



## Artículo original

### Rendimiento de futuros maestros en problemas verbales de "parte de"

### Performance of future teachers on verbal "part of" problem

Maria T. Sanz <sup>1,a</sup>

Emilia López-Iñesta <sup>2,b</sup>

<sup>1</sup> Universitat de València. Valencia, España

<sup>a</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7146-8087>

[m.teresa.sanz@uv.es](mailto:m.teresa.sanz@uv.es)

<sup>2</sup> Universitat de València. Valencia, España

<sup>b</sup> ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1325-2501>

[Emilia.lopez@uv.es](mailto:Emilia.lopez@uv.es)

#### Información

Recibido: 14/03/2021.

Aceptado: 26/05/2021.

#### Palabras clave:

Resolución de problemas,  
Tecnología,  
Profesorado en formación,  
Fracciones.

#### Information

#### Keywords:

Problem solving,  
Technology, Teacher trainees, Fractions.

#### Resumen

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. El objetivo principal del experimento, además de evaluar los conocimientos del futuro profesorado, es medir el desempeño de los estudiantes en función del tipo de retroalimentación recibida tras responder preguntas de opciones múltiples. 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.

#### Abstract

This paper presents the preliminary results of a pilot experiment in which prospective elementary school teachers have to solve arithmetic problems from elementary school textbooks related to the use of fractions through a technological environment. The main objective of the experiment, in addition to assessing the knowledge of the future teachers, is to measure the performance of the students based on the type of feedback received after answering multiple choice questions. The data collected allow us to verify the positive impact of using messages with aids compared to using only correct or error messages. On the other hand, we consolidate a methodology to use the measurement of student reading time provided by the technological environment as a proxy to determine the complexity of verbal problems.

## INTRODUCCIÓN

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.

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.

En este trabajo se presenta los resultados de un estudio en el que se analiza el uso de la retroalimentación orientada al acierto mediante el uso de un entorno tecnológico con el que se puede analizar cómo interactúa el alumnado con un determinado enunciado mientras resuelven problemas verbales. El objetivo principal es 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.

El rendimiento en la resolución de problemas matemáticos y la capacidad de lectura en estudiantes y profesores 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 (1989) han demostrado que leer y comprender los enunciados de problemas son fases clave del proceso de resolución de problemas.

### Objetivos

En este marco los objetivos planteados en la presente investigación son dos,

O1: 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.

O2: Medir el desempeño de futuros maestros y maestras en función del tipo de retroalimentación recibida después de responder preguntas de opción múltiple.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para medir la complejidad del enunciado de un problema verbal, este se divide en proposiciones (Sanz et al., 2020). Por ello, se toma como proposición una unidad de análisis que tiene un verbo que realiza

la acción y una cantidad asociada a dicho verbo. De cada una de las proposiciones se obtendrá el tiempo por palabra que emplean los usuarios en su lectura. Esta dimensión se asocia a la cuantificación de la habilidad lectora de cada segmento del enunciado de un problema verbal y, por ende, la medida de la complejidad de este. Para obtener el tiempo por palabra se emplea Read & Learn (R&L) (López-Iñesta et al., 2018) y siguiendo lo definido por Sanz et al. (2020). R&L es una aplicación informática desarrollada para la investigación con la que realizar experimentos para analizar las estrategias del estudiantado cuando leen un enunciado y contestan preguntas en un contexto digital.

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. 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).

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.

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”.

## 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 quieren 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 a estudiar es 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 ( $DP=-7.305$ ;  $pvalor<0.0001$ ). 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, si | no**

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

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

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 ( $GC=8,89\pm 5,72$  frente a  $5,44\pm 3,89$ ; o  $GE=7,18\pm 3,63$  frente a  $4,67\pm 2,86$ ) 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 ( $GC=13,13\pm 8,63$  frente a  $5,44\pm 3,89$ ; o  $GE=12,27\pm 7,17$  frente a  $4,67\pm 2,86$ ) y también menor éxito ( $GC=44/56$  frente a  $50/56$ ;  $GE=47/55$ , frente a  $54/55$ ).

## DISCUSIÓN

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).

### Trabajo futuro

El presente trabajo se enmarca dentro de 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, 1989). 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).

### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación de la Generalitat Valenciana GV/2021/110, el Ministerio de Ciencia e Innovación RTI2018-095820-B-I00 (MCIU/AEI/FEDER, UE) y el proyecto de innovación de la Universidad de Valencia UV-SFPIE\_PID20-1350001.

### REFERENCIAS

- Boonen, AJH, Van Wesel, F., Jolles, J. y Van Der Schoot, M. (2014). El papel del tipo de representación visual, la capacidad espacial y la comprensión de lectura en la resolución de problemas verbales: un análisis a nivel de ítem en niños de escuela primaria. *Revista Internacional de Investigación Educativa*, 68 (4), 15-26.
- 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*. Lawrence Erlbaum Associates.
- 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*. MacMillan, pp. 276-295.
- 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. Erlbaum.
- 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. ACM.

- 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.
- 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.
- Nesher, P. (1992). “Solving multiplication word problems”. En: G. Leinhardt, R. Putnam y R. A. Hattrup (eds.). *Analysis of Arithmetic for Mathematics Teaching*. Lawrence Erlbaum Associates, pp. 189-219.
- 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 solve it?*. Prensa de la Universidad de Princeton. Princeton, Nueva Jersey.
- Puig, L. y Cerdán, F. (1989). *Problemas aritméticos escolares*. Síntesis.
- 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, MT, López-Iñesta, E., García-Costa, D. y Grimaldo, F. (2020). Medición de la complejidad de los problemas aritméticos de palabras a través de la comprensión lectora y el análisis del aprendizaje. *Matemáticas*, 8 (9): 1556.<https://doi.org/10.3390/math8091556>
- Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78, 153-189.
- 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*. Trillas.
- 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.