

**Educación para transformar:
Innovación pedagógica, calidad
y TIC en contextos formativos**

**David Cobos-Sanchiz
Eloy López-Meneses
Antonio-Hilario Martín-Padilla
Laura Molina-García
Alicia Jaén-Martínez**

ISBN: 978-84-1122-469-7

**Educación para transformar: Innovación
pedagógica, calidad y TIC en contextos
formativos**

David Cobos-Sanchiz

Eloy López-Meneses

Antonio-Hilario Martín-Padilla

Laura Molina-García

Alicia Jaén-Martínez

Dykinson, S.L.

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)

© Copyright by Los autores Madrid, 2022

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid

Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69

e-mail: info@dykinson.com <http://www.dykinson.es> <http://www.dykinson.com>

Consejo Editorial véase www.dykinson.com/quienessomos

Los editores del libro no se hacen responsables de las afirmaciones ni opiniones vertidas por los autores de cada capítulo. La responsabilidad de la autoría corresponde a cada autor, siendo responsable de los contenidos y opiniones expresadas.

El contenido de este libro ha sido sometido a un proceso de revisión y evaluación por pares ciegos.

ISBN: 978-84-1122-469-7

¿Qué opinan los estudiantes de primaria sobre la resolución de problemas verbales en un sistema tutorial inteligente? Importancia del género en la satisfacción percibida.

Rocío Mínguez-Pardo. Universidad de Castilla-La Mancha (España).

Javier del Olmo-Muñoz. Universidad de Castilla-La Mancha (España).

Laura Osorio-Utiel. Universidad de Castilla-La Mancha (España).

Pascual D. Diago. Universitat de València (España).

José Antonio González-Calero Somoza. Universidad de Castilla-La Mancha (España).

1. Justificación.

1.1. Enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas verbales.

Los problemas verbales suelen definirse como descripciones verbales de situaciones problemáticas en las que se plantean una o varias preguntas cuya respuesta se puede obtener aplicando operaciones matemáticas con los datos numéricos disponibles en el enunciado del problema (Verschaffel et al., 2000). Dentro del contexto escolar, los problemas verbales juegan un papel importante en los planes de estudios de matemáticas en los niveles elementales (National Council of Teachers of Mathematics, 2000), siendo considerados normalmente entre los tipos de problemas más difíciles a los que se tiene que enfrentar el alumnado (Verschaffel et al., 2020).

De entre las muchas descripciones que se han hecho acerca de las estrategias de resolución de problemas, algunas de las más conocidas se pueden encontrar en el trabajo de Pólya (1945), en gran parte responsable del camino tomado por la investigación y enseñanza-aprendizaje de la resolución de problemas que se ha construido en las últimas décadas (Schoenfeld, 1987, 1992). En este modelo, donde se pone énfasis en los procesos heurísticos y metacognitivos, se consideran cuatro fases en la resolución de problemas: comprender el problema, leyéndolo detenidamente para identificar la información (datos e incógnitas) esencial y no esencial; elaborar un plan, reuniendo toda la información disponible, relacionando datos e incógnitas y reflexionando sobre algunas acciones posibles; aplicar el plan, revisando y cambiándolo según sea necesario; y revisar y verificar si la solución obtenida tiene sentido, comprobando si se ha utilizado toda la información aplicable.

Debido a que hay tantas formas efectivas de enseñar el razonamiento matemático como excelentes maestros con sus estilos particulares, no existe una técnica "correcta" para enseñar la resolución de problemas (Schoenfeld, 1983). Lo que sí parece claro es que la tutorización humana es el tipo de instrucción más eficaz, ya que las investigaciones muestran que los tutores humanos competentes pueden producir las más significativas ganancias en el aprendizaje (Bloom, 1984). A pesar de ello, como veremos a continuación, existen opciones tecnológicas que pueden llegar a ofrecer una alternativa válida, útil para algunas situaciones.

1.2. Uso de la tecnología en matemáticas.

Un enfoque pedagógico potente para apoyar el desarrollo de habilidades matemáticas tempranas es la tecnología educativa en forma de herramientas y aplicaciones electrónicas que ayudan a ofrecer contenido de aprendizaje, apoyando el proceso de aprendizaje (Verbruggen et al., 2021). En ocasiones, el uso que se hace de la tecnología no es el más

apropiado, ya que muchas veces no se aprovechan las capacidades de los individuos ni las de los dispositivos o aplicaciones. Sin embargo, la tecnología se puede utilizar para ayudar a los estudiantes a desarrollar hábitos mentales matemáticos y construir ideas matemáticas (Cuoco & Goldenberg, 1996), proporcionando también retroalimentación en tiempo real y conexiones entre representaciones, haciendo así contribuciones poderosas y únicas al aprendizaje (National Council of Teachers of Mathematics, 2000).

