

¿Acaso la navegación siempre predice el desempeño? Los efectos de la navegación en la lectura digital son moderados por las habilidades de comprensión

Does Navigation Always Predict Performance?
Effects of Navigation on Digital Reading are Moderated by Comprehension Skills

Johannes Naumann y Ladislao Salmerón

Resumen

El presente estudio investiga los efectos interactivos de la navegación y las habilidades de comprensión en el desempeño de la lectura digital. Se consideraron como indicadores de la navegación la selección de páginas relevantes y la selección de páginas irrelevantes. Se encontró que en 533 secundarias españolas los estudiantes de 11 a 17 años muestran efectos positivos en la lectura de comprensión fuera de línea y la selección de páginas relevantes para el desempeño de la lectura digital, mientras que la selección de páginas irrelevantes tuvo un efecto negativo. Además, se halló una relación entre la selección de páginas relevantes y la habilidad de comprensión fuera de línea. Mientras que el efecto de la selección de páginas relevantes fue bueno en aquellos alumnos que mostraron buenas habilidades de lectura fuera de línea, se redujo en quienes mostraron una comprensión pobre. El efecto de la habilidad de comprensión fuera de línea fue importante en los estudiantes que muestran altos índices de selección de páginas relevantes, mientras que era pobre e insignificante en los estudiantes que mostraron bajos índices de selección de páginas relevantes.

Abstract

This study investigated interactive effects of navigation and offline comprehension skill on digital reading performance. As indicators of navigation, relevant page selection and irrelevant page selection were considered. In 533 Spanish high school students aged 11-17 positive effects of offline comprehension skill and relevant page selection on digital reading performance were found, while irrelevant page selection had a negative effect. In addition, an interaction between relevant page selection and offline comprehension skill was found. While the effect of relevant page selection was strong in good offline comprehenders, it was significantly reduced in weak offline comprehenders. The effect of offline comprehension skill was strong in students showing high rates of relevant page selection, while it was weak and insignificant in students showing low rates of relevant page selection.

Palabras clave: análisis; archivo de registro; comprensión; hipertexto; navegación.

Keywords: Comprehension; Hypertext; Log-File Analysis; Navigation.

INTRODUCCIÓN

En escenarios de aprendizaje donde los materiales se entregan en línea, por ejemplo, en los programas de educación a distancia, con frecuencia los estudiantes necesitan navegar en una red de materiales vinculados (o nodos) entre sí para poder progresar. Especialmente durante la navegación se debe evaluar la relevancia de los hipervínculos disponibles y decidir cuál contiene información necesaria para responder una pregunta. Si los estudiantes acceden a un nodo con información relevante, de todas maneras deben evaluar si la información es suficiente o si necesitan acceder a otros vínculos relevantes para obtener respuestas completas. Si una persona está considerando estudiar, por ejemplo, psicología en un entorno de aprendizaje a distancia y, accede a la página web de la universidad, verá que incluso antes de inscribirse en un programa de estudios el futuro alumno necesita acceder a un número de hipervínculos, leer e integrar los documentos que ha abierto para obtener información sobre los contenidos del curso, tarifas, requisitos, etc. A su vez, después de inscribirse, los estudiantes deben completar las tareas que se les hacen llegar en línea. Una vez más, para completar las tareas, por ejemplo, deberán buscar la bibliografía necesaria para redactar los ensayos, por lo que deberán navegar en línea para encontrar los documentos. Accederán a ciertos hipervínculos y descartarán los que no encuentren relevantes para la tarea en cuestión. Por lo mismo, en teoría, la navegación es un proceso crucial de la educación presencial, en línea y a distancia. Además, se necesitan habilidades de comprensión tradicional o fuera de línea para procesar los documentos a los que se ha accedido a través de la navegación (Salmerón & Gar-

INTRODUCTION

In learning scenarios where materials are delivered online, e.g. in distance education programmes, students frequently need to progress on their task by navigating through a network of linked materials (or nodes). Specifically, during navigation they have to assess the relevance of the available hyperlinks, and decide which one may contain information useful to answer the question. If students access a node with relevant information, they may still have to assess if the information obtained from this node is enough, or if they need to access further relevant links to provide a complete answer. Think of a person who considers taking up studies in, e.g., Psychology in a distance learning setting, and accesses the website of, e.g., the Open University. Even before enrolling in a study program, they will need to access a number of hyperlinks, and read and integrate the documents opened by these, to find out about course contents, fees, terms of application, etc. After having enrolled, they will need to complete study assignments sent to them online. Again, completing these assignments, e.g., when searching for literature to complete an essay, they will need to engage with navigating documents online by accessing certain hyperlinks, and discarding others when they are not relevant to the task at hand. Thus, theoretically, navigation is a crucial process in online and distance learning. In addition, traditional or offline comprehension skills are needed to process the documents accessed through the navigation process (e.g., Salmerón & García, 2011). This means that in online learning scenarios as well, students need to decode words, parse the syntax of sentences, and execute local and global coherence processes to finally understand a

cía, 2011). Esto significa que en el escenario del aprendizaje en línea los estudiantes necesitan decodificar palabras, analizar la sintaxis de las oraciones y ejecutar procesos de coherencia local y global para comprender el contenido de un documento (Kintsch, 1998).

El objetivo de este artículo es aclarar la forma en que los procesos de navegación y las habilidades de comprensión fuera de línea interactúan en los escenarios del aprendizaje en línea. En la siguiente sección se revisará la bibliografía que trata dicha interacción.

EVIDENCIA DE LA INTERACCIÓN DE LAS HABILIDADES DE COMPRENSIÓN FUERA DE LÍNEA Y LOS PROCESOS DE NAVEGACIÓN

De acuerdo con el rastro de los archivos de registro, es claro que la navegación de los estudiantes juega un papel importante para responder los cuestionarios de las asignaturas en línea (Organización de Cooperación Económica y Desarrollo [OCDE], 2011). Especialmente, un estudio a gran escala en el que participaron adolescentes en el Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA)¹ de la OCDE, 2009, reveló que en la evaluación de la lectura electrónica, los estudiantes que mostraron un comportamiento de navegación orientado hacia la tarea, como indica el registro de las páginas relevantes más visitadas, respondieron correctamente a un mayor número de preguntas. Este resultado concuerda con otros estudios de pequeña escala, que han analizado la forma en que los adolescentes y universitarios navegan para realizar las tareas de sus diferentes asignaturas. Estas tareas incluyen: buscar información (Cress & Knabel, 2003; Hsu & Schwen, 2003); estudiar para el curso semestral (Puntambekar & Goldstein, 2007); hacer tareas de lectura de comprensión (Salmerón, Cañas, Kintsch & Fajardo, 2005; Salmerón, Kintsch, & Cañas, 2006) y redactar resúmenes o trabajos de in-

document's contents (e.g., Kintsch, 1998). This article aims at a contribution to clarifying how navigation processes and offline comprehension skills interact in online learning scenarios. In the following section, we first review the existing literature on this interaction.

EVIDENCE FOR THE INTERACTION OF OFFLINE COMPREHENSION SKILLS AND NAVIGATION PROCESSES

There is clear evidence that students' navigation, as indicated by their traces in log files, play a major role in online question-answering tasks (Organization of Economic Co-Operation and Development [OECD], 2011). Specifically, a large scale study involving the adolescents participating in the OECD Programme for International Student Assessment (PISA)¹ 2009 electronic reading assessment revealed that students who displayed a more task-oriented navigation behaviour, as indicated by more visits to task-relevant pages, correctly responded to a higher number of questions. This result is in line with several other small scale studies that have looked at how adolescents and undergraduate students navigate in different learning tasks. These tasks include searching for information (Cress & Knabel, 2003; Hsu & Schwen, 2003), studying for a semester-long course (Puntambekar & Goldstein, 2007), reading for comprehension (Salmerón, Cañas, Kintsch, & Fajardo, 2005; Salmerón, Kintsch, & Cañas, 2006), reading to prepare a summary (Richter, Naumann, & Noller, 2003; Naumann, Richter, Flender, Christmann, & Groeben, 2007), or performing a science inquiry task (Goldman, Braasch, Wiley, Graesser, & Brodowinksa, 2012). In addition, OECD (2011) showed that students with good offline comprehension skills, as measured by a paper and pencil reading comprehension test, employed better navigation paths, which in turn improved even more their online performance.

vestigación científica (Goldman, Braasch, Wiley, Graesser & Brodowinksa, 2012). Además, la OCDE (2011) mostró que de acuerdo con la prueba escrita de comprensión de lectura, los estudiantes con buenas habilidades de comprensión fuera de línea recurrieron a mejores rutas de navegación, las cuales, a su vez, mejoraron su desempeño en línea. Si bien, ya se ha demostrado en los estudios a pequeña escala sobre la función mediadora de la navegación en nexo con las habilidades de comprensión fuera de línea y el desempeño general en línea (Naumann, Richter, Christmann & Groeben, 2008; Salmerón & García, 2011), se desconoce sobre el efecto moderador en potencia que tienen las habilidades de comprensión fuera de línea en relación con la navegación y el desempeño (por ejemplo, la navegación únicamente puede predecir el desempeño en línea de los estudiantes con suficientes habilidades de comprensión fuera de línea). El objetivo de este estudio es contribuir a las investigaciones en este campo.

Según el cálculo de los archivos de registro, la navegación predice el desempeño de los estudiantes en las diferentes tareas de aprendizaje en línea. Esto ha llamado la atención de los académicos debido a las implicaciones que tiene tanto a nivel teórico como práctico (Guyer, Atasoy & Somyürek, 2015). En el plano teórico, la navegación es importante porque está interrelacionada con la autorregulación del aprendizaje (SRL por sus siglas en inglés) en escenarios en línea. Los modelos de SRL describen las decisiones que los estudiantes toman en escenarios de aprendizaje complejos, tales como determinar las secciones del hipertexto que se han de estudiar y las que no. Estas decisiones que toman los estudiantes, con base en la reflexión, están determinadas por los escenarios, los objetivos de la asignatura y la revisión de su desempeño durante la tarea (Winne & Hadwin, 1998). Además, en los modelos SRL se asume que en las pruebas los estudiantes tratan de optimizar

While this mediating role of navigation on the relationship between offline comprehension skills and online performance has been already reported in small scale studies (Naumann, Richter, Christmann, & Groeben, 2008; Salmerón & García, 2011), less is known about the potential moderator effect of offline comprehension skills on the relationship between navigation and performance (e.g., navigation may predict online performance only for students with sufficient offline comprehension skills). The goal of this study is to shed light on this aspect.

