

TESIS DOCTORAL



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación

**EFFECTOS DE LAS INSTRUCCIONES DE  
LECTURA SOBRE LA COMPRENSIÓN Y  
NAVEGACIÓN DE HIPERTEXTOS EN  
SUJETOS CON BAJO CONOCIMIENTO  
DE DOMINIO**

***EFFECTS OF READING INSTRUCTIONS  
ON LOW PRIOR KNOWLEDGE READERS'  
NAVIGATION AND COMPREHENSION IN  
HYPERTEXT***

Álvaro Jáñez González

Tesis dirigida por:

Javier Rosales Pardo

Salamanca, 2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A José Orrantia y David Múñez por ser los primeros en realizar críticas constructivas y útiles comentarios al borrador de este proyecto.

Al Dr. Salmerón, por resolver las dudas iniciales sobre la novedad del proyecto, y por aportar desinteresadamente algunos consejos y referencias valiosas.

A mis compañeras de doctorado, Marta y Beatriz, por todos los momentos compartidos, y por ofrecer ayuda y apoyo durante el programa.

A Santiago Vicente y José Chamoso, por asistir a las reuniones semanales dispuestos a resolver dudas y ofrecer consejos, y por todo lo que nos enseñaron.

Al resto de miembros del Departamento y de la Facultad de Educación, por toda la ayuda prestada, desde poner a punto las aulas de informáticas, hasta ofrecer ayuda y horas de clase para poder desarrollar los experimentos.

Al Dr. Rouet, por invitarme a realizar una productiva estancia en CeRCA, y ofrecerme una ayuda inestimable para mejorar el presente proyecto, y por su apoyo en la creación de otros nuevos.

A los doctores Naumann, Amadiou, y Vibert, por dedicar su tiempo a conocer mi proyecto, y ofrecer valiosos consejos y escribir cartas de recomendación para defender esta tesis.

A mi familia y amigos, por su inquebrantable apoyo durante todos estos años.

Finalmente, y de manera especial, a Javier Rosales, profesor y amigo. Por estar siempre disponible, por las innumerables horas de trabajo que ha dedicado y todos los esfuerzos que ha realizado para apoyarme en este proyecto. Por toda la confianza depositada en mí, y por todo lo que me ha enseñado, tanto a nivel académico como a nivel personal. Sin él esta tesis no habría sido posible.

Muchas gracias a todos

## **Resumen**

El objetivo de esta tesis ha sido analizar los efectos de las instrucciones de lectura en la comprensión y en la navegación de hipertextos. Para este fin se han desarrollado dos experimentos, poniendo a prueba diferentes tipos de instrucciones de lectura, y utilizando una muestra de estudiantes universitarios con bajo conocimiento de dominio sobre el tema tratado.

Numerosas variables se han tenido en cuenta en este proyecto, como la memoria de trabajo, el formato del texto (hipertexto vs. texto en papel) y una serie de variables relativas al diseño hipertextual. Todo ello para tratar de analizar el comportamiento lector de una forma abarcadora y realista.

Los resultados sugieren que los sujetos con bajo conocimiento de dominio utilizan una estrategia de lectura básica independientemente de las instrucciones, logrando ser más estratégicos sólo cuando se utilizan estrategias de lectura muy específicas. También se aportan datos de que estos sujetos pueden navegar hipertextos sin desorientarse, siempre que se ponga especial cuidado en el diseño de los materiales, y que pueden lograr un rendimiento similar al de sujetos realizando las mismas tareas con textos tradicionales. Se discuten las repercusiones educativas de estos resultados, así como algunas sugerencias para futuras investigaciones en hipertexto.

## **Abstract**

The goal of this thesis is to analyze the effects of reading instructions on hypertext navigation and comprehension. To this end, we conducted two experiments analyzing different types of reading instructions, using a sample of low domain knowledge university undergraduate students.

We took in account many variables in this research, such as working memory capacity, text format (hypertext vs. paper text) and several hypertext design features, with the purpose of analyzing the reading behaviour in a realistic and comprehensive way.

Our results suggest that low domain knowledge readers use a basic reading strategy regardless of the instructions given, and they only implement more strategic behaviours when the instructions are very specific. Also, the data indicates that these subjects can navigate a hypertext with no disorientation problems. As long as some design features are implemented, low domain knowledge readers can achieve a similar performance in hypertext than in traditional texts. We discuss the educational implications of these results, and we offer some suggestions for future research on the topic.

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN.....	3
3. CONCEPTOS BÁSICOS Y MODELOS TEÓRICOS.....	4
3.1. Comprensión lectora.....	4
3.1.1. Modelo de Construcción-Integración (CI).....	6
3.2. Relevancia.....	8
3.2.1. Taxonomía de relevancia.....	9
3.3. Hipertexto.....	11
3.3.1. Modelo MD-TRACE.....	14
3.4. Teoría de la Carga Cognitiva.....	18
4. REVISIÓN DE ESTUDIOS.....	22
4.1. Diferencias entre lectura en papel y lectura electrónica.....	22
4.2. Relevancia.....	28
4.3. Hipertexto.....	35
4.3.1. Conocimiento previo.....	36
4.3.2. Memoria de trabajo (MT).....	37
4.3.3. Navegación.....	40
4.3.4. Estructura.....	45
4.3.5. Esquemas gráficos.....	49
4.3.6. Usabilidad.....	53
5. EXPERIMENTS.....	54
5.1. Pilot study.....	54
5.2. Experiment 1.....	56
5.2.1. Goals.....	56
5.2.2. Justification.....	57
5.2.3. Method.....	58
5.2.3.1. Participants.....	58
5.2.3.2. Materials.....	59
5.2.3.3. Procedure.....	65
5.2.3.4. Data analysis.....	66
5.2.4. Results.....	66
5.2.4.1. Navigation.....	67
5.2.4.2. Comprehension.....	73
5.2.5. Discussion.....	74
5.3. Experiment 2.....	77
5.3.1. Goals.....	77
5.3.2. Justification.....	77
5.3.3. Method.....	78
5.3.3.1. Participants.....	78