Una de las posibilidades tecnológicas que podrían aplicarse de manera plausible a la enseñanza y aprendizaje de la resolución de problemas matemáticos serían las aplicaciones informáticas basadas en inteligencia artificial. Esta propuesta, que no es nueva (ver Fey, 1989), cobra sentido en la actualidad en forma de los conocidos como sistemas tutoriales inteligentes, que serían capaces de dar respuestas a las cuestiones mencionadas anteriormente al ofrecer retroalimentación inmediata y personalizada basada en un modelo cognitivo de la progresión del alumno, brindándole así la posibilidad de un aprendizaje individualizado en el que puede controlar su propio ritmo (Graesser et al., 2018). Si bien los sistemas tutoriales inteligentes no deberían emplearse para reemplazar toda la experiencia del aula, su eficacia ha avanzado hasta el punto de que podrían ser una alternativa viable a la tutorización humana individual en algunas tareas (VanLehn, 2011) y su uso junto a la presencia de maestros humanos podría hacer que el proceso de aprendizaje fuese más completo y efectivo (Mandal & Naskar, 2021).

1.3. Relación de los estudiantes con la tecnología en función del género.

Conocer, evaluar y comprender las actitudes de los estudiantes hacia la tecnología es fundamental para desarrollar estrategias de enseñanza e integrar su uso en el aula con el objetivo enriquecer la experiencia de aprendizaje (Frantom et al., 2002). Del mismo modo, conocer la efectividad percibida por los alumnos y alumnas hacia un objeto de aprendizaje tecnológico será necesario para evaluar si dicho objeto es una herramienta educativa viable (Kay & Knaack, 2009).

Por otro lado, el aprendizaje es un proceso complejo en el que intervienen numerosas variables entre las que se incluye el género del estudiante (Kay & Knaack, 2009). El estudio de las diferencias de género ha sido uno de los temas centrales en la educación, principalmente en los dominios tradicionales, como las matemáticas, la lectura y las ciencias. Sin embargo, el cuerpo existente de estudios empíricos en el dominio de la alfabetización tecnológica es considerablemente más pequeño (Siddiq & Scherer, 2019). En los estudios realizados se han reportado diferencias de género en una variedad de constructos relacionados con la tecnología (Cai et al., 2017; Siddiq & Scherer, 2019; Vekiri & Chronaki, 2008) y, aunque tradicionalmente los hallazgos más generalizados en la literatura apuntan a que los estudiantes varones tienen una mayor alfabetización digital, estudios recientes contradicen dichas afirmaciones, por lo que todavía existe la necesidad de investigar los factores relacionados con las diferencias de género en esta materia (Siddiq & Scherer, 2019).

2. Objetivos.

El presente trabajo forma parte de un proyecto más extenso, con un conjunto amplio de objetivos. En este texto, en particular, nos centraremos en dos objetivos: i) evaluar la satisfacción de estudiantes de 5º de Educación Primaria tras completar una secuencia de enseñanza para la resolución aritmética de problemas verbales con el sistema tutorial inteligente HINTS, y ii) evaluar posibles diferencias por género en la satisfacción de los estudiantes.

3. Metodología.

3.1. Diseño del estudio y participantes.

El estudio se organizó atendiendo a una metodología mixta. En concreto, se optó por un diseño explicativo secuencial, enfoque que combina la recogida y análisis de datos de naturaleza cuantitativa y cualitativa en una secuencia organizada de etapas (Creswell & Plano Clark, 2018).

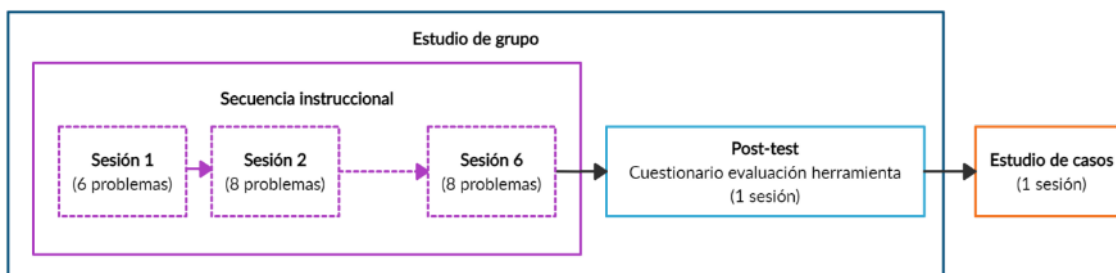


Figura 1. Diseño del experimento.