The fact that navigation, as measured by log files, predicts students' performance in several online learning tasks has raised the attention of scholars due to its important implications on a theoretical and on a practical level (e.g. Güyer, Atasoy & Somyürek, 2015). On a theoretical level, navigation is important because it is highly interlinked with self-regulation learning (SRL) in online scenarios. SRL models describe students' decisions in complex learning scenarios, such as deciding which hypertext sections to study and which one not. These decisions are based on students' reflections on the constraints imposed by the scenario, their task goals, and the revision of their performance during the task (Winne & Hadwin, 1998). In addition, SRL models assume that learners try to optimize both achievement and how achievement is reached (Winne & Baker, 2013). In online learning, readers are provided with tasks that require a self-directed selection and organization of text materials. In terms of achievement, there is ample evidence that increased self-regulation in online learning goes together with better learning outcomes (e.g. Azevedo & Cromley, 2004; Azevedo, Greene, & Moos, 2007; Azevedo, Moos, Greene, Winters, & Cromley, 2008). In terms of how achievement is reached, there is evidence that better self-regulation goes together with better navigation, and that better navigation partly

su desempeño, así como la manera de conseguir un mejor resultado (Winne & Baker, 2013). En el aprendizaje en línea se pide a los lectores que realicen tareas para las cuales es necesario elegir y organizar el material de texto. En este sentido, se cuenta con extensa evidencia que muestra que a medida que aumenta la autorregulación en el aprendizaje en línea se obtienen mejores resultados (Azevedo & Cromley, 2004; Azevedo, Greene & Moos, 2007; Azevedo, Moos, Greene, Winters & Cromley, 2008). En términos de rendimiento también hay diversas pruebas que revelan que un mejor ejercicio de autorregulación implica una mejor y buena navegación, en parte sirve para medir los efectos de autorregulación en los resultados del aprendizaje en línea en diversos escenarios (Richter, Naumann, Brunner & Christmann, 2005; Salmerón, Kintsch & Kintsch, 2010). Por consiguiente, todo el análisis del comportamiento de navegación puede proporcionar información valiosa acerca de los modelos de autorregulación del aprendizaje (Winne, 2010).

En un nivel práctico, la navegación, según lo medido por los archivos de registro, predice el desempeño de los estudiantes en diversas tareas de aprendizaje en línea. Este es un conocimiento útil para los sistemas inteligentes en línea. Los archivos de registro se pueden rastrear para construir modelos de usuario y se pueden hacer recomendaciones durante la sesión de aprendizaje con base en la navegación de los estudiantes. Por ejemplo, si el sistema detecta que un alumno está navegando en nodos irrelevantes para la tarea, puede reaccionar y motivar al estudiante para que éste se centre en sitios más relevantes (Puntambekar & Stylianou, 2005; Vidal-Abarca *et al.*, 2014; Winne & Hadwin, 2013).

El presente estudio pone en duda la suposición general en la navegación como un medio que predice de manera unívoca el desempeño de los estudiantes en tareas de pregunta y respuesta en línea. En concreto, pusimos a prueba

mediates effects of self-regulation on learning outcomes in online learning scenarios (Richter, Naumann, Brunner & Christmann, 2005; Salmerón, Kintsch, & Kintsch, 2010). Thus, altogether, the analysis of navigation behavior can provide rich information to self-regulated models of learning (Winne, 2010).

On a practical level, the fact that navigation, as measured by log files, predicts students' performance in several online learning tasks makes it useful for intelligent online systems. Log files can be traced to build user models, and recommendations can be provided during the learning session on the basis of students' navigation. For example, if the system detects that a student is navigating task-irrelevant nodes, it may react, prompting her to focus on more relevant ones (e.g. Puntambekar & Stylianou, 2005; Vidal-Abarca *et al.*, 2014; Winne, & Hadwin, 2013).

The current study questions the widespread assumption that navigation univocally predicts performance in question-answering online tasks. Specifically, we tested the assumption that the positive relationship between navigation and performance may be moderated by students' offline comprehension skills. To the best of our knowledge, the potential moderator effect of comprehension skill on the relation between navigation and performance has not yet been investigated. Theoretically, moderation takes place when offline comprehension skills and navigation interact statistically in predicting online reading performance. A student might lack offline comprehension skills, but still have the skill necessary to navigate a digital text. For example students may match words in the question to words in the text, without a thorough examination of the relevance of that particular text section (Cerdán, Gilabert, & Vidal-Abarca, 2011; Salmerón, Cerdán, & Naumann, 2015), or they may use typographical cues of hyperlinks to guide their navigation (Rouet *et al.*, 2011). In this case, however, despite an apparently good navi-

si la relación positiva entre navegación y desempeño puede ser moderada por las habilidades de comprensión fuera de línea. El efecto moderador en potencia de las habilidades de comprensión entre la navegación y el desempeño, no ha sido investigado. En teoría, la moderación tiene lugar cuando las habilidades de comprensión fuera de línea y de navegación interactúan según la estadística para predecir el desempeño de los estudiantes en la tarea de lectura en línea. Un estudiante puede carecer de las habilidades de comprensión fuera de línea, pero todavía así puede tener la habilidad necesaria para navegar a través de un texto digital. Por ejemplo, los estudiantes pueden encontrar las palabras que se repiten tanto en las preguntas como en el texto para localizar la información pertinente para responder las preguntas, sin la necesidad de una exhaustiva revisión del texto en particular (Cerdán, Gilabert & Vidal-Abarca, 2011; Salmerón, Cerdán & Naumann, 2015). Los estudiantes también pueden guiarse por señales tipográficas de hipervínculos para navegar (Rouet *et al.*, 2011). Sin embargo, en dicho caso, a pesar de que el resultado de la navegación es bueno, el de la comprensión será pobre. Esto se debe a que el lector nada más ha seleccionado y ordenado el material de lectura, pero eventualmente deberá leerlo y comprenderlo. Así, según este razonamiento, el efecto de la navegación en el desempeño de lectura digital estará condicionado a la capacidad de comprensión fuera de línea. Para un estudiante con buenas habilidades de comprensión fuera de línea seleccionar una ruta de navegación que contiene un gran porcentaje de materiales relevantes lo ayudará a obtener buenos resultados. En comparación, un estudiante con pocas habilidades de comprensión fuera de línea no será capaz de utilizar un texto de este tipo.

gation, comprehension outcomes will be poor. This is because a text that is 'created' through a readers' self-guided selection and ordering of text materials, i.e. navigation, has to be read and understood eventually. Thus, according to this reasoning the effect of navigation on digital reading performance will be conditional on offline comprehension skills. In a student with good offline comprehension skills, a navigational path containing a large percentage of task-relevant materials will lead to good comprehension outcomes. A student with poor offline comprehension skills, in contrast, will not be able to utilize such a text.

Our study aimed at testing the hypothesis that the relation between navigation and performance is moderated by students' offline comprehension skills. To do so we used a large ($N=533$) age-stratified sample comprising students aged eleven to 17 (see Table 1).

METHOD

Subjects

533 Spanish students participated in the study. Students were sampled from six different schools in the province of Valencia, Spain. Within each school, one complete classroom of 7th, 8th, 9th, and 10th graders was sampled. Schools and children were recruited to participate under specific agreement of collaboration between principals, regional educational authorities and the research team (see Appendix).

As can be seen from Table 1, students' age varied between eleven and 17 years (Table 1, row 8). Roughly half of the students were each male and female (Table 1, row 4). Most students had access to computers and the Internet in their homes (Table 1, rows 2-3). Also, most students had used a computer before (Table 1, row 1).

Correlaciones												
	M	SD	Min	Máx	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Uso de la computadora	1.00	0.04	0.00	1.00								
2. Computadora disponible ^a	0.99	0.09	0.00	1.00	.50***							
3. Internet disponible ^a	0.97	0.17	0.00	1.00	.25***	.12**						
4. Género ^b	0.46	0.50	0.00	1.00	-.05	-.01	-.03					
Predicción y control de variables												
5. Selección de página relevante	0.55	0.15	0.05	0.89	.01	.05	.02	.13**				
6. Selección de página irrelevante	0.11	0.07	0.00	0.33	.01	.05	.01	.16***	.07			
7. Habilidades de comprensión fuera de línea	12.15	4.38	1.00	20.00	-.01	.02	.01	.49***	-.18***			
8. Edad	13.61	1.26	11.00	17.00	.06	.01	-.03	-.01	.21***	-.16***	.32***	
Criterio												
9. Desempeño de lectura digital	0.52	0.20	0.08	1.00	0.00	.03	.08	.08	.63***	-.15***	.55***	.28***

Tabla 1. Descripción estadística y correlaciones de todas las variables del estudio.

Nota. $N = 533$. Selección relevante de página: porcentaje de las páginas relevantes que se visitaron. Selección de páginas irrelevantes: porcentaje de páginas irrelevantes que se visitaron. El rendimiento de lectura digital: porcentaje de respuestas correctas en la prueba de lectura digital.

$a0 = \text{No}$, $1 = \text{Sí}$. $b0 = \text{mujer}$, $1 = \text{hombre}$.

** $p < .01$, *** $p < .001$ (two-tailed).

Nuestro estudio tiene como objeto comprobar que la relación entre la navegación y el desempeño es moderado por la capacidad de comprensión de los estudiantes fuera de línea. Para ello se utilizó una muestra grande ($N=533$) que comprende estudiantes clasificados por edades de 11 a 17 (ver Tabla 1).

MATERIALS AND MEASURES

Digital reading performance. Digital reading performance was measured through a series of tasks from a test of digital reading skills developed for this project. The current study forms part of a project aimed at developing a test of digital reading skills for secondary school students. The test consists of 36 items covering the aspects identified in the PISA framework (OECD, 2009): accessing and retrieving (12 items), interpreting and inte-

MÉTODO

Asignaturas

Participaron en el estudio 533 estudiantes españoles. Los discentes que intervinieron provienen de seis escuelas diferentes de la provincia de Valencia, España. En cada escuela se levantaron muestras de una clase completa de 7º, 8º, 9º y 10º grados. Las escuelas y los niños fueron reclutados para participar en virtud de un acuerdo específico de colaboración entre los directores, las autoridades educativas regionales y el equipo de investigación.

Como puede verse en la Tabla 1, la edad de los estudiantes varió entre 11 y 17 años (Tabla 1, fila 8). Aproximadamente la mitad de los discentes eran hombres y la otra mitad mujeres (Tabla 1, fila 4). La mayoría de los alumnos tenían acceso a computadoras e Internet en sus hogares (Tabla 1, filas 2-3). Además, la mayoría de los estudiantes habían usado una computadora con anterioridad (Cuadro 1, fila 1).

