhardt, R. Putnam y R. A. Hatrup (eds.). *Analysis of Arithmetic for Mathematics Teaching*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, pp. 189-219.
- OECD. (2013). PISA 2012 Results. What students know and can do: Student performance in Mathematics, Reading and Science (Volume 1). OECD.
- OECD (2019). Marco Teórico de Lectura. PISA 2018.
<https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-internacionales/pisa/pisa-2018.html>
- Pape, S.J. (2004). Middle school children’s problem-solving behavior: A cognitive analysis from a reading comprehension perspective. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35, 187–219.
- Pérez-Berenguer, D., Kessler, M. y García-Molina, J. (2020). A Customizable and Incremental Processing Approach for Learning Analytics, en *IEEE Access*, 8, 36350-36362.

- Polya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press. Princeton, NJ. [Traducción castellana de Julián Zugazagoitia. *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas. México. 1965].
<https://doi.org/10.1515/9781400828678>
- Pongsakdi, N., Kajamies, A., Veermans, K., Lertola, K., Vauras, M., & Lehtinen, E. (2020). What makes mathematical word problem solving challenging? Exploring the roles of word problem characteristics, text comprehension, and arithmetic skills. *ZDM–Mathematics Education*, 52(1), 33–44. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01118-9>
- Puig, L. y Cerdán, F. (1988). *Problemas aritméticos escolares*. Madrid: Síntesis.
- Queiruga-Dios, M.A., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M., Sáiz-Manzanares, M.C. y Vázquez-Dorrio, J.B. (2021a). Implementación de un proyecto STEAM en Educación Secundaria generando conexiones con el entorno. *Journal for the Study of Education and Development*, 44(4).
- Queiruga-Dios, M.A., López-Iñesta, E., Diez-Ojeda, M. y Vázquez-Dorrio, J.B. (2021b). Technologies Applied to the Improvement of Academic Performance in the Teaching-Learning Process in Secondary Students. En A. Herrero, C. Cambra, D. Urda, J. Sedano, H. Quintián, E. Corchado (Eds.), *The 11th International Conference on European Transnational Educational (ICEUTE 2020)* (pp. 307-316). Cham: Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-57799-5_32
- Real decreto 157/2022, de 1 de març, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- Riley, M. S., y Greeno, J. G. (1988). Developmental analysis of understanding language about quantities of solving problems. *Cognition & Instruction*, 5, 49-101. doi:10.1207/s1532690xci0501_2
- Romero, C., Ventura, S. y García, E. (2008) Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 51, 368-384.
- Sanz, M.T., López-Iñesta, E., Garcia-Costa, D., y Grimaldo, F. (2020). Measuring Arithmetic Word Problem Complexity through Reading Comprehension and Learning Analytics. *Mathematics*, 3(1), 34–48.
<https://doi.org/10.3390/math8091556>
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78, 153-189.
- Smith, M. C., Mikulecky, L., Kibby, M. W., Dreher, M. J., & Dole, J. A. (2000). What will be the demands of literacy in the workplace in the next millennium? *Reading Research Quarterly*, 35(3), 378-383.
<https://doi.org/10.1598/RRQ.35.3.3>

- Spencer, M., Fuchs, L. S., & Fuchs, D. (2020). Language-related longitudinal predictors of arithmetic Word problem solving: a structural equation modeling approach. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101825. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101825>
- Van der Kleij, FM, Feskens, RC y Eggen, TJ (2015). Efectos de la retroalimentación en un entorno de aprendizaje basado en computadora sobre los resultados del aprendizaje de los estudiantes: un metanálisis. *Revisión de la investigación educativa*, 85 (4), 475-511.
- Vergnaud, G. (1990). “La teoría de los campos conceptuales”. *Reserches en Didáctique des Mathematiques*, 10 (2,3), pp. 133-170.
- Vergnaud, G. (1997). *El niño, las matemáticas y la realidad*. México: Trillas.
- Verschaffel, L., Greer, B., y De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Lisse: Swets & Zeitlinger Publishers
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., y Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: A survey. *ZDM–Mathematics Education*, 52(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>
- Vilenius - Tuohimaa, PM, Aunola, K., y Nurmi, J. (2008). La asociación entre problemas matemáticos verbales y comprensión lectora. *Psicología de la educación*, 28 (4), 409-426.
- Weber, K., y Leikin, R. (2016). Recent advances in research on problem solving and problem posing. In A. Gutiérrez, G. C. Leder, & P. Boero (Eds.), *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education* (pp. 353–382). Rotterdam: Sense Publishers.