El diseño del experimento puede consultarse en la Figura 1 y se explica en detalle a continuación. En la primera etapa –que, en adelante, denominaremos estudio de grupo– consistió en una secuencia de enseñanza de seis sesiones de trabajo con el sistema tutorial inteligente HINTS (véase el apartado 3.3. para una explicación detallada de este sistema tutorial inteligente), tras la cual se evaluó de manera cuantitativa, a partir de un cuestionario o post-test, la satisfacción de los estudiantes con la instrucción recibida en la secuencia instruccional mediante HINTS. Tras ello, en una segunda fase de naturaleza cualitativa, se desarrolló un estudio de casos de una sesión de duración que, entre otros, tenía el propósito de profundizar y dar sentido a los resultados obtenidos de manera cuantitativa.

Respecto a los participantes, en la primera de las etapas, se contó con la presencia de 55 estudiantes de 5º de Educación Primaria (16 niños y 39 niñas). En la segunda etapa, el estudio de casos, participaron 9 estudiantes (3 niños y 6 niñas) seleccionados a partir de sus actuaciones en la fase cuantitativa. La investigación se desarrolló de acuerdo a los principios éticos establecidos en *Ethics in Social Sciences and Humanities* elaborado por la Comisión Europea (European Commission, 2018).

3.2. Procedimiento.

El estudio de grupos se organizó como una secuencia instruccional de seis sesiones, una por semana, de 45 minutos de duración cada una. Las sesiones se desarrollaron en el aula en la que habitualmente los participantes recibían sus clases de matemáticas y dentro del horario establecido para dicha materia. En todas las sesiones los estudiantes trabajaron de manera individual con HINTS. Cada estudiante tenía asignado un código de usuario único y una contraseña con la que se registraba en el sistema. Al acceder a HINTS, aparecía precargada automáticamente la colección de problemas que el usuario debía resolver en esa sesión. Cada colección de problemas constaba de ocho problemas verbales, con excepción de la primera que se componía de sólo seis problemas. Por ende, en total, la secuencia instruccional consistió en 46 problemas verbales que los participantes debían resolver aritméticamente. Se tomó la decisión de que hubiera un menor número de problemas en la primera colección, dado que, en la primera sesión, antes de empezar a trabajar con el sistema tutorial inteligente, los participantes visionaron un vídeo de siete minutos de duración en el que se les explicaba cómo acceder a HINTS y cómo utilizarlo. Este fue el único periodo de tiempo dedicado a mostrar los principios de funcionamiento del sistema tutorial a lo largo de toda la secuencia

instruccional. Como se comentaba con anterioridad, los participantes trabajaron de manera individual y autónoma en HINTS, por lo que el docente, a pesar de estar siempre presente en el aula, no desempeñó un papel activo en el trascurso de la instrucción. De hecho, atendiendo a los objetivos de la investigación –que se centran en evaluar el impacto de HINTS–, se restringieron sus interacciones con el alumnado, de tal modo que sólo pudiera atender dudas o consultas relacionadas con cuestiones técnicas (p. ej., en caso de que un participante no recordara su código de usuario).

Tras la finalización del estudio de grupo, a partir del análisis de las actuaciones de los participantes, se realizó una selección de estudiantes para el estudio de casos. En el estudio de casos se grabaron a nueve participantes resolviendo problemas de manera individual con HINTS. El estudio de casos se organizó atendiendo a las consideraciones de Schoenfeld (1985). A cada estudiante se le planteaban una serie de problemas, seleccionados considerando las dificultades que se habían documentado específicamente para ese participante en el estudio de grupos. Durante el estudio de casos, se solicitaba al estudiante que explicara en voz alta el proceso de resolución o las ideas que estuviera valorando. En todo momento, se procuró que las intervenciones del investigador se redujesen al mínimo, con la única excepción de la parte final del estudio de casos –cuando el estudiante ya había finalizado la resolución de los problemas–, en la que el investigador planteaba algunas preguntas al estudiante acerca de su satisfacción con el sistema tutorial inteligente y, en su caso, sobre qué elementos de la herramienta consideraba más útiles para el aprendizaje o, por el contrario, más susceptibles de ser mejorados. En este estudio, se optó por filmar resoluciones individuales, ya que éstas reflejan cogniciones más puras de los estudiantes, en comparación con otras configuraciones (p. ej., en parejas), que favorecen procesos comunicativos más ricos. Tras el estudio de casos, todas las grabaciones fueron transcritas para su posterior análisis.