MATERIALES Y MEDIDAS

El desempeño de lectura digital. El desempeño de lectura digital se determinó a través de una serie de tareas diseñadas como parte de una prueba para medir la capacidad de lectura digital desarrollada para este proyecto. El presente estudio forma parte de un proyecto destinado a conformar una prueba de habilidades de lectura digital para estudiantes de secundaria. La prueba consta de 36 secciones que cubren los aspectos identificados en el sistema de calificación PISA (OCDE, 2009): acceso y recuperación (12 incisos), interpretación e integración (13 incisos) y reflexión y evaluación de la información (11 incisos). Los incisos se distribuyen en cuatro escenarios que enfatizan diferentes usos de la lectura digital: educación (Wikipedia), múltiples documentos (Google), sociales (foros web)

grating (13 items), and reflection and evaluation of information (11 items). Items are distributed into four scenarios that emphasized different uses of digital reading: educational (Wikipedia), multiple documents (Google), social (web forums) and navigation (web portal). The materials used in the test underwent a strict procedure of construction and validation (Salmerón *et al.*, 2012): they were developed and subsequently tested in three pilot studies involving 60-80 students in each case. A final version of the test was tested in a sample of 555 students. As a measure of concurrent validity, we first correlated the scores students' performance with the scores obtained with a standardized reading comprehension test (Llorens *et al.*, 2011). Pearson correlation was .65, $p < .001$. Additionally, we correlated students' performance and students' grades on Spanish (.38), Social sciences (.39), Natural sciences (.39), and Mathematics (.31) (all correlations $p < .01$). Results from that sample indicated that question difficulty ranged from .18 to .89 (i.e. success rate). Finally, the reliability of the questions (Cronbach) was .78.

In this study we used the web portal scenario of the test. Specifically, the materials consisted of a total of 12 items that students solved navigating through a web portal for youngsters. The web portal was organized around five main sections (Environment, Technology, Health, Sports, Courses), each of them including three subsections, which were further divided in three additional content pages. Some of the content pages included links to pages located outside the web portal. Thus, students navigated through a variety of web pages, including news pages, commercial sites and Google Maps mocks. Items assessed accessing and retrieving (5 items), integrating and interpreting (4 items), and reflecting and evaluating textual information (3 items). For example, one accessing and retrieving item requested: "The Youth Web has just released a report about endangered birds and mammals. What is the level of endangered species in Canada?"

y de navegación (portales web). Los materiales utilizados en la prueba fueron sometidos a un estricto procedimiento de construcción y validación (Salmerón *et al.*, 2012). Posteriormente se desarrollaron y probaron, en tres estudios piloto de 60-80 estudiantes en cada caso. La versión final del examen se puso a prueba en una muestra de 555 estudiantes. Como una medida de validez concurrente, lo primero que se correlacionó fue el desempeño de los estudiantes por medio de las notas con las puntuaciones obtenidas en la prueba de comprensión de lectura estandarizada (Llorens *et al.*, 2011). La correlación Pearson fue .65, $p < .001$. Además, se correlacionó el desempeño de los estudiantes y las notas de los estudiantes en la asignatura de lengua española (.38), ciencias sociales (.39), ciencias naturales (.39) y matemáticas (.31), todas las correlaciones $p < .01$. Los resultados de la muestra indicaron que el grado de dificultad de las preguntas varió desde .18 hasta .89 (es decir, la tasa de éxito). Por último, la veracidad de las preguntas (Cronbach) fue de .78.

En este estudio se utilizó el escenario del portal web de la prueba. En especial, los materiales consistieron en doce incisos en total que los estudiantes resolvieron al navegar a través de un portal web que se organiza en torno a cinco secciones principales (medio ambiente, tecnología, salud, deportes y cursos), cada uno de ellos incluía tres subsecciones, que se dividieron en tres páginas adicionales. El contenido de algunas de las páginas incluía vínculos a páginas externas al portal. Por tanto, los estudiantes navegaron a través de una variedad de páginas, incluyendo páginas de noticias, con anuncios y representaciones de mapas de Google. Las secciones evaluaron la forma de acceso y recuperación (cinco incisos), la integración e interpretación (cuatro incisos), y la reflexión y evaluación de información textual (tres incisos). Por ejemplo, una solicitud de acceso y recuperación de un elemento: “El portal de la juventud

To answer the question, students had to access the following route starting from the home page of the *Youth Portal: Environment* > Endangered species > Threatened animals across the world, while avoiding other irrelevant links such as ‘Endangered animals: Iberian Lynx’. In terms of the PISA framework, all content pages were authored texts; 66% tasks related to continuous texts and 33% related to non-continuous texts. In addition, all tasks required between two and six navigational steps to find the target information ($M = 2.92$ steps, $SD = 1.16$), i.e., all tasks related to multiple web pages. All tasks were presented in a mimicked browser. Each item referred to information from a particular subsection that was not targeted by any other item before. The reliability of the items (Cronbach’s α) was .60.

Offline comprehension skills. Offline comprehension skills was measured through the Reading Literacy test for Secondary Education (CompLEC) by Llorens *et al.* (2011). The test is composed of five units, three continuous and two non-continuous texts. Topics covered included a textbook excerpt about global warming, an article from a popular science magazine about the language of the bees, a pamphlet about the postural ergonomics of work chairs, two letters to the editor about the pros and cons of nuclear energy, and a newspaper diagram about traffic accidents. Each unit included 3-5 questions covering the different aspects suggested by the PISA framework: accessing and retrieving (5 items), integrating and interpreting (10 items), and reflecting and evaluating textual information (5 items). The test has been validated with a sample of 1854 students from 42 different high-schools. Its reliability in the present sample was .80 (Cronbach’s α).

Navigation. Log files were used to analyze students’ navigation behavior. We used as an index of the navigation quality the percentage of task-relevant pages visited for each item (relevant page selection). The number of task-

acaba de publicar un informe acerca de las aves y mamíferos en peligro de extinción. ¿Cuál es el nivel de peligro en el que se encuentran las especies en Canadá?”

Para responder a la pregunta, los estudiantes accedieron a la siguiente ruta vinculada a la página principal del *Portal de la juventud*: medio ambiente > especie en peligro > animales en peligro alrededor del mundo. Los alumnos evitaron acceder a vínculos irrelevantes, tales como ‘animales en peligro: lince ibérico’. En términos del sistema de calificaciones PISA todo el contenido que se incluyó en las páginas es de autoría; 66% de las tareas involucraron una secuencia de textos, mientras que 33% fueron textos discontinuos. Además, para completar todas las tareas, los estudiantes debieron realizar de 2-6 pasos de navegación para encontrar la información meta ($M = 2,92$ pasos, $SD = 1.16$); es decir, todas las tareas se interrelacionaban con múltiples páginas web. Todas las tareas se presentaron con un navegador de simulacro. Cada sección refería, a su vez, a la información contenida en una subsección particular que no se incluía en ninguna otra sección. La veracidad de las secciones (α de Cronbach) fue de 0,60.

Habilidades de comprensión fuera de línea. Las habilidades de comprensión fuera de línea se midieron a través de la prueba de lectura para la Educación Secundaria (Complec) de Llorens *et al.* (2011). La prueba se compone de cinco unidades, tres de ellas se interrelacionan y dos no. Los temas cubiertos incluyen un extracto de un libro de texto sobre el calentamiento global, un artículo de una revista de divulgación científica sobre el lenguaje de las abejas, un folleto sobre sillas de trabajo ergonómicas, dos cartas al editor acerca de los pros y los contras de la energía nuclear, y el diagrama de accidentes de tránsito de un periódico. Cada unidad incluye entre tres y cinco preguntas que abarcan diferentes aspectos sugeridos por el sistema de calificaciones PISA: acceso y recuperación (5

relevant pages visited reflects the process of task-accurate selection of learning or reading materials from online sources and can thus be assumed one crucial aspect of the navigation process, and has thus been shown to be associated with the quality of comprehension and learning (e.g. Cress & Knabel, 2003; Goldman *et al.*, 2012; Naumann *et al.*, 2008). Pages were considered relevant for a particular question if students needed to access them in order to locate information useful to answer that question. Thus, this index not only considers if a participant accessed or not the page or pages that contained useful information, but more precisely the extent to which she followed the path leading to those useful pages. To rule out the possibility that this index merely reflects the length of a navigational path, we considered in addition the percentage of irrelevant pages that were accessed by a student in each task (irrelevant page selection). While we predicted a positive effect of relevant page selection on digital reading performance, we predicted a negative effect of irrelevant page selection.

PROCEDURE

Students were tested in their classrooms during school hours in two one-hour sessions. In a first session, students completed the offline comprehension skills test. After completion, they filled in two questionnaires asking for demographic information and about the frequency of their use of computers. In a second session, students completed the digital reading performance measure in the schools' computer lab. Data was collected using USB devices.

incisos), integración e interpretación (10 incisos) y reflexión y evaluación de la información textual (5 incisos). La prueba ha sido validada con una muestra de 1,854 estudiantes de 42 secundarias diferentes. La veracidad de la presente muestra fue de 0,80 (α de Cronbach).

Navegación. Se utilizaron archivos de registro para analizar el comportamiento de navegación de los estudiantes. Se utilizó como índice de la calidad de navegación el porcentaje de páginas relevantes que se visitaron para cada sección (selección de páginas relevantes). El número de páginas relevantes que se visitó refleja el proceso pertinente de selección para tareas del material de aprendizaje o de lectura en línea, a través del cual se asume que un aspecto crucial en el proceso de navegación está relacionado con la calidad de la comprensión y el aprendizaje (Berro & Knabel, 2003; Goldman *et al.*, 2012; Naumann *et al.*, 2008). Se consideró como páginas relevantes para responder una pregunta en particular aquellas que los estudiantes debían visitar para localizar información que fuera de utilidad para responder correctamente. En consecuencia, este índice no sólo considera si el estudiante accede o no a la página o páginas que contienen información útil, sino que rastrea el camino que el estudiante siguió para encontrar las páginas útiles. Este índice no nada más refleja la longitud de una ruta de navegación, pues también se ha considerado el porcentaje de páginas irrelevantes que los estudiantes visitaron en cada tarea (selección de páginas irrelevantes). Asimismo, se predijo que la selección de páginas relevantes provocaría un efecto positivo en el desempeño de la lectura digital, también se predijo un efecto inverso en la selección de páginas irrelevantes.

PROCEDIMIENTO

Se realizaron pruebas en las aulas dentro del horario escolar en dos sesiones de una hora. En una primera sesión los alumnos completaron la

STATISTICAL ANALYSIS

To test our hypothesis about the moderator role of offline comprehension skills on the relation between navigation and performance, we estimated a linear mixed model, using the R environment (R Development Core Team, 2012) with the package lme4 (Bates, Maechler, & Bolker, 2012). The predictor variables offline comprehension skill, relevant page selection, and irrelevant page selection were entered as fixed effects. In addition, the interactions of offline comprehension skill with relevant page selection and irrelevant page selection were entered as fixed effects. Since the predictor variable offline comprehension skill could be expected to covary with age, and thus be confounded with other age-related variables, we entered students' age as a control variable. All predictor and control variables were z-standardized. Since complete classrooms were sampled, we entered a random classroom intercept to account for dependencies between students coming from the same classroom. As a measure of effect size, we report as a default the proportion of variance uniquely accounted for by each fixed effect (marginal ΔR^2 following Nakagawa and Schielzeth, 2013). The significance of the random classroom intercept effect was evaluated using a simulation-based exact likelihood test with the package RLRsim (Scheipl, Greven, & Kuechenhoff, 2008).

