

Uso del Sistema Tutorial Inteligente HINTS en la formación matemática de las maestras y maestros de infantil de la Universitat de València

Pascual D. Diago¹, Ismael Cabero-Fayos², José Antonio González-Calero³, David Arnau¹, Yuyan Wu¹ y Miguel Arevalillo-Herráez¹

¹ *Universitat de València, e-mail: Pascual.Diago@uv.es*

² *Universitat Jaume I de Castelló*

³ *Universidad de Castilla-La Mancha*

Use of the Intelligent Tutorial System HINTS in the mathematical training of Early Childhood teachers at the Universitat de València

RESUMEN

En esta comunicación se presenta una propuesta de innovación docente basada en el uso del sistema tutorial inteligente HINTS. El objetivo es mostrar cómo HINTS puede ser considerado como instrumento metodológico original para el autoaprendizaje y el análisis crítico en relación a los contenidos propios de la didáctica de la resolución de problemas. Se presenta un caso particular llevado a cabo durante el curso 20/21 con las alumnas y alumnos de la asignatura de Didáctica de las Matemáticas de la Educación Infantil (Facultat de Magisteri de la Universitat de València). A partir de esta experiencia podemos concluir que el uso docente de HINTS permite establecer mecanismos para la mejora de la competencia de las futuras maestras y maestros a la hora de articular su instrucción de la resolución aritmética de problemas verbales mediante el uso de los nombres de las cantidades y no sobre su valor numérico.

Palabras clave: Sistema Tutorial Inteligente, Formación de Maestros, Resolución de problemas, Problemas verbales

ABSTRACT

This communication presents a proposal for teaching innovation based on the use of the Intelligent Tutorial System HINTS. The objective is to show how HINTS can be considered as an original methodological instrument for self-learning and critical analysis in relation to the contents of the didactics of problem solving. A particular case carried out during the 20/21 academic year with the students of the subject of Didactics of Mathematics in Early Childhood Education (Facultat de Magisteri of the Universitat de València) is presented. From this experience we can conclude that the teaching use of HINTS allows establishing mechanisms to improve the competence of future teachers when it comes to articulating

their instruction in the arithmetic resolution of verbal problems through the use of the names of quantities and not on its numerical value.

Keywords: Intelligent Tutorial System, Teacher Training, Problem Solving, Word Problems

INTRODUCCIÓN

La resolución de problemas verbales aritmético-algebraicos es considerada, tradicionalmente, una de las mayores debilidades del conocimiento de los maestros y maestras en formación [1]. Numerosos estudios han puesto de manifiesto la existencia de una relación entre la competencia en la resolución de problemas verbales y la comprensión lectora [2].

Esta propuesta de innovación forma parte de un proyecto de investigación que pretende determinar el potencial del sistema tutorial inteligente (STI) HINTS (*Hypergraph based INtelligent Tutoring System*, Figura 1) [3, 4] como una herramienta heurística que combina una instrucción explícita de contenidos de la didáctica de la matemática con una instrucción implícita, y por lo tanto apartada de los contenidos y cánones de niveles educativos inferiores, de los contenidos matemáticos. De esta manera se pretende evitar el rechazo asociado a situaciones matemáticas ya presentadas en niveles educativos anteriores [5]. Concretamente en este trabajo nos proponemos dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

(PI) ¿Una intervención basada en tres sesiones de trabajo con HINTS permite mejorar la competencia de los futuros maestros y maestras en resolución aritmética de problemas verbales?