3.3. El sistema tutorial inteligente.

Tal y como se ha comentado previamente, en el presente estudio, los participantes usaron el sistema tutorial inteligente HINTS, herramienta que puede ser empleada desde cualquier dispositivo con acceso a internet. Este sistema destaca por su capacidad para conjugar una tutorización de elevada granularidad tanto en la resolución aritmética como en la resolución algebraica de problemas verbales (Arnau et al., 2013), y de ofrecer libertad al resolutor para seguir distintas lecturas (Arnau et al., 2014). Además, HINTS permite diferentes configuraciones del entorno pensadas para adaptar su comportamiento a diferentes posibilidades didácticas. Por ejemplo, el sistema permite la posibilidad de que el usuario solicite ayudas en cualquier momento del proceso de resolución, siendo el tipo de información que aparece en estas ayudas configurable (González-Calero et al., 2015).

La Figura 2 muestra, a modo de ejemplo, la interfaz de HINTS en uno de los problemas usados durante el estudio de casos. Antes de que el usuario ejecute ninguna acción, el sistema ofrece, en la parte superior de la pantalla, el enunciado del problema y, en la parte inferior, un conjunto de botones tipo calculadora con las cantidades necesarias para la resolución del problema, así como de las cuatro operaciones aritméticas básicas. Haciendo uso de estos botones, el estudiante puede introducir expresiones aritméticas para el cálculo de cualquier cantidad desconocida. HINTS valida si la expresión aritmética es correcta y, en caso afirmativo, genera un nuevo botón con el valor de la nueva cantidad conocida, además de mostrar en una tabla una descripción de esta cantidad y su valor. En caso de que la operación sea incorrecta, el sistema muestra en pantalla un mensaje informativo de error. En esta investigación, se utilizó una configuración de HINTS en la que el estudiante sólo podía optar por resoluciones aritméticas y en la que las ayudas bajo demanda estaban desactivadas. Además, los problemas aparecían organizados de manera automática en secuencia, es decir, cuando el estudiante

entraba en la aplicación se encontraba el primer problema ya cargado. Si el estudiante resolvía correctamente el problema, el sistema ofrecía un mensaje informativo de que el problema se había resuelto de manera exitosa y, tras ello, se cargaba el siguiente problema. En cualquier momento, el usuario tenía la posibilidad de abandonar la resolución de un problema y pasar al siguiente. El proceso continuaba hasta que se completaban todos los problemas asignados en la colección diseñada para esa sesión.

The screenshot shows the HINTS interface. At the top, a text box contains a math problem: "Alba, Bea y Manuel han ganado 18.000 euros por hacer un videojuego. Como no han trabajado el mismo tiempo, se lo deben repartir de forma que a Alba le toquen 6 partes; a Bea, 9; y a Manuel, 5. ¿Cuánto dinero debe recibir cada uno?". To the right of the text box is a red question mark icon. Below the text box is a calculator interface with a table header: "Nombre" and "Descripción". The calculator has buttons for "+", "-", "/", and "=". Below these are buttons for "18000", "6", "5", and "9". At the bottom of the calculator interface are buttons for "Aceptar" (Accept) and "Borrar" (Erase). Below the calculator interface is a red button with a white "X" icon.