RESULTS

Descriptive statistics and correlations for all variables in the model are given in Table 1 (rows 5-9).

Recall that our hypothesis claims that the effect of relevant page selection on online comprehension is enhanced by offline comprehension skills, since without those appropriate skills, students displaying whatever navigation behavior will not be able to completely understand a digital text. This means that in a regression model with

prueba de las habilidades de comprensión fuera de línea. Después respondieron dos cuestionarios en los que se pedía información demográfica, así como la frecuencia con la que el alumno usa el ordenador. En una segunda sesión, los estudiantes completaron la prueba del desempeño de lectura digital en el laboratorio de computación de las escuelas. Se recolectaron los datos en un dispositivo USB.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para probar la hipótesis sobre el papel que tiene las habilidades de comprensión fuera de línea como mediador entre la navegación y el desempeño, se estimó un modelo mixto lineal, utilizando el medio ambiente R (el equipo principal de desarrollo R, 2012) con el paquete lme4 (Bates, Maechler & Bolker, 2012). Se ingresaron las variables de habilidad de comprensión en línea, la selección de páginas relevantes y la selección de páginas irrelevantes como efectos fijos para predecir los resultados. Además, se ingresó como efectos fijos la interacción de las habilidades de comprensión fuera de línea en relación con la selección de páginas relevantes e irrelevantes.

Dado que la variable de comprensión fuera de línea varía de acuerdo con la edad, incluimos otras variables relacionadas con la edad e ingresamos la edad de los estudiantes como variable de control. Todas las variables de predicción y control fueron marcadas como z-estandarizado. Todos los alumnos de diferentes asignaturas participaron en las pruebas de muestra, por eso incluimos los datos de una clase al azar para que este grupo cumpliera una función similar a la de una dependencia aparte. Como medida del efecto se presentó la proporción de la diferencia que aparece como efecto fijo, como estándar (marginal ΔR^2 siguiente Nakagawa & Schielzeth, 2013). La importancia del efecto del grupo de alumnos al azar se evaluó mediante una prueba

offline comprehension skills and relevant page selection as predictors, plus an interaction term, a positive regression coefficient should emerge for the interaction, indicating an increasing impact of relevant page selection on digital reading performance with increasing offline comprehension skills. In contrast, no such interaction effect was expected for irrelevant page selection. Selection of irrelevant pages can be seen as detrimental to digital reading performance, regardless of a student's offline comprehension skill. Model results are summarized in Table 2 (see Appendix).

The random effect for classroom was significant, meaning that there was systematic between-classroom variance in digital reading performance over and above what was explained by the fixed effects in the model (see Table 2).

Analysis of fixed effects revealed a large positive effect of relevant page selection (Table 2, row 3), while irrelevant page selection had a negative effect as expected (Table 2, row 4), which was however small. Also as expected, offline comprehension skill had a medium-sized positive effect (Table 2, row 5). In addition to these main effects, there was a positive effect for the interaction between relevant page selection and offline comprehension skill (Table 2, row 6). The interaction between offline comprehension skills and irrelevant page selection was not significant (Table 2, row 7). The control variable age had no effect over and above the other predictors in the model (Table 2, row 8).

In line with our hypothesis, the positive sign of the regression coefficient for the interaction between relevant page selection and offline comprehension skills indicated that positive effects of relevant page selection on digital reading performance were accelerated with increasing offline comprehension skills. Accordingly, positive effects of offline comprehension skills were accelerated with increasing rates of relevant page selection. To further interpret this interaction, we conducted simple slopes analyses (see Aiken & West, 1991).

ba de simulación con base exacta en el paquete RLRsim (Scheipl, Greven & Kuechenhoff, 2008).

RESULTADOS

Estadística descriptiva y correlaciones para todas las variables del modelo se dan en la Tabla 1 (filas 5-9). Recordemos que nuestra hipótesis sostiene que las habilidades de comprensión fuera de línea mejoran el efecto de la selección de página relevante en la comprensión, dado que sin ellas los alumnos que presentan cualquier tipo de comportamiento de navegación no podrán entender un texto digital. Esto significa que en un modelo de regresión con habilidades de comprensión fuera de línea y selección de páginas relevantes, además de un término de interacción; entonces, un coeficiente de regresión positivo debe surgir para la interacción. Esto indica un impacto cada vez mayor de la selección de página relevante en el desempeño de lectura digital, con un incremento de las habilidades de comprensión fuera de línea. Comparativamente, no se esperaba tal efecto de interacción en la selección de páginas irrelevantes. La selección de páginas irrelevantes puede ser vista en perjuicio del desempeño de lectura digital, al margen de las habilidades de comprensión fuera de línea. Los resultados del modelo se resumen en la Tabla 2.

El efecto aleatorio que tuvo la inclusión de un grupo de alumnos al azar fue significativo, es decir, hay una variable sistemática entre el desempeño de la lectura digital, sobre y por encima de los efectos fijos en el modelo (ver Tabla 2).

El análisis de efectos fijos reveló el gran efecto positivo de la selección de página relevante (Tabla 2, fila 3), mientras que la selección de página irrelevante tuvo el efecto negativo que se esperaba (Tabla 2, fila 4), sin embargo fue pequeño. Así como se esperaba, las habilidades de comprensión fuera de línea tuvieron un efecto positivo de tamaño medio (Tabla 2, fila 5). Además de estos efectos principales hubo un efecto positivo de la

Firstly, we estimated the effects of relevant page selection on digital reading performance conditionally on high offline comprehension skills (one standard deviation above the mean, see the straight line in Figure 1a) and low offline comprehension skills (one standard deviation below the mean, see the dotted line in Figure 1a).

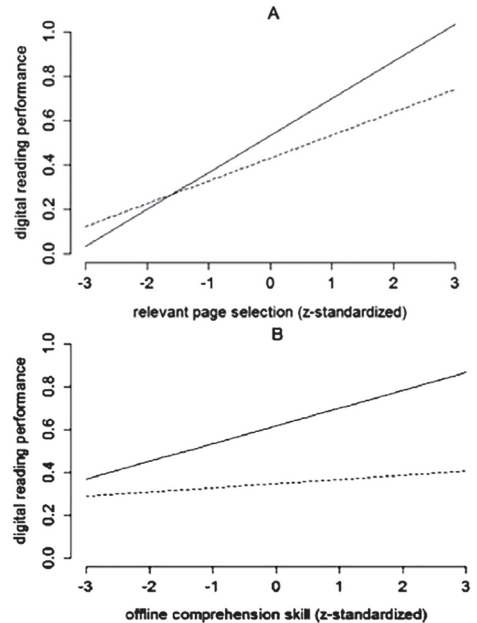


Figure 1. (A) Simple slopes for the moderated regression of digital reading performance on relevant page selection, conditional on high offline comprehension skill (+ 1 SD, straight line), and low offline comprehension skill (-1 SD, dotted line). (B) Simple slopes for the moderated regression of digital reading performance on offline comprehension skill, conditional on high rates of relevant page selection (+ 1 SD, straight line), and low rates of relevant page selection (-1 SD, dotted line). See text for significance tests.

For students high in offline comprehension skills, a strong effect of relevant page selection on digital reading performance was found, $\beta = 0.17$ ($SE = 0.01$), $t = 12.50$, $p < .001$. For students low in

Efectos fijos	Efecto β	(SE)	z	ΔR^2_m
Intercepción	- 0.48	(0.01)		
Selección de página relevante	0.13	(0.01)	14.12***	0.22
Selección de página irrelevante	-0.02	(0.01)	- 3.40**	0.01
Habilidades de comprensión fuera de línea	0.05	(0.01)	6.70***	0.05
Habilidades de comprensión fuera de línea x selección de página relevante	0.03	(0.01)	4.11***	0.02
Habilidades de comprensión fuera de línea x selección de página irrelevante	- 0.01	(0.01)	- 0.82	
Edad	0.01	(0.01)	1.40	
Efectos aleatorios				
Grupo aleatorio de alumnos	0.001*			
Efectos aleatorios	$R^2_m = .51, R^2_c = .53$			

Tabla 2. Resultados del modelo.

Nota. R^2_m : Marginal R^2 , la variable explicó los efectos fijos. R^2_c : Condicional R^2 , la variable explicó los efectos fijos y aleatorios (Nakawa & Schielzeth, 2013). Se reportó el tamaño (reducción de la variable que se explicó por los efectos fijos), solo para los efectos significativos.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

interacción entre la selección de página relevante y habilidad de comprensión fuera de línea (Tabla 2, fila 6). La interacción entre las habilidades de comprensión fuera de línea y la selección de páginas irrelevantes no fue significativa (Tabla 2, fila 7). La variable de control de edad no tuvo efecto sobre y por encima de otros valores utilizados para predecir el modelo (Tabla 2, fila 8).

De acuerdo con nuestra hipótesis, el signo positivo del coeficiente de regresión para la interacción entre la selección de página relevante y las habilidades de comprensión fuera de línea, indican que los efectos positivos de la selección de página relevante en el desempeño de lectura digital se aceleraron en el aumento de las habilidades de comprensión fuera de línea. En consecuencia, los efectos positivos de las habilidades de comprensión fuera de línea se aceleraron al

offline comprehension skills, this effect was still significant, but reduced to about 60% of its size, $\beta = 0.10$ ($SE = 0.01$), $t = 9.44$, $p < .001$.

Secondly, we estimated the effects of offline comprehension skill on digital reading performance conditionally on high rates of relevant page selection (one standard deviation above the mean; see the straight line in Figure 1b), and low rates of relevant page selection (see the dotted line in Figure 1b). For students selecting many relevant pages (one standard deviation above the mean), there was a strong effect of offline comprehension skill on digital reading performance, $\beta = 0.08$ ($SE = 0.01$), $t = 8.00$, $p < .001$. For students selecting few relevant pages, in contrast, the effect of offline comprehension skill was not significant, $\beta = 0.02$ ($SE = 0.01$), $t = 1.73$, $p > .05$.

incrementar las tasas de selección de páginas relevantes. Para profundizar la interpretación de esta interacción realizamos un análisis simple en descenso (ver Aiken & West, 1991).

En primer lugar, se estimaron los efectos de la selección de páginas relevantes en el desempeño de lectura digital condicionado por habilidades superiores de comprensión fuera de línea (una desviación estándar por encima de la media, ver la línea recta en la Figura 1a) e inferiores habilidades de comprensión fuera de línea (una desviación estándar por debajo de la media, véase la línea de puntos en la Figura 1a).