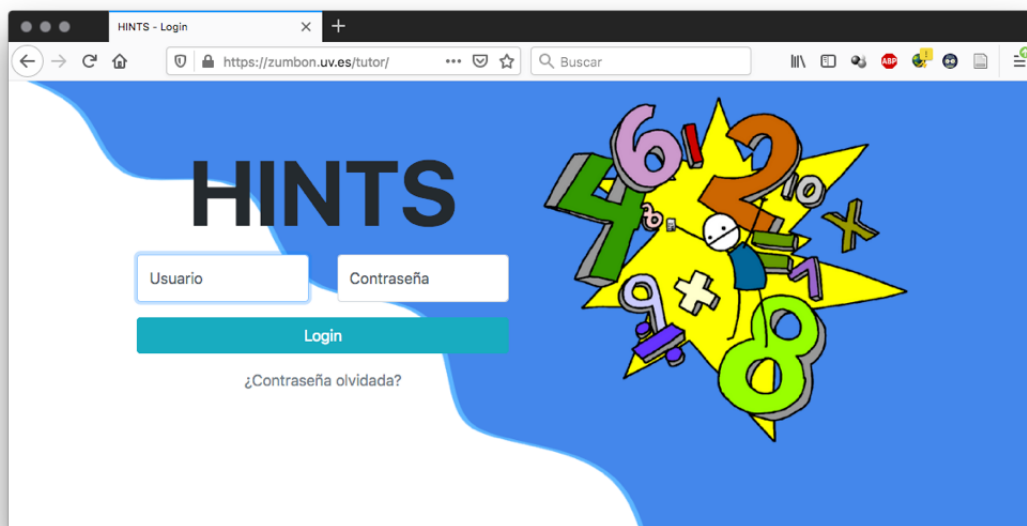


Figura 1: Página principal de HINTS

Para responder al objetivo anterior hemos llevado a cabo un montaje experimental durante el curso académico 20/21. Los participantes fueron 70 estudiantes del último

curso del Grado en Maestro/Maestra de Educación Infantil de la Universitat de València. La intervención estuvo orientada a la resolución de problemas con el STI HINTS. El grupo de control hizo uso de una versión en la que el sistema proporcionaba los valores numéricos de las cantidades, mientras que para el grupo experimental se presentaron los nombres de las cantidades. En esta comunicación presentamos los resultados asociados a la instrucción implícita de contenidos matemáticos. Como describiremos, la comparativa de cuestionarios pre- y post-intervención permitirá dar respuesta a la pregunta de investigación formulada.

El uso de entornos tecnológicos en resolución de problemas

La investigación en el área de Didáctica de las Matemáticas, y en especial de la resolución de problemas, se ha beneficiado en los últimos años del fuerte desarrollo tecnológico [6]. En especial, podemos discernir dos claros enfoques en la manera en la que estos sistemas tecnológicos han tomado el papel del profesor: i) tutorizando el proceso de resolución del problema; y ii) generando secuencias de problemas adaptados a las características del resolutor. Bajo este último enfoque incluiríamos los sistemas tutoriales inteligentes. Los STIs son capaces tanto de supervisar las vías de resolución tomadas por el resolutor, como de ofrecer ayudas a demanda durante el proceso de resolución. Como ejemplos de estos sistemas aplicados a la resolución de problemas podemos nombrar a AnimalWatch [7], ANIMATE [8], HERON [9], HINTS [10], MathCAL [11] o Ms. Lindquist [12].

La competencia en resolución de problemas en la formación de maestros y maestras

Con el objetivo de “obtener un conocimiento útil para la formulación de políticas de contratación y formación de una nueva generación de profesorado con capacidad para enseñar de manera eficaz las matemáticas escolares” se llevó a cabo entre los años 2006 y 2012 el *Teacher and Education Development Study in Mathematics* (TEDS-M) [13]. Diecisiete países participaron en este estudio, siendo España uno de ellos. Nuestro país únicamente participó en el subestudio dirigido a evaluar la formación inicial del profesorado de primaria. En especial, uno de los centros que participó en este subestudio fue la antigua Escola Universitària de Magisteri “Ausiàs March” (actualmente Facultat de Magisteri) de la Universitat de València. A nivel español los resultados situaron a España en el penúltimo nivel de su grupo (la última posición la ocupó Filipinas) tanto en conocimiento matemático como en conocimiento de la didáctica de la matemática.

Estudios posteriores han seguido mostrando indicadores similares, como es el caso de [14], en el que se concluye que de un grupo de 174 futuros maestros y maestras españoles un tercio de los participantes no alcanza la competencia matemática de sexto de primaria; y que existe una fuerte correlación negativa entre actitud hacia las matemáticas y ansiedad matemática. Como se señala en el estudio de Socas [5], el origen de estas relaciones podría ser la consecuencia de un rechazo desarrollado en etapas educativas anteriores. De hecho, la importancia del problema puede ser aumentada por el hecho de que en España el acceso a las titulaciones de magisterio no exige haber cursado matemáticas en bachillerato. Lo anterior provoca una importante heterogeneidad (una parte de los estudiantes han sido formados en matemáticas en bachiller y otra no) en los grupos de futuros maestros y maestras de primaria e infantil donde el profesorado universitario debemos impartir asignaturas ligadas al contenido matemático y al contenido de la didáctica de la matemática.