Figura 2. Ejemplo de la interfaz de HINTS

3.4. Instrumento de recogida de datos.

Con el objeto de evaluar la valoración de los estudiantes respecto al sistema tutorial HINTS se empleó una adaptación de la Escala de Evaluación de Objetos de Aprendizaje para Estudiantes (LOES-S), validada en Kay y Knaack (2009). Este instrumento fue especialmente diseñado para la evaluación de herramientas de aprendizaje interactivas *online*, por lo que es altamente adecuado para el propósito de esta investigación. La escala se compone de 12 ítems tipo Likert de 5 niveles (1. *Totalmente en desacuerdo*; 2. *Bastante en desacuerdo*; 3. *Ni acuerdo ni desacuerdo*; 4. *Bastante de acuerdo*; 5. *Totalmente de acuerdo*), cuya enunciación se incluye en la Tabla 1. El instrumento permite conocer la percepción de los usuarios acerca de la herramienta en tres dimensiones: *Aprendizaje*, *Calidad* y *Motivación* hacia el objeto de aprendizaje. La primera de las dimensiones (*Aprendizaje*) toma en consideración la percepción del usuario respecto a cuánto ha aprendido gracias a la herramienta. El constructo *Calidad* se centra en diseño del objeto de aprendizaje y contempla diversos elementos: características de ayuda/retroalimentación, claridad de las instrucciones, facilidad de uso y organización. Por último, la dimensión *Motivación* examina cuán motivado se siente el usuario hacia el uso de la herramienta. Se realizó un análisis de la consistencia interna del instrumento mediante el omega de Macdonald, que permite subsanar algunas de las limitaciones del alfa de Cronbach (Green & Yang, 2015). Los valores obtenidos de ω para los constructos de *Aprendizaje*, *Calidad* y *Motivación* son, respectivamente, de 0.88, 0.63 y 0.82. Tanto para el caso de la dimensión *Aprendizaje* como de *Motivación* se obtienen valores superiores a 0.80, y, por tanto, recomendables en investigación en ciencias sociales (Nájera Catalán, 2019). En cambio, para la dimensión *Calidad* se observa una baja consistencia interna. Atendiendo a esta escasa homogeneidad, el análisis de esta dimensión se hará a partir de la evaluación de los ítems individuales que refieren a ayuda (I06), claridad de instrucciones (I07), facilidad de uso (I08) y organización (I09).

4. Resultados.

Para dar respuesta a los objetivos de la investigación se planteó una metodología mixta en la que se conjuga en análisis de datos cuantitativos y cualitativos. En consonancia, en la presentación de resultados se organiza en dos subsecciones. La primera ofrece una perspectiva del grado de satisfacción de los estudiantes con HINTS desde el análisis de datos procedentes del estudio de grupos. La segunda subsección ofrece una mirada complementaria a los datos cuantitativos gracias al análisis de datos provenientes del estudio de casos.

4.1. Resultados desde el estudio de grupos.

En la Tabla 1 se muestran, a modo de síntesis, los estadísticos descriptivos básicos de media y desviación típica para las respuestas de los estudiantes a la Escala de Evaluación de Objetos de Aprendizaje para Estudiantes (LOES-S). Los resultados se muestran tanto para las tres dimensiones de la escala (*Aprendizaje*, *Calidad* y *Motivación*) como para cada uno de los ítems que las componen. A su vez, éstos se desglosan atendiendo al sexo de los participantes.

| Dimensión | Ítem | Niños | | Niñas | | Total | |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | M | DT | M | DT | M | DT |
| Aprendizaje | I01. Trabajar con HINTS me ayudó a aprender. | 4.00 | 1.07 | 3.92 | 0.90 | 3.94 | 0.94 |
| | I02. La retroalimentación (mensajes de ayuda) que ofrece HINTS me ayudó a aprender. | 2.73 | 0.96 | 3.26 | 1.16 | 3.11 | 1.13 |
| | I03. El diseño de la interfaz visual (pantalla) de HINTS me ayudó a aprender. | 3.13 | 1.06 | 3.92 | 1.04 | 3.70 | 1.09 |
| | I04. HINTS me ayudó a aprender nuevos conceptos | 4.13 | 0.83 | 4.28 | 0.92 | 4.24 | 0.89 |
| | I05. En general, HINTS me ayudó a aprender. | 4.00 | 1.00 | 3.97 | 0.90 | 3.98 | 0.92 |
| | Total | 3.60 | 0.73 | 3.87 | 0.79 | 3.80 | 0.78 |
| Calidad | I06. Las funciones de ayuda en HINTS fueron útiles. | 3.07 | 1.33 | 3.44 | 1.27 | 3.33 | 1.29 |
| | I07. Las instrucciones en HINTS fueron fáciles de seguir. | 3.67 | 1.18 | 4.28 | 1.00 | 4.11 | 1.08 |
| | I08. HINTS fue fácil de usar. | 4.53 | 0.74 | 4.54 | 0.82 | 4.54 | 0.79 |
| | I09. HINTS estaba bien organizado. | 4.53 | 0.74 | 4.51 | 0.72 | 4.52 | 0.72 |
| | Total | 3.95 | 0.55 | 4.17 | 0.68 | 4.13 | 0.58 |
| Motivación | I10. Me gustó la temática general de HINTS. | 4.47 | 0.74 | 4.13 | 1.03 | 4.22 | 0.96 |
| | I11. HINTS me pareció motivador. | 4.00 | 0.93 | 3.77 | 1.04 | 3.83 | 1.00 |
| | I12. Me gustaría volver a utilizar HINTS. | 4.07 | 1.10 | 3.97 | 1.25 | 4.00 | 1.20 |
| | Total | 4.17 | 0.55 | 3.96 | 0.59 | 4.02 | 0.88 |