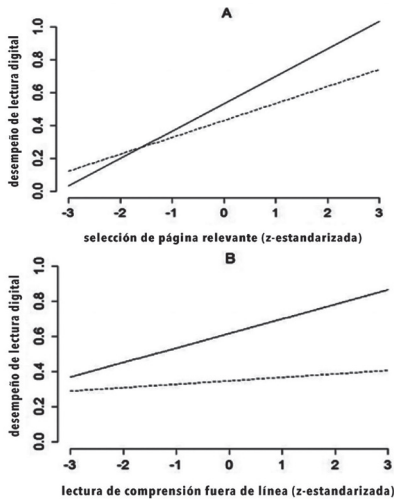


Figura 1. (A) las pendientes que marcan la regresión moderada del desempeño de la lectura digital en la selección de una página relevante, condicionadas a las habilidades de comprensión (+1 SD, línea recta) y baja habilidad de comprensión (-1 SD, línea punteada) (B), las pendientes que marcan la regresión moderada del desempeño de lectura digital fuera de línea en las habilidades de comprensión condicionadas a las altas tasas de la selección de una página relevante (+ 1SD línea recta) y bajas tasas de la selección de páginas relevantes (-1 SD, línea punteada). Véase el texto para las pruebas significativas.

DISCUSSION

To the best of our knowledge, the present study is the first to provide clear evidence that the relationship between relevant page selection and performance in question-answering online tasks is moderated by students' offline comprehension skills. While the results replicate the well-established relationship between navigation and performance in online tasks (see Naumann, 2008, for a review), they reveal that the influence of relevant page selection can drop to approximately 60% if students have low offline comprehension skills. They do also reveal that good offline comprehension skills are not sufficient in themselves to produce good digital reading performance. Rather, if students fail to comply with demands of relevant page selection, the otherwise strong and positive association of offline comprehension skill and digital reading performance is no longer significant.

One possible explanation for these results is a threshold model. According to such a model, when a critical threshold of offline comprehension skills is reached, students can benefit from their efficient navigation to improve their digital reading performance. It is a reasonable assumption that students would need to score on the PISA reading proficiency level 3 (out of 6) or above. This means, for instance, that they are able to, e.g., find multiple pieces of information in a text, or link information from different texts to one another (see OECD, 2010, for a detailed description). This assumption however needs to be corroborated by future research as the offline comprehension skills measure used in this study is not linked to the PISA reading scale.

It is strong comprehenders who benefit from efficient navigation of task relevant pages. Why do, in contrast, poor readers not benefit so much from their navigation? From the perspective of a developmental model, one can argue that these students still fail on matching their

Para los estudiantes con altos índices de habilidades de comprensión se encontró un efecto significativo en la selección de una página relevante durante el desempeño de la lectura digital: $\beta = 0.17$ ($SE = 0.01$), $t = 12.50$, $p < .001$. Para los estudiantes con un bajo nivel en habilidades de comprensión fuera de línea, dicho efecto fue significativo, aunque se redujo en 60%: $\beta = 0.10$ ($SE = 0.01$), $t = 9.44$, $p < .001$.

Estimamos los efectos de habilidades de comprensión en el desempeño de lectura digital condicionado a los altos niveles de selección de una página relevante (por encima de la desviación media estándar; véase la línea recta en la Figura 1b.) y bajos niveles de selección de una página relevante (véase la línea punteada en la Figura 1b.). Para los estudiantes, la selección de una página relevante (un nivel de desviación media por encima del estándar) tuvo un efecto significativo en relación con las habilidades de comprensión en el desempeño de lectura digital, $\beta = 0.08$ ($SE = 0.01$), $t = 8.00$, $p < .001$. Para los estudiantes en la selección de una página relevante, en comparación, no fue significativo el efecto de las habilidades de comprensión $\beta = 0.02$ ($SE = 0.01$), $t = 1.73$, $p > .05$.

DISCUSIÓN

Hasta el momento este estudio es el primero en aportar clara evidencia sobre la relación entre la selección una página relevante y el desempeño en tareas de pregunta-respuesta, de las habilidades de comprensión fuera de línea. Mientras que los resultados ratifican el buen vínculo entre la navegación y el desempeño de las tareas en línea (véase Naumann, 2008, para una reseña), este también reveló que la influencia de la selección de páginas relevantes puede bajar 60%, aproximadamente, si los estudiantes tienen pocas habilidades de comprensión fuera de línea. También revelaron que las buenas habilidades de comprensión fuera de línea no son suficientes para un resultado fa-

navigation goals to the available links by means of inferences. Thus, their assessments of a link's relevance might rely on more superficial processes, such as links' typography (Rouet *et al.*, 2011) or word matching (Cerdán *et al.*, 2011; Salmerón *et al.*, 2015), e.g., if the goal and the hyperlink share a particular word. By using those cues to navigate, students may still access pages that are relevant for their goal, but nonetheless they won't be able to make complete sense of the information on those pages. Log files provide information about the percentage of relevant pages visited by students, but they don't give a complete picture of which cognitive operations students actually use to select those pages. A possible way to clarify this issue is to combine the information from log files with other online measures, such as students' verbal protocols (e.g. van Gog, Paas, van Marriënboer, & Witte, 2005; Richter *et al.*, 2005). Future research should clarify this issue.

In claiming a moderation effect of offline comprehension skills for the relationship between navigation and online performance, some precautionary remarks are in place as well. First, while it was one crucial property of navigation that was investigated in the study reported here, the selection of relevant (and irrelevant) text materials, this is by no means the only important property of a navigational path. For instance, coherence of the navigational path has been established as another variable that is predictive of comprehension and learning outcomes in reading and comprehending digital text (Amadieu & Tricot, 2008; Naumann *et al.*, 2007; Richter *et al.*, 2005; Salmerón *et al.*, 2005; Salmerón, Kintsch, & Cañas, 2006), as has the use of navigation help devices such as topical overviews (Dias & Sousa, 1997; Salmerón & García, 2011; Su & Klein, 2006). For these properties of navigation, for the time being, we do not know whether, and how, their impact on performance is moderated by students' skills.

Second, although in our study offline compre-

vorable sobre el desempeño de la lectura digital. Por el contrario, si los estudiantes no cumplen con las demandas de la selección de página relevante, la relación fuerte y positiva de las habilidades de comprensión y el desempeño de la lectura digital ya no es significativo.

Una posible explicación para estos resultados es un modelo de umbral. De acuerdo con éste, cuando se alcanza un umbral crítico de las habilidades de comprensión fuera de línea los estudiantes pueden beneficiarse de su navegación eficiente para mejorar su desempeño de lectura digital. Es una suposición razonable que los alumnos tendrían que obtener tres de seis resultados correctos en la prueba de lectura PISA 3. Esto significa, por ejemplo, que son capaces de encontrar diversas secciones de información en un texto o vincular entre sí la información de los diferentes textos (véase OCDE, 2010, para una descripción detallada). Esta hipótesis, sin embargo, debe ser corroborada por futuras investigaciones, puesto que las habilidades de comprensión en línea, que se utilizaron para medir este estudio, no están vinculadas a la escala de lectura de PISA.

Los estudiantes con un alto nivel de comprensión se benefician de la navegación eficiente entre páginas relevantes. ¿Por qué los lectores deficientes no se benefician de su navegación? Desde la perspectiva de un modelo de desarrollo se puede argumentar que estos estudiantes todavía cometen errores al momento de correlacionar los objetivos de navegación con los vínculos disponibles por medio de inferencias. Por tanto, la evaluación de un vínculo relevante depende de procesos superficiales como la tipografía de los vínculos o la correlación de palabras (Rouet *et al.*, 2011; Cerdán *et al.*, 2011; Salmerón *et al.*, 2015), por ejemplo, si la meta y el hipervínculo usan la misma palabra. Mediante el uso de esas señales para navegar los estudiantes pueden acceder a páginas relevantes para cumplir con su meta, sin embargo, no podrán comprender el sentido completo de la información en esas páginas. Los archivos

hension skills moderate the relationship between navigation and performance, navigation has a positive effect in most students. Other patterns of moderation can be observed. For example, a particular navigation pattern may be useful for students with or without a particular skill, but may have no effect on others. Although it is not directly linked to navigation, related evidence on the effect of overviews in hypertext exemplify these potential moderator patterns. In this line, Salmerón, Baccino, Cañas, Madrid, & Fajardo (2009, study 1) found that providing a thematic overview for a hypertext had a positive effect on students' comprehension, only if the hypertext was difficult and if students had low background knowledge on the topic. Finally, while offline comprehension skills is a strong predictor of navigation, research has identified other students' individual variables that are also important to articulate an efficient navigation, and thus their potential role as moderators should be studied in the future. One such important variable is background topic knowledge (e.g., Coiro, 2011). We could expect that, given a similar percentage of relevant pages visited, students with high background knowledge may fill in the existing gaps in their response, while students with low background knowledge may have difficulties overcoming an incomplete response generated through their navigation (cf., Taub, Azevedo, Bouchet, & Khosravifar, 2014).

IMPLICATIONS FOR RESEARCH ON NAVIGATION

What are the potential implications for the moderated relationship between navigation and on-line performance? Here, the present research carries two messages. First, at a theoretical level, our results imply that similar navigation traces may be reflecting different cognitive and metacognitive processes. This is a challenge for using navigation traces to inform and enrich self-regulation models of learning. A way to limit the number of potential processes underlying

de registro proporcionan información sobre el porcentaje de páginas relevantes que los estudiantes visitaron, mas no presentan un panorama completo de las operaciones cognitivas que los estudiantes verdaderamente utilizan para seleccionar esas páginas. Una forma de aclarar esta cuestión es combinar la información de los archivos de registro con otras medidas en línea, tales como los protocolos verbales de los estudiantes (por ejemplo, Van Gog, Paas, van Marriënboer & Witte, 2005; Richter *et al.*, 2005). Futuras investigaciones aclararán esta cuestión.

Al asegurar el efecto moderado de las habilidades de comprensión fuera de línea entre la navegación y el desempeño en línea, es necesario hacer algunas observaciones preventivas. En primer lugar, si bien es una propiedad fundamental de la navegación que se investigó en el presente estudio, la selección de materiales de textos relevantes (o irrelevantes), esa no es la única propiedad importante de una ruta de navegación. Por ejemplo, la coherencia de la ruta de navegación se estableció como otra variable que predice resultados de comprensión y aprendizaje de la lectura y la comprensión del texto digital (Amadiou & Tricot, 2008; Naumann *et al.*, 2007; Richter *et al.*, 2005; Salmerón *et al.*, 2005; Salmerón, Kintsch & Cañas, 2006), como el uso de dispositivos de navegación personal, tales como reseñas (Dias & Sousa, 1997; Salmerón & García, 2011; Su & Klein, 2006). Por el momento, desconocemos estas propiedades de navegación y la forma en que su impacto en el desempeño se modera a partir de las habilidades de los estudiantes.