METODOLOGÍA

Bajo estas premisas, durante el curso 20/21 hemos planteado un diseño cuasi-experimental en el que se ha pretendido evaluar el potencial de una secuencia de enseñanza sobre resolución aritmética de problemas verbales mediante HINTS. En este diseño se ha contado con un grupo experimental y un grupo control. En la condición experimental, el alumnado debía resolver los problemas utilizando exclusivamente los nombres de las cantidades, mientras que en el grupo de control la resolución se articulaba a partir de los valores numéricos de las cantidades.

Participantes

Los sujetos participantes fueron 70 estudiantes de último curso del Grado de Maestro/Maestra en Educación Infantil del curso académico 20/21 de la Universitat de València. Los participantes fueron divididos en un grupo experimental y uno de control, formados por la misma cantidad de estudiantes.

Instrumento de recogida de datos

Con el fin de responder a la pregunta de investigación planteada, se diseñó un cuestionario (cuestionario Pre) formado por 9 problemas verbales con al menos una lectura aritmética asociada. A partir de este primer cuestionario se diseñó un cuestionario Post formado igualmente por 9 problemas que tenían la característica de ser estructuralmente isomorfos [15] a los del cuestionario Pre (i.e., misma estructura matemática pero distinta superficie, ver Tabla 1).

Tabla 1: Ejemplo de dos problemas isomorfos utilizados en los cuestionarios pre y post con la misma estructura semántica compuesta por dos etapas (combinación e isomorfismo de medidas).

Problema	Enunciado
P1-Pre	En un club de tenis tienen dos carros con 105 y 287 pelotas, respectivamente. Las van a poner en botes de 7 pelotas para utilizarlas en un torneo. ¿Cuántos botes serán necesarios?
P1-Post	Disponemos de dos contenedores con 396 y 117 kg de patatas, respectivamente. Para su venta, deben envasarse en bolsas que contengan 9 kg. ¿Cuántas bolsas serán necesarias?

Procedimiento

La principal ventaja del uso de HINTS con respecto a la resolución tradicional de lápiz y papel es que el sistema es capaz de validar la resolución de un problema aritmético-algebraico en cada paso. Así, en el entorno HINTS los y las usuarias introducen las operaciones aritméticas que constituyen una solución y el propio sistema les indica la validez o no de las mismas. La introducción de las operaciones se realiza usando una botonera (ver Figura 2) en la que desde un principio aparecen las cantidades conocidas. A medida que se determina el valor de las cantidades desconocidas, el sistema crea nuevos botones para hacer posible su uso. De este modo, el uso de HINTS insta a los y las estudiantes a centrarse en la identificación del esquema conceptual de las operaciones matemáticas asociadas en cada paso de la resolución del problema, desligándolas del cálculo, que el propio sistema se encarga de realizar.