Tabla 1. Resultados de LOES-S tras estudio de grupos

Atendiendo a los niveles de respuesta de los ítems, consideramos que valores promedio próximos a 4 (*Bastante de acuerdo*), dan cuenta de una valoración positiva del elemento cuestionado en el ítem, mientras que valores cercanos a 3 (*Ni de acuerdo ni en desacuerdo*) se relacionan con posiciones neutras. Según este criterio, un análisis global de los resultados indica que los participantes no consideraron negativamente ningún aspecto de la herramienta, considerando que, en líneas generales, el uso de HINTS resultó útil para su aprendizaje, siendo ésta una herramienta motivadora, que les gustaría volver a emplear.

Respecto a la dimensión *Aprendizaje*, es reseñable que los ítems I01, I04 e I05 –que refieren de manera genérica a la percepción de los estudiantes acerca del aprendizaje conseguido con la herramienta– fueron valorados positivamente tanto por los niños como por las niñas. En cambio, los ítems I02 e I03, relacionados con características puntuales de la herramienta, recibieron una valoración neutra. En este sentido, a la hora de interpretar los resultados relativos al ítem I02, debe recordarse que la opción de ayudas bajo demanda se encontraba desactivada, por lo que, cuando un estudiante clicaba sobre el botón de ayudas, aparecía un mensaje indicando que la opción no estaba disponible. El diseño de la interfaz de HINTS (ítem I03) obtuvo una valoración neutra, inferior a otros ítems, especialmente en el caso de los varones.

En cuanto a los ítems englobados en la dimensión *Calidad*, tanto alumnos como alumnas hacen una valoración muy positiva de la facilidad de uso y la organización de la herramienta (ítems I08 e I09). Por otro lado, nuevamente se observa una percepción inferior acerca de las funciones de ayuda de HINTS (ítem I06) en la versión usada en esta investigación. En líneas generales, no se observan diferencias relevantes en las valoraciones ligadas a la dimensión *Calidad* entre niños y niñas.

Finalmente, respecto al constructo *Motivación*, las respuestas de los estudiantes apuntan, con independencia del sexo de los estudiantes, a una elevada satisfacción con la temática del sistema tutorial (ítem I10), a que la experiencia resulta motivadora (ítem I11) y a un interés en volver a emplear HINTS (ítem I12).

4.2. Resultados desde el estudio de casos. El ejemplo de Antonio.

En total, en el estudio de casos participaron nueve estudiantes y, en todos ellos, los participantes manifestaron opiniones muy positivas acerca de la utilidad de HINTS para el aprendizaje de la resolución aritmética de problemas verbales. En este texto, a modo de ejemplo, mostraremos fragmentos del estudio de casos de Antonio para ilustrar la valoración de estos estudiantes de 5º de Educación Primaria acerca de su experiencia con el sistema tutorial inteligente. En el estudio de caso, Antonio consiguió resolver todos los problemas que se le plantearon y, en la parte final del mismo, se le plantearon algunas preguntas orientadas a conocer qué aspectos de HINTS consideraba más y menos beneficiosos para el aprendizaje:

| | |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Investigador: | ¿Qué te ha parecido trabajar con HINTS? |
| Antonio: | Muy bien porque me ha gustado trabajar, he solucionado problemas que, aunque me ha costado, ya lo sé solucionar, que no sabía. Y bueno pues, ha sido muy bueno trabajar con HINTS. A mí por lo menos. |
| Investigador: | ¿Hay algo que no te ha gustado? ¿Algo que mejorarías? |
| Antonio: | La ayuda porque creo que la teníamos deshabilitada, lo de la derecha. Pero la otra parte me parece muy bien, no hay ninguna cosa que no me haya gustado. |

Las verbalizaciones de Antonio, que fueron la tónica general en todos los casos grabados, evidencian con nitidez el grado de satisfacción de los estudiantes con HINTS y la capacidad del sistema para generar aprendizaje. Al mismo tiempo, visibilizan su percepción de que hubiera sido positivo poder solicitar ayudas bajo demanda al sistema tutorial.