En segundo lugar, aunque en nuestro estudio las habilidades de comprensión en línea moderan la relación entre la navegación y el desempeño, la navegación tiene un efecto positivo para la mayoría de los estudiantes. Se pueden observar otros patrones de moderación. Por ejemplo, se puede usar un patrón de navegación particular para los estudiantes con o sin una habilidad par-

the selection of a particular navigation path is to include theoretically motivated hyperlinks, the selection of which can be easily linked to a unique theoretical explanation (Winne, 2010). For example, a recent question-answering study using Wikipedia (Salmerón *et al.*, 2015) included three types of hyperlinks embedded in relevant sections of the hypertext: a) relevant uncued links that paraphrased the main idea of the question, and that led to a hypertext node with useful information to answer the question; b) irrelevant cued links that included a word that matched with a word in the question, although it was not representative of the main idea of the question, and the link led to an irrelevant node, and c) irrelevant uncued links that didn't include a paraphrase or a word match to the question. Results from the navigation patterns followed by the students allowed to identify which relevance cues (semantic and/or word matching) they were using to navigate the hypertext.

Second, at a practical level, the existence of a moderation effect indicates that navigation alone, at least the navigation index used in this study, i.e., percentage of relevant pages accessed, can't be used to accurately predict students' performance in online question-answering tasks. An intelligent system that reacts to students' navigation behavior, without considering important student variables, such as offline comprehension skills, will generate an inaccurate representation of the user, which may lead to less useful recommendations. For example, if a system identifies that a user is deviating from the optimal path to find relevant information, recommending an optimal route may be useful if the student has the necessary skills to realize that she is in an unfruitful path, but it may be less efficient if the student does not have the necessary reading skills to do so. Thus, in designing distance learning materials clearly usability in terms of navigation is important, i.e., supporting students to actually identify the relevant parts of the ma-

ticular, pero, tal vez, no tendrá efecto sobre los demás. Aunque no está directamente relacionado a la navegación, las pruebas relacionadas con el efecto de una visión general del hipertexto ejemplifican los patrones moderadores potenciales. En esta línea, Salmerón, Baccino, Cañas, Madrid, y Fajardo (2009, estudio 1) hallaron que al proporcionar una visión temática para un hipertexto, se obtiene un efecto positivo en la comprensión de los estudiantes, sólo si el hipertexto es difícil y si los estudiantes tienen pocos conocimientos sobre el tema. Por último, mientras que las habilidades de comprensión fuera de línea son un importante indicador para predecir la navegación, los investigadores han identificado otras variables de los estudiantes que también son importantes para articular una navegación eficiente. En consecuencia, su papel potencial como moderadores debería estudiarse en el futuro. Una de estas variables es la importancia del conocimiento profundo del tema (por ejemplo: Coiro, 2011). Podríamos esperar que dada la similitud del porcentaje de páginas relevantes visitadas, los estudiantes con alto conocimiento sobre el tema podrían llenar los huecos en su respuesta, mientras que los estudiantes con bajo conocimiento sobre el tema podrán tener dificultades para completar una respuesta generada a través de su navegación (véase Taub, Azevedo, Bouchet & Khosravifar, 2014).

IMPLICACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA NAVEGACIÓN

¿Cuáles son las implicaciones potenciales para la relación moderada entre la navegación y el desempeño en línea? La presente investigación conlleva dos mensajes. En primer lugar, en el plano teórico, nuestros resultados implican que los rastros de navegación similares pueden reflejar diferentes procesos cognitivos y metacognitivos. Este es un desafío para el uso de los rastros de navegación como una herramienta para informar

materials given the aims of study. What might however be equally important as suggested by the present results is to look at the text's readability and difficulty itself. Since online learners' offline comprehension skills might be measured before students engage with the materials, they cannot be changed in the short term. Thus, facing students with comprehension difficulties, for a course designer, it will be of importance to create materials as easy to comprehend as possible. Otherwise, as suggested by the present results, increasing the materials' usability in terms of navigation won't help much.

As we see it, the present analyses however already make a strong argument that while navigation does play a crucial role in digital reading performance, its effect is moderated by the more traditional offline comprehension skills. This also means that instructional programs which aim at strengthening students' navigation processes, preparing them for a digital 21st century world where open and distance learning scenarios are ubiquitous, should take students' comprehension skills into account. Probably, students who struggle with comprehension will need support to strengthen their comprehension skills first, before they can benefit from instruction targeted at their preparedness to adequately select hyperlinks in online reading scenarios.

LIMITATIONS

Finally, some cautionary remarks about limitations of the present results are in place. First of all, our data base was correlational. This means that the present results should be backed, e.g., by training studies, where in the best case offline comprehension skill and navigation processes are manipulated experimentally. Second, while we analyzed data from high school students in this research, open and distance learning is frequently, and in the future will be, aimed at adults (e.g., Muñoz, Redecker, Vourikari, & Punie,

y enriquecer los modelos de autorregulación del aprendizaje. Una manera de limitar el número de procesos en potencia, que subyacen en la selección de una ruta de navegación particular, es incluir hipervínculos teóricos, los cuales dan pie a la selección de aquellos que pueden fácilmente relacionarse a una explicación teórica (Winne, 2010; Salmerón *et al.*, 2015). Por ejemplo, un estudio reciente de pregunta-respuesta utilizando Wikipedia incluía tres tipos de hipervínculos insertados en las secciones del hipertexto: a) los vínculos relevantes que parafrasean la idea principal de la pregunta y que llevaron a un nodo del hipertexto con información útil para responder la pregunta; b) pautas irrelevantes que incluían la misma palabra tanto en el vínculo, a pesar que no era representativo de la idea principal sobre la cuestión, y el vínculo llevó a un nodo irrelevante, y c) vínculos irrelevantes acotados que no incluían una paráfrasis o la correlación de una palabra en el texto con una en la pregunta. Los resultados de los patrones de navegación, que los estudiantes siguieron, permiten identificar la relevancia que tienen las pautas (semánticas y/palabras correlacionadas) que los estudiantes utilizaron para navegar por el hipertexto.

En segundo lugar, a nivel práctico, la existencia de un efecto de moderación indica que la navegación en sí, al menos el índice de navegación utilizado en este estudio, se puede utilizar para predecir con precisión el desempeño de los estudiantes al contestar las preguntas en línea. Un sistema inteligente que reacciona de acuerdo con el comportamiento de navegación de los estudiantes, que no considera las variables importantes de los alumnos, tales como las habilidades de comprensión fuera de línea, generará una representación inexacta del usuario. Esto puede conducir a recomendaciones menos útiles. Por ejemplo, si un sistema identifica que un usuario se desvía de la ruta optativa para encontrar información relevante, entonces se necesitará recomendar una ruta óptima que

2014). While there appears to be some evidence that in adults comprehension skills interact with navigation support (Naumann *et al.*, 2007), little is known though about possible interactions between comprehension skill in navigation behavior in adult distance learners. Clearly, future research will have to shed light on this issue.

NOTES

1. PISA is an international assessment of student skills that is carried out every three years since the year 2000 in all OECD and a number of partner countries and economies. The core assessment is in mathematics, science, and reading in students aged 15, which in most countries means the end of compulsory education. See OECD (2010, 2011) for details on PISA 2009. (Richter, Naumann & Noller, 2003; Naumann, Richter, Flender, Christmann & Groeben, 2007).

REFERENCES

- Aiken, L. S. & West, S. G. (1991). *Multiple regression: Testing and interpreting interactions*. Newbury Park, CA: Sage.
- Azevedo, R., & Cromley, J. G. (2004). Does training on self-regulated learning facilitate students' learning with hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96, 523-535. doi:10.1037/0022-0663.96.3.523
- Azevedo, R., Greene, J. A., & Moos, D. C. (2007). The effect of a human agent's external regulation upon college students' hypermedia learning. *Metacognition and Learning*, 2, 67-87. doi: 10.1007/s11409-007-9014-9
- Azevedo, R., Moos, D. C., Greene, J. A., Winters, F. I., & Cromley, J. G. (2008). Why is externally-facilitated regulated learning more effective than self-regulated learning with hypermedia? *Educational Technology Research and Development*,

pueda ser útil, si el estudiante tiene las habilidades necesarias para darse cuenta que está en una ruta poco fructífera. Pero será ineficiente, si el estudiante no tiene las habilidades de lectura necesarias para hacerlo. Por tanto, en el diseño de materiales de enseñanza a distancia es importante facilitar la navegación y apoyar a los estudiantes para que identifiquen las partes relevantes del material que los ayudará a cumplir los objetivos de estudio. Sin embargo, los resultados actuales sugieren que es igualmente importante considerar la dificultad del texto. Las habilidades de comprensión de los alumnos fuera de línea y en línea se pueden medir antes que los estudiantes se familiaricen con el material, pues no se pueden cambiar a corto plazo. De este modo se prevén las dificultades de comprensión que enfrentarán los alumnos para diseñar los cursos. Es importante crear materiales que sean tan fácilmente de comprender como sea posible. De lo contrario, como lo sugieren los resultados actuales, incrementar la capacidad de uso de los materiales en términos de navegación no servirá de mucho.

Como se puede observar, el presente análisis enfatiza que mientras la navegación juega un papel crucial en el desempeño de lectura digital, su efecto es moderado por las habilidades de comprensión más tradicionales fuera de línea. Esto también significa que los programas de enseñanza deben fortalecer los procesos de navegación de los estudiantes preparándolos para el mundo digital del siglo XXI, donde los escenarios de aprendizaje abierto y a distancia son comunes en el mundo. Las habilidades de comprensión los prepararán para dichos escenarios. Probablemente, los estudiantes que tienen dificultades de comprensión necesitarán apoyo para fortalecer sus habilidades antes de que puedan beneficiarse de la enseñanza, diseñadas para prepararlos a seleccionar los hipervínculos relevantes en los escenarios de lectura en línea.