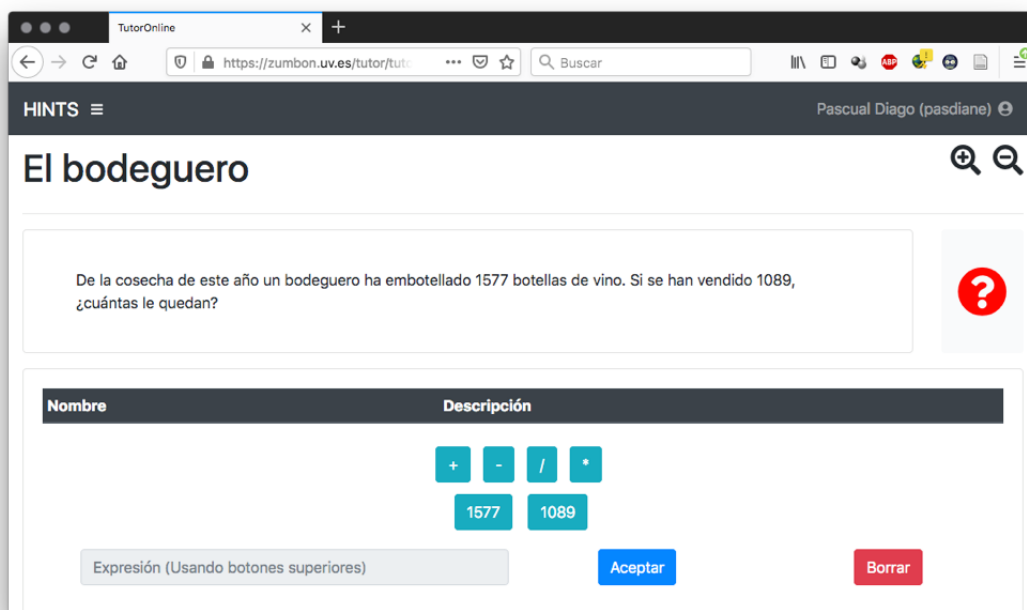


Figura 2: Ejemplo de problema aritmético planteado en HINTS

La intervención con HINTS se diseñó con una duración de 3 semanas, con una sesión por semana en la que los y las estudiantes trabajaban de forma autónoma con el STI durante menos de una hora resolviendo 8 problemas. Como ya se ha especificado, el grupo de control utilizó una versión de HINTS en la que se mostraban los valores de las cantidades en los botones, mientras que en el grupo experimental se presentaban los nombres de las cantidades (ver Figura 3). Con una semana de anterioridad y posterioridad a la intervención se administraron los cuestionarios pre y post, respectivamente.

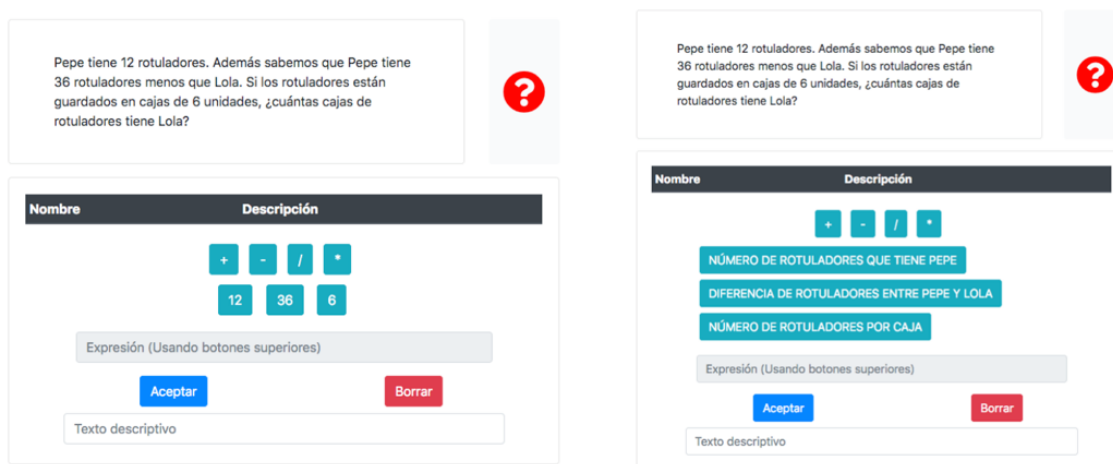


Figura 3: Dos configuraciones de HINTS, las cantidades se describen con “números” (izquierda) o con “palabras” (derecha)

RESULTADOS

Los resultados que mostramos en esta comunicación son preliminares y solo hacen referencia a los valores medios obtenidos en las puntuaciones de los cuestionarios pre y post, que fueron corregidos y codificados de forma binaria, y que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2: Resultados de las puntuaciones medias (desviación típica) de los cuestionarios pre y post.

CONTROL		EXPERIMENTAL	
Pre	Post	Pre	Post
5.39 (2.46)	6.35 (1.85)	4.82 (2.00)	6.00 (1.93)

A partir de estos resultados observamos que, pese a partir de que ambos grupos partieron de un nivel inicial diferente, ambos grupos mejoran sus habilidades en resolución de problemas de matemáticas. En concreto, el grupo que resolvió los problemas usando los nombres de las cantidades (experimental) obtuvo un mayor incremento que el grupo de control.

CONCLUSIONES

Respondiendo a la pregunta de investigación formulada (PI), podemos afirmar que el uso docente de HINTS ha permitido mejorar la competencia de los futuros maestros y maestras en resolución de problemas.

En particular, la separación en grupo control y experimental nos ha permitido observar que el grupo que ha trabajado con HINTS utilizando el nombre de las cantidades (experimental) ha obtenido una mayor competencia en resolución de problemas que el grupo que ha trabajado con HINTS utilizando exclusivamente las cantidades (control). Pese a que es necesario realizar más estudios de campo que confirmen esta tendencia, la diferencia a favor del grupo experimental podría ser debida a que el uso de los nombres de las cantidades, y no de su valor numérico, durante la resolución de un problema potencia la evocación de esquemas conceptuales asociados a la semántica del problema. Es decir, desencadena procesos de lectura comprensiva desde los que se puede perfilar, de manera más precisa, los modelos de situación asociados al contexto descrito en el enunciado. No obstante a pesar de los resultados mostrados aquí, no podemos dejar de mencionar el carácter exploratorio de este trabajo como una de las principales limitaciones. Dado que no se ha controlado el nivel inicial de competencia, no se han podido realizar contrastes de hipótesis más robustos. Se espera en los próximos cursos aumentar la muestra y realizar nuevos análisis derivados de este experimento exploratorio.