5. Discusión y conclusiones.

El objetivo principal del presente estudio ha sido el de conocer las valoraciones del alumnado de 5º de Educación Primaria en cuanto a su satisfacción hacia el sistema tutorial inteligente

HINTS tras completar en él una secuencia de enseñanza para la resolución aritmética de problemas verbales. Además, un segundo objetivo estaba encaminado a evaluar eventuales diferencias por género en dichas valoraciones.

En cuanto al primer objetivo, los hallazgos obtenidos han permitido observar cómo la herramienta ha sido valorada positivamente por parte del alumnado tanto en líneas generales como por cada una de las dimensiones del instrumento por separado (*Aprendizaje, Calidad y Motivación*), lo que hablaría en favor de su viabilidad como instrumento de aprendizaje tecnológico (Kay & Knaack, 2009). Cabe resaltar que, a pesar de que la valoración del ítem relacionado con la calidad de la interfaz (I03) no es de las más elevadas, consideramos que, precisamente, la sencillez de la interfaz posibilita las buenas valoraciones en ítems ligados a la calidad en cuanto a la facilidad de uso y organización de HINTS (I08 e I09), puesto que el marcado carácter sobrio del diseño de su interfaz busca poner el foco en la resolución de problemas. Estos resultados se corresponden con los obtenidos en del Olmo-Muñoz et al. (2021), donde se utilizó el mismo instrumento para medir las percepciones de estudiantes de 5º y 6º de Educación Primaria acerca de HINTS tras realizar otra secuencia de enseñanza que también involucró la resolución aritmética de problemas verbales. Además, estas percepciones han sido corroboradas por los resultados positivos obtenidos en el aprendizaje de los alumnos del presente estudio en cuanto a su habilidad para resolver problemas aritméticos (del Olmo-Muñoz et al., 2022).

Respecto las valoraciones de la herramienta desglosadas por género, éstas también han resultado positivas tanto para los niños como para las niñas en todas las dimensiones medidas. Estos resultados estarían en la línea de los obtenidos por Siddiq y Scherer (2019), donde se sugirió que la brecha de género en materia tecnológica o digital no sería tan severa como se ha reportado en otros estudios. También coincidimos con la visión de estos autores apuntando que esta mirada de género en la evaluación de instrumentos tecnológicos de aprendizaje sigue siendo necesaria para seguir despejando dudas sobre las diferencias en la alfabetización digital y uso de tecnología por parte de niños y niñas.

En cuanto al estudio de casos, las opiniones de los alumnos apuntaron la satisfacción general observada previamente en los resultados cuantitativos. La evaluación y análisis de estas opiniones debe contribuir, tal y como señalan Frantom et al. (2002), al desarrollo de estrategias de enseñanza mediadas por tecnología que permitan enriquecer el aprendizaje en su conjunto. Además, la propuesta de mejora planteada por el estudiante ejemplificado en el estudio de casos (y que también fue comentado por varios participantes más), relacionada con la activación del sistema de ayudas, podría plantear una nueva cuestión de investigación ligada a la eficacia de éstas para el aprendizaje, valorando su buen uso o un posible abuso de las mismas por parte del alumnado.

Agradecimientos.

Este trabajo ha sido respaldado por la Unión Europea a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha mediante el proyecto SBPLY/19/180501/000278; por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades a través del proyecto PGC2018-096463-B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y FEDER; por la Generalitat Valenciana (España) a través del proyecto AICO/2021/019; y por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España a través de la Ayuda para la Formación de Profesorado Universitario FPU19/03857.

Referencias bibliográficas.