- 56, 45–72. doi: 10.1007/s11423-007-9067-0
- Bates, D., Maechler, M., & Bolker, B. (2012). *lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigen++*. R package version 0.999999-0. Retrieved January 14, 2014 from <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>
- Cerdán, R., Gilabert, R., & Vidal-Abarca, E. (2011). Selecting information to answer questions. Strategic individual differences when searching texts. *Learning and Individual Differences*, 21, 201–205. doi: 10.1016/j.lindif.2010.11.007
- Cress, U., & Knabel, O. B. (2003). Previews in hypertext: Effects on navigation and knowledge acquisition. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 517–527. doi: 10.1046/j.0266-4909.2003.00054.x
- Coiro, J. (2011). Predicting reading comprehension on the Internet: Contributions of offline comprehension skills, online reading skills, and prior knowledge. *Journal of Literacy Research*, 43, 352–392. doi: 10.1177/1086296X11421979
- Dias, P., & Sousa, A. P. (1997). Understanding navigation and disorientation in hypermedia learning environments. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6, 173–185.
- Goldman, S. R., Braasch, J. L. G., Wiley, J., Graesser, A. C., & Brodowska, K. M. (2012). Comprehending and learning from Internet sources: Processing patterns of better and poorer learners. *Reading Research Quarterly*, 47, 356–381. doi: 10.1002/RRQ.027
- Güyer, T., Atasoy, B., & Somyürek, S. (2015). Measuring disorientation based on the Needleman-Wunsch algorithm. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(2).
- Güyer, T., Atasoy, B., & Somyürek, S. (2015). Measuring disorientation based on the Needleman-Wunsch algorithm. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(2).
- Hsu, Y.-C., & Schwen, T. H. (2003). The effects of structural cues from multiple metaphors on computer users' information search performance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 39–55. doi: 10.1016/S1071-5819(02)00125-8

LIMITACIONES

Por último, algunas observaciones preventivas sobre las limitaciones de los resultados actuales. En primer lugar, nuestra base de datos fue correlacional. Esto significa que los presentes resultados deben ser respaldados, por ejemplo, mediante estudios de entrenamiento, donde en el mejor de los casos, las habilidades de comprensión fuera de línea y los procesos de navegación son manipulados de forma experimental. En segundo lugar, mientras que se analizaron los datos de los alumnos de secundaria en esta investigación, el aprendizaje abierto y a distancia será objeto de estudio en el futuro y estará dirigido a los adultos (por ejemplo, Muñoz, Redecker, Vourikari & Punie, 2014). Aunque parece que hay alguna evidencia que en los adultos las habilidades de comprensión interactúan con soporte de navegación (Naumann *et al.*, 2007), se sabe poco acerca de las posibles interacciones entre las habilidades de comprensión en el comportamiento de navegación de los estudiantes adultos a distancia. Con claridad, la investigación futura tendrá que arrojar luz sobre esta cuestión.

NOTAS

1. PISA es una evaluación internacional de las habilidades del estudiante, que se realiza cada tres años desde el año 2000 en toda la OCDE y una serie de economías y países asociados. La evaluación núcleo está en las matemáticas, la ciencia, y la lectura en los estudiantes de 15 años, que en la mayoría de los países significa el final de la enseñanza obligatoria. Véase OCDE (2010, 2011) para obtener detalles sobre PISA 2009 (Richter, Naumann & Noller, 2003; Naumann, Richter, Flender, Christmann & Groeben, 2007).

- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Llorens, A.C., Gil, L., Vidal-Abarca, E., Martínez, E., Mañá, A., & Gilabert, R., (2011). Evaluación de la competencia lectora: la prueba de Competencia Lectora para Educación Secundaria (CompLEC) [Assessment of reading skills: the Reading Literacy test for Secondary Education (ComLEC)]. *Psicothema*, 23, 808–817.
- Muñoz, C. M., Redecker, R., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2014). Open education 2030: planning the future of adult learning in Europe. *Open Learning*, 28, 171–186. doi: 10.1080/02680513.2013.871199
- Nakagawa, S., & Schielzeth, H. (2013). A general and simple method for obtaining R² from generalized linear mixed-effects models. *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 133–142.
- Naumann, J. (2008). Log file analysis in hypertext research: An overview, a meta-analysis, and some suggestions for future research. In J. J. Cañas (Ed.). *Workshop on cognition and the web: Information processing, comprehension and learning* (pp 53-56). Granada, Spain: University of Granada.
- Naumann, J., Richter, T., Christmann, U. & Groeben, N. (2008). Working memory capacity and reading skill moderate the effectiveness of strategy training in learning from hypertext. *Learning and Individual Differences*, 18, 197-213. doi: 10.1016/j.lindif.2007.08.007
- Naumann, J., Richter, T., Flender, J., Christmann, U., & Groeben, N. (2007). Signaling in expository hypertexts compensates for deficits in reading skill. *Journal of Educational Psychology*, 99, 791-807. doi: 10.1037/0022-0663.99.4.791
- OECD. (2009). *PISA 2009 assessment framework. Key competencies in reading, mathematics, and science*. Paris: OECD.
- OECD. (2010). *PISA 2009 results vol I: What students know and can do*. Paris: OECD. doi: 10.1787/9789264091450-en
- OECD. (2011). *PISA 2009 results vol VI: Student on line. Digital technologies and performance*. Paris: OECD. doi: 10.1787/9789264112995-en

REFERENCIAS

- Aiken, L. S. & West, S. G. (1991). *Multiple regression: Testing and interpreting interactions*. Newbury Park, CA: Sage.
- Amadiou, F. & Tricot, A. (2008). Effects of prior domain knowledge on comprehension of non-linear documents. En Cañas, J. J. (ed.), *Workshop on Cognition and the Web: Information Processing, Comprehension and Learning* (pp. 153-162). Granada, España: Universidad de Granada.
- Azevedo, R. & Cromley, J. G. (2004). Does Training on Self-regulated Learning Facilitate Students' Learning with Hypermedia? *Journal of Educational Psychology*, 96, 523-535. doi: 10.1037/0022-0663.96.3.523
- Azevedo, R., Greene, J. A. & Moos, D. C. (2007). The Effect of a Human Agent's External Regulation upon College Students' Hypermedia Learning. *Metacognition and Learning*, 2, 67-87. doi: 10.1007/s11409-007-9014-9
- Azevedo, R., Moos, D. C., Greene, J. A., Winters, F. I. & Cromley, J. G. (2008). Why is Externally-Facilitated Regulated Learning more Effective than Self-regulated Learning with Hypermedia? *Educational Technology Research and Development*, 56, 45-72. doi: 10.1007/s11423-007-9067-0
- Bates, D., Maechler, M. & Bolker, B. (2012). *lme4: Linear Mixed-effects Models Using S4 Classes*. R package version 0.999999-0. Recuperado de <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>
- Cerdán, R., Gilabert, R. & Vidal-Abarca, E. (2011). Selecting Information to Answer Questions. Strategic Individual Differences when Searching Texts. *Learning and Individual Differences*, 21, 201-205. doi: 10.1016/j.lindif.2010.11.007
- Cress, U. & Knabel, O. B. (2003). Previews in Hypertext: Effects on Navigation and Knowledge Acquisition. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 517-527. doi: 10.1046/j.0266-4909.2003.00054.x
- Coiro, J. (2011). Predicting Reading Comprehension on the Internet: Contributions of Offline Comprehension Skills, Online Reading Skills, and Puntambekar, S. & Stylianou, A. (2005). Designing navigation support in hypertext systems based on navigation patterns. *Instructional Science*, 33, 451-481. doi: 10.1007/s11251-005-12765.
- Puntambekar, S. & Goldstein, J. (2007) Effect of visual representation of the conceptual structure of the domain on science learning and navigation in a hypertext environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16, 429-459.
- R Core Team (2012). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Retrieved January 14, 2014 from <http://www.R-project.org/>
- Richter, T., Naumann, J., Brunner, M., & Christmann, U. (2005). Strategische Verarbeitung beim Lernen mit Text und Hypertext [Strategic processing in learning from text and hypertext]. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 5-22. doi: 10.1024/1010-0652.19.12.5
- Richter, T., Naumann, J., & Noller, S. (2003). LOGPAT: A semi-automatic way to analyze hypertext navigation behavior. *Swiss Journal of Psychology*, 62, 113-120. doi: 10.1024/1421-0185.62.2.113
- Rouet, J.-F., Ros, C., Goumi, A., Macedo-Rouet, M. & Dinet, J. (2011). The influence of surface and deep cues on primary and secondary school students' assessment of relevance in Web menus. *Learning and Instruction*, 21, 205-219. doi:10.1016/j.learninstruc.2010.02.007
- Salmerón, L., Baccino, T., Cañas, J.J., Madrid, R. I., & Fajardo, I. (2009). Do graphical overviews facilitate or hinder comprehension in hypertext? *Computers & Education*, 53, 1308-1319. doi: 10.1016/j.compedu.2009.06.013
- Salmerón, L., Cañas, J. J., Kintsch, W. J. & Fajardo, I. (2005). Reading strategies and hypertext comprehension. *Discourse Processes*, 40, 171-191. doi: 10.1207/s15326950dp4003_1
- Salmerón, L., Cerdán, R., & Naumann, J. (2015). How adolescents navigate Wikipedia to answer questions. *Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*, 38, 435-471.
- Salmerón, L., & García, V. (2011). Reading skills

- Prior Knowledge. *Journal of Literacy Research*, 43, 352-392. doi: 10.1177/1086296X11421979
- Dias, P. & Sousa, A. P. (1997). Understanding Navigation and Disorientation in Hypermedia Learning Environments. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6, 173-185.
- Goldman, S. R., Braasch, J. L., Wiley, J., Graesser, A. C. & Brodowinska, K. M. (2012). Comprehending and Learning from Internet Sources: Processing Patterns of Better and Poorer Learners. *Reading Research Quarterly*, 47, 356-381. doi: 10.1002/RRQ.027
- Güyer, T., Atasoy, B. & Somyürek, S. (2015). Measuring Disorientation Based on the Needleman-Wunsch Algorithm. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 16(2).
- Hsu, Y. C. & Schwen, T. H. (2003). The Effects of Structural Cues from Multiple Metaphors on Computer Users' Information Search Performance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58, 39-55. doi: 10.1016/S1071-5819(02)00125-8
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A Paradigm for Cognition*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Llorens, A. C., Gil, L., Vidal-Abarca, E., Martínez, E., Mañá, A. & Gilabert, R., (2011). *Evaluación de la competencia lectora: la prueba de Competencia Lectora para Educación Secundaria (CompLEC)*. *Psicothema*, 23, 808-817.
- Muñoz, C. M., Redecker, R., Vuorikari, R. & Punie, Y. (2014). Open Education 2030: Planning the Future of Adult Learning in Europe. *Open Learning*, 28, 171-186. doi: 10.1080/02680513.2013.871199
- Nakagawa, S. & Schielzeth, H. (2013). A General and Simple Method for Obtaining R² from Generalized Linear Mixed-Effects Models. *Methods in Ecology and Evolution*, 4, 133-142.
- Naumann, J. (2008). Log File Analysis in Hypertext Research: An Overview, a Meta-Analysis, and some Suggestions for Future Research. En Cañas, J. J. (ed.), *Workshop on Cognition and the Web: Information Processing, Comprehension and* and children's navigation strategies in hypertext. *Computers in Human Behaviour*, 27, 1143-1151. doi: 10.1016/j.chb.2010.12.008
- Salmerón, L., Kintsch, W. & Cañas, J. J. (2006). Reading strategies and prior knowledge in learning from hypertext. *Memory & Cognition*, 34, 1157-1171. doi: 10.3758/BF03193262
- Salmerón, L., Kintsch, W. & Kintsch, E. (2010). Self-regulation and link selection strategies in hypertext. *Discourse Processes*, 47, 175-211. doi: 10.1207/s15326950dp4003_1
- Salmerón, L., Vidal-Abarca, E., Fajardo, I., Cerdán, R., García, V., & Osma, I. (2012). WebLEC: a test to measure reading literacy skills in the electronic environment. *European Association for Learning and Instruction SIG-6-7 2012 meeting*, Bari (Italy).
- Scheipl, F., Greven, S., & Kuechenhoff, H. (2008). Size and power of tests for a zero random effect variance or polynomial regression in additive and linear mixed models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52, 3283-3299.
- Su, Y., & Klein, J. D. (2006). Effects of navigation tools and computer confidence on performance and attitudes in a hypermedia learning environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 15, 87-106.
- Taub, M., Azevedo, R., Bouchet, F., & Khosravifar, B. (2014). Can the use of cognitive and metacognitive self-regulated learning strategies be predicted by learners' levels of prior knowledge in hypermedia-learning environments? *Computers in Human Behavior*, 39, 356-367. doi: 10.1016/j.chb.2014.07.018
- Van Gog, T., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G., & Witte, P. (2005). Uncovering the problem-solving process: Cued retrospective reporting versus concurrent and retrospective reporting. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11, 237-244. doi: 10.1037/1076-898X.11.4.237
- Vidal-Abarca, E., Gilabert, R., Ferrer, A., Ávila, V., Martínez, T., Mañá, A., Llorens, A.C., Gil, L., Cerdán, R., Ramos, L., & Serrano, M. Á. (2014). *TuinLEC*, an intelligent tutoring system to im-