La línea de acción futura de este propuesta de innovación/investigación va encaminada a implementar el uso de HINTS en la docencia de los Grados en Maestro/Maestra en Educación Infantil y Primaria de la Universitat de València como una herramienta docente más. Esta acción permitirá que los y las egresadas se beneficien de acciones metodológicas innovadoras en las asignaturas relacionadas con la didáctica de las matemáticas, a la vez que mejorarán su formación como maestros y maestras tanto en contenido didáctico orientado a la educación matemática escolar como en contenido matemático.

Agradecimientos: Investigación realizada al amparo de los proyectos de investigación PGC2018-096463-B-I00 y SBPLY/19/180501/000278; y del proyecto de innovación docente UV-SFPIE_PID20-1351257.

REFERENCIAS

- [1] Taplin, M. Preservice teachers' problem-solving processes. *Mathematics Education Research Journal*, 10 (3), 59–75 (1998).
- [2] Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. The association between mathematical word problems and reading comprehension *Educational Psychology*, 28(4), 409–426 (2008).
- [3] Arevalillo-Herráez, M., Arnau, D., & Marco-Giménez, L. Domain-specific knowledge representation and inference engine for an intelligent tutoring system. *Knowledge-Based Systems*, 49, 97–105 (2013).
- [4] Arnau, D., Arevalillo-Herráez, M., Puig, L., & González-Calero, J. A. Fundamentals of the design and the operation of an intelligent tutoring system for the learning of the arithmetical and algebraic way of solving word problems. *Computers and Education*, 63, 119 – 130 (2013).
- [5] Socas, M. M., Hernández, J. & Palarea, M. M. Dificultades en la resolución de problemas matemáticos para profesores de educación primaria y secundaria. En J. L. González, J. A. Fernández-Plaza, E. Castro-Rodríguez, M. T. Sánchez-Compañá, C. Fernández, J. L. Lupiáñez y L. Puig (Eds.), *Investigaciones en Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Matemática y Educación Matemática* pp. 145-154 (2014).
- [6] Rakes, C. R., Valentine, J. C., McGatha, M. B., & Ronau, R. N. Methods of Instructional Improvement in Algebra *Review of Educational Research*, 80 (3), 372–400 (2010).
- [7] Beal, C. AnimalWatch: An intelligent tutoring system for algebra readiness. In R. Azevedo & V. Aleven (Eds.), *International Handbook of Metacognition and Learning Technologies*, pp. 337–348 (2013).
- [8] Nathan, M. J. Knowledge and situational feedback in a learning environment for algebra story problem solving. *Interactive Learning Environments*, 5 (1), 135–159 (2007).
- [9] Reusser, K. Tutoring systems and pedagogical theory: Representational tools for understanding, planning, and reflection in problem solving. In *Computers as Cognitive Tools*, pp. 143–177 (1993).
- [10] Arnau, D., Arevalillo-Herráez, M., & González-Calero, J. A. Emulating human supervision in an intelligent tutoring system for arithmetical problem solving. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7 (2), 155–164 (2014).
- [11] Chang, K. E., Sung, Y. T., & Lin, S. F. Computer-assisted learning for mathematical problem solving. *Computers and Education*, 46 (2), 140–151 (2006).

- [12] Heffernan, N. T., & Koedinger, K. R. Intelligent tutoring systems are missing the tutor: building a more strategic dialog-based tutor. *In C. P. Rose & R. Freedman (Eds.), Building dialogue systems for tutorial applications; papers of the 2000 AAAI fall symposium*, pp. 14–19, (2000).
- [13] Instituto Nacional de Evaluación Educativa. TEDS-M. Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe español. *Ministerio de Educación, Cultura y Deporte* (2012).
- [14] Nortes Martínez-Artero, R., & Nortes Checa, A. Competencia matemática, actitud y ansiedad hacia las Matemáticas en futuros maestros. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20 (3), 145-160 (2017).
- [15] Cerdán, F. Estudios sobre la familia de problemas aritméticos-algebraicos *Tesis Doctoral* Univeristat de València (2008).