- Arnau, D., Arevalillo-Herraez, M., & Gonzalez-Calero, J. A. (2014). Emulating Human Supervision in an Intelligent Tutoring System for Arithmetical Problem Solving. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(2), 155–164. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2307306>
- Arnau, D., Arevalillo-Herráez, M., Puig, L., & González-Calero, J. A. (2013). 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 & Education*, 63, 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.020>
- Bloom, B. S. (1984). The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring. *Educational Researcher*, 13(6), 4–16. <https://doi.org/10.3102/0013189X013006004>
- Cai, Z., Fan, X., & Du, J. (2017). Gender and attitudes toward technology use: A meta-analysis. *Computers & Education*, 105, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.11.003>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research*. SAGE.
- Cuoco, A. A., & Goldenberg, E. P. (1996). A Role for Technology in Mathematics Education. *Journal of Education*, 178(2), 15–32. <https://doi.org/10.1177/002205749617800202>
- Del Olmo-Muñoz, J., González-Calero, J. A., Diago, P. D., Arnau, D., & Arevalillo-Herráez, M. (2022). Using intra-task flexibility on an intelligent tutoring system to promote arithmetic problem-solving proficiency. *British Journal of Educational Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/bjet.13228>
- Del Olmo-Muñoz, J., Tirado-Olivares, S., Diago, P. D., González-Calero, J. A., Arnau, D., & Arevalillo-Herráez, M. (2021). Resolviendo problemas verbales en Educación Primaria con un Sistema Tutorial Inteligente: ¿Qué piensan los estudiantes al respecto? In P. D. Diago, D. F. Yáñez, M. T. González-Astudillo, & D. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXIV* (p. 647). SEIEM.
- European Commission, D. R. (2018). *Ethics in Social Science and Humanities*. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/6_h2020_ethics-soc-science-humanities_en.pdf
- Fey, J. T. (1989). Technology and mathematics education: A survey of recent developments and important problems. *Educational Studies in Mathematics*, 20(3), 237–272. <https://doi.org/10.2307/3482471>
- Frantom, C. G., Green, K. E., & Hoffman, E. R. (2002). Measure Development: The Children's Attitudes toward Technology Scale (CATS). *Journal of Educational Computing Research*, 26(3), 249–263. <https://doi.org/10.2190/DWAF-8LEQ-74TN-BL37>
- González-Calero, J. A., Arnau, D., Puig, L., & Arevalillo-Herráez, M. (2015). Intensive scaffolding in an intelligent tutoring system for the learning of algebraic word problem solving. *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1189–1200. <https://doi.org/10.1111/bjet.12183>
- Graesser, A. C., Hu, X., & Sottolare, R. (2018). Intelligent tutoring systems. In *International Handbook of the Learning Sciences* (pp. 246–255). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315617572-24>
- Green, S. B., & Yang, Y. (2015). Evaluation of Dimensionality in the Assessment of Internal Consistency Reliability: Coefficient Alpha and Omega Coefficients. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 34(4), 14–20. <https://doi.org/10.1111/emip.12100>

- Kay, R. H., & Knaack, L. (2009). Assessing learning, quality and engagement in learning objects: the Learning Object Evaluation Scale for Students (LOES-S). *Educational Technology Research and Development*, 57(2), 147–168. <https://doi.org/10.1007/s11423-008-9094-5>
- Mandal, S., & Naskar, S. K. (2021). Classifying and Solving Arithmetic Math Word Problems—An Intelligent Math Solver. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(1), 28–41. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3057805>
- Nájera Catalán, H. E. (2019). Reliability, Population Classification and Weighting in Multidimensional Poverty Measurement: A Monte Carlo Study. *Social Indicators Research*, 142(3), 887–910. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1950-z>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*.
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton University Press.
- Schoenfeld, A. H. (1983). Problem solving in the mathematics curriculum: A report, recommendations, and an annotated bibliography. Mathematical Association of America.
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1987). Pólya, Problem Solving, and Education. *Mathematics Magazine*, 60(5), 283–291. <https://doi.org/10.1080/0025570X.1987.11977325>
- Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). MacMillan.
- Siddiq, F., & Scherer, R. (2019). Is there a gender gap? A meta-analysis of the gender differences in students' ICT literacy. *Educational Research Review*, 27, 205–217. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.03.007>
- VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197–221. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- Vekiri, I., & Chronaki, A. (2008). Gender issues in technology use: Perceived social support, computer self-efficacy and value beliefs, and computer use beyond school. *Computers & Education*, 51(3), 1392–1404. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.003>
- Verbruggen, S., Depaepe, F., & Torbeyns, J. (2021). Effectiveness of educational technology in early mathematics education: A systematic literature review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 27, 100220. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100220>
- Verschaffel, L., Greer, B., & de Corte, E. (2000). *Making sense of word problems*. Lisse: Swets and Zeitlinger.
- Verschaffel, L., Schukajlow, S., Star, J., & Van Dooren, W. (2020). Word problems in mathematics education: a survey. *ZDM*, 52(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01130-4>