- Learning* (pp. 53-56). Granada, España: Universidad de Granada.
- Naumann, J., Richter, T., Christmann, U. & Groeben, N. (2008). Working Memory Capacity and Reading Skill Moderate the Effectiveness of Strategy Training in Learning from Hypertext. *Learning and Individual Differences*, 18, 197-213. doi: 10.1016/j.lindif.2007.08.007
- Naumann, J., Richter, T., Flender, J., Christmann, U. & Groeben, N. (2007). Signaling in Expository Hypertexts Compensates for Deficits in Reading Skill. *Journal of Educational Psychology*, 99, 791-807. doi: 10.1037/0022-0663.99.4.791
- OCDE (2009). *PISA 2009 Assessment Framework. Key Competencies in Reading, Mathematics, and Science*. París: OCDE.
- OCDE (2010). *PISA 2009 Results vol i: What Students Know and Can Do*. París: OCDE. doi: 10.1787/9789264091450-en
- OCDE (2011). *PISA 2009 results vol vi: Student on Line. Digital Technologies and Performance*. París: OCDE. DOI: 10.1787/9789264112995-en
- Puntambekar, S. & Stylianou, A. (2005). Designing Navigation Support in Hypertext Systems Based on Navigation Patterns. *Instructional Science*, 33, 451-481. doi: 10.1007/s11251-005-12765.
- Puntambekar, S. & Goldstein, J. (2007) Effect of Visual Representation of the Conceptual Structure of the Domain on Science Learning and Navigation in a Hypertext Environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 16, 429-459.
- R Core Team (2012). R: A Language and Environment for Statistical Computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Viena, Austria. Recuperado de <http://www.R-project.org/>
- Richter, T., Naumann, J., Brunner, M. & Christmann, U. (2005). Strategische Verarbeitung beim Lernen mit Text und Hypertext [Strategic Processing in Learning from Text and Hypertext]. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 5-22. doi: 10.1024/1010-0652.19.12.5
- Richter, T., Naumann, J. & Noller, S. (2003). logpat: A Semi-Automatic Way to Analyze Hypertext prove reading literacy skills. *Infancia y Aprendizaje*, 37, 25-56. doi: 10.1080/02103702.2014.881657
- Winne, P. H. (2010). Improving measurements of self-regulated learning. *Educational Psychologist*, 45, 267-276. doi: 10.1080/00461520.2010.517150
- Winne, P. H., & Baker, R. S. (2013). The potentials of educational data mining for researching meta-cognition, motivation and self-regulated learning. *Journal of Educational Data Mining*, 5, 1-8.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (1998). Studying as self-regulated learning. *Metacognition in educational theory and practice*, 93, 27-30.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (2013). Study: Tracing and supporting self-regulated learning in the Internet. In Azevedo, R. & Aleven, V., *International handbook of metacognition and learning technologies* (pp. 293-308). New York: Springer.

Johannes Naumann

Goethe-Universität Frankfurt, Germany

Ladislao Salmerón

University of Valencia, Spain

- Navigation Behavior. *Swiss Journal of Psychology*, 62, 113-120. doi: 10.1024/1421-0185.62.2.113
- Rouet, J. F., Ros, C., Goumi, A., Macedo-Rouet, M. & Dinet, J. (2011). The Influence of Surface and Deep Cues on Primary and Secondary School Students' Assessment of Relevance in Web Menus. *Learning and Instruction*, 21, 205-219. doi: 10.1016/j.learninstruc.2010.02.007
- Salmerón, L., Baccino, T., Cañas, J. J., Madrid, R. I. & Fajardo, I. (2009). Do Graphical Overviews Facilitate or Hinder Comprehension in Hypertext? *Computers & Education*, 53, 1308-1319. DOI: 10.1016/j.compedu.2009.06.013
- Salmerón, L., Cañas, J. J., Kintsch, W. J. & Fajardo, I. (2005). Reading Strategies and Hypertext Comprehension. *Discourse Processes*, 40, 171-191. doi: 10.1207/s15326950dp4003_1
- Salmerón, L., Cerdán, R. & Naumann, J. (2015). How Adolescents Navigate Wikipedia to Answer Questions. *Infancia y Aprendizaje*, 38, 435-471.
- Salmerón, L. & García, V. (2011). Reading Skills and Children's Navigation Strategies in Hypertext. *Computers in Human Behavior*, 27, 1143-1151. doi: 10.1016/j.chb.2010.12.008
- Salmerón, L., Kintsch, W. & Cañas, J. J. (2006). Reading Strategies and Prior Knowledge in Learning from Hypertext. *Memory & Cognition*, 34, 1157-1171. doi: 10.3758/BF03193262
- Salmerón, L., Kintsch, W. & Kintsch, E. (2010). Self-Regulation and Link Selection Strategies in Hypertext. *Discourse Processes*, 47, 175-211. doi: 10.1207/s15326950dp4003_1
- Salmerón, L., Vidal-Abarca, E., Fajardo, I., Cerdán, R., García, V. & Osma, I. (2012). WebLEC: A Test to Measure Reading Literacy Skills in the Electronic Environment. *European Association for Learning and Instruction*.
- Scheipl, F., Greven, S. & Kuechenhoff, H. (2008). Size and Power of Tests for a Zero Random Effect Variance or Polynomial Regression in Additive and Linear Mixed Models. *Computational Statistics & Data Analysis*, 52, 3283-3299.
- Su, Y. & Klein, J. D. (2006). Effects of Navigation Tools and Computer Confidence on Performance and Attitudes in a Hypermedia Learning Environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 15, 87-106.
- Taub, M., Azevedo, R., Bouchet, F. & Khosravifar, B. (2014). Can the Use of Cognitive and Metacognitive Self-Regulated Learning Strategies be Predicted by Learners' Levels of Prior Knowledge in Hypermedia-Learning Environments? *Computers in Human Behavior*, 39, 356-367. DOI: 10.1016/j.chb.2014.07.018
- Van Gog, T., Paas, F., Van Merriënboer, J. J. & Witte, P. (2005). Uncovering the Problem-Solving Process: Cued Retrospective Reporting versus Concurrent and Retrospective Reporting. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11, 237-244. DOI: 10.1037/1076-898X.11.4.237
- Vidal-Abarca, E., Gilabert, R., Ferrer, A., et al. (2014). TuinLEC, an Intelligent Tutoring System to Improve Reading Literacy Skills. *Infancia y Aprendizaje*, 37, 25-56. doi : 10.1080/02103702.2014.881657
- Winne, P. H. (2010). Improving Measurements of Self-Regulated Learning. *Educational Psychologist*, 45, 267-276. doi: 10.1080/00461520.2010.517150
- Winne, P. H. & Hadwin, A. F. (1998). Studying as Self-Regulated Learning. *Metacognition in Educational Theory and Practice*, 93, 27-30.
- Winne, P. H., & Hadwin, A. F. (2013). Study: Tracing and supporting self-regulated learning in the Internet. En Azevedo, R. & Alevén, V., *International handbook of metacognition and learning technologies* (pp. 293-308). Nueva York: Springer.

Johannes Naumann

Goethe-Universität Frankfurt, Alemania

Ladislao Salmerón

Universidad de Valencia, España

APPENDIX

Table 1

Correlations												
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Máx</i>	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Computer used ^a	1.00	0.04	0.00	1.00								
2. Computer available ^a	0.99	0.09	0.00	1.00	.50***							
3. Internet available ^a	0.97	0.17	0.00	1.00	.25***	.12**						
4. Gender ^b	0.46	0.50	0.00	1.00	-.05	-.01	-.03					
Predictor and control variables												
5. Relevant page selection	0.55	0.15	0.05	0.89	.01	.05	.02	.13**				
6. Irrelevant page selection	0.11	0.07	0.00	0.33	.01	.05	.01	.16***	.07			
7. Offline comprehension skill	12.15	4.38	1.00	20.00	-.01	.02	.01	.49***	-.18***			
8. Age	13.61	1.26	11.00	17.00	.06	.01	-.03	-.01	.21***	-.16***	.32***	
Criterion												
9. Digital reading performance	0.52	0.20	0.08	1.00	0.00	.03	.08	.08	.63***	-.15***	.55***	.28***

Table 1. Descriptive statistics and correlations of all variables in the study.

Note. $N = 533$. Relevant page selection: Percentage of task-relevant pages visited. Irrelevant page selection: Percentage of task-irrelevant pages visited. Digital reading performance: Percentage of correctly answered questions in the digital reading test.

a0 = No, 1 = Yes. b0 = female, 1 = male.

** $p < .01$, *** $p < .001$ (two-tailed).

Table 2

Fixed effects	Effect β	(SE)	z	ΔR^2_m
Intercept	- 0.48	(0.01)		
Relevant page selection	0.13	(0.01)	14.12***	0.22
Irrelevant page selection	- 0.02	(0.01)	- 3.40**	0.01
Offline comprehension skill	0.05	(0.01)	6.70***	0.05
Offline comprehension skill \times Relevant page selection	0.03	(0.01)	4.11***	0.02
Offline comprehension skill \times Irrelevant page selection	- 0.01	(0.01)	- 0.82	
Age	0.01	(0.01)	1.40	
Random Effects				
Classroom random intercept	0.001*			
Model fit		$R^2_m = .51, R^2_c = .53$		

Table 2. Model results.

Note. R^2_m : Marginal R^2 , variance explained by fixed effects. R^2_c : Conditional R^2 , variance explained by fixed and random effects (Nakawa & Schielzeth, 2013). Effects sizes (decrements in variance explained by fixed effects) are reported for significant effects only.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.