5.3.3.2. Materials.....	78
5.3.3.3. Procedure.....	84
5.3.3.4. Data analysis.....	85
5.3.4. Results.....	85
5.3.4.1. Navigation.....	85
5.3.4.2. Comprehension.....	90
5.3.4.3. Complementary data.....	90
5.3.5. Discussion.....	92
6. FINAL CONCLUSIONS.....	96
6.1. On the experiments.....	96
6.1.1. Navigation.....	96
6.1.2. On comprehension and reading instructions.....	99
6.1.3. Paper vs. hypertext.....	101
6.2. Limitations and potential improvements.....	102
6.3. On the PhD program.....	104
References.....	105
ANEXO EXPERIMENTO 1.....	114
Gráficas de navegación lineal.....	114
Gráficas de navegación lineal con mínima desorientación.....	140
Gráficas de navegación desorientada.....	153
ANEXO EXPERIMENTO 2.....	159
Gráficas de navegación de los sujetos con la instrucción de lectura general.....	159
Gráficas de navegación de los sujetos con instrucción de especificidad media.....	175
Gráficas de navegación de los sujetos con una instrucción específica.....	191

# 1. INTRODUCCIÓN

Los libros han sido la principal fuente de conocimiento durante siglos, y a lo largo de la historia se ha creído que las tecnologías provocarían la desaparición de los mismos. Como nos cuenta Carr (2010), la popularidad de los periódicos en Londres durante el siglo XIX llevó a muchas personas a suponer que todo el conocimiento se transmitiría a través de los mismos, ya que los libros no podían competir con la rapidez de difusión de la prensa escrita. Con la aparición del fonógrafo, se asumió que la comodidad de escuchar frente al esfuerzo de la lectura provocaría la desaparición del libro. Predicciones similares se realizaron con la aparición del cine, la radio o la televisión. Sin embargo, el libro no sólo sobrevivió a todos estos competidores, si no que siguió siendo la principal fuente de conocimiento.

Con la llegada del ordenador, predicciones similares comenzaron a difundirse. Pero esta vez era diferente: el ordenador permitía la adaptación del libro a este medio de una forma muy sencilla. Aunque el libro se mantuvo, la escritura cambió drásticamente. Los procesadores de texto de los ordenadores sustituyeron rápidamente a las máquinas de escribir. Con la llegada de Internet, un nuevo desafío apareció. Es cierto que el libro sigue vivo y muy presente en nuestra sociedad, pero los ordenadores e Internet le han asestado el golpe más duro hasta el momento (prensa online, libros digitales a precios más bajos que sus versiones en papel, cualquier dato que busquemos al alcance de un clic del ratón...). No vamos a debatir sobre si esto es bueno, deseable, o todo lo contrario, ni tomaremos posiciones en ninguno de los bandos. Pero no podemos ignorar la fuerza con la que estas tecnologías han irrumpido en el mundo educativo. El primer lugar donde se busca información para realizar cualquier trabajo académico, y en cualquier nivel educativo, es Internet. El problema es que en este medio existen nuevos tipos de textos, nuevas formas de organizar la información, nuevas interfaces y herramientas aparecen cada poco tiempo, y todo ello exige nuevas habilidades y nuevas estrategias lectoras. Debemos hacer todo lo posible para que los estudiantes puedan manejarse sin problemas en este medio, y no abandonarles a su suerte esforzándose por aplicar sus habilidades y estrategias de lectura tradicional a un formato en el que su utilidad es sólo parcial.

Tras décadas de estudio sobre la lectura a través de dispositivos electrónicos, sabemos más bien poco sobre la mejor forma de aprovechar todo el potencial que estas tecnologías ofrecen, pero la investigación avanza con paso firme y poco a poco se van

desentrañando las variables y procesos clave de la lectura y la comprensión en las nuevas tecnologías. Este proyecto es un intento de aportar un pequeño granito de arena a dicha investigación, resumiendo, en el proceso, una parte del conocimiento que se ha logrado en esta área de estudio.

Comenzaremos enumerando los **OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN** del proyecto. Algunos de ellos son bastante específicos y quizá sean mejor comprendidos tras leer la revisión de estudios, por lo que se los recordaremos al lector tras esa revisión, al inicio de nuestra explicación del diseño experimental.

Con estos objetivos en mente, hablaremos sobre los **CONCEPTOS BÁSICOS Y MODELOS TEÓRICOS** en los que apoyaremos nuestro estudio. Aquí explicaremos lo que entendemos por comprensión lectora, relevancia e hipertexto, y describiremos brevemente el modelo de Construcción-Integración de Kintsch para la comprensión lectora, la taxonomía de McCrudden y Schraw sobre las instrucciones de relevancia, el modelo MD-TRACE de Rouet sobre el uso de múltiples documentos, y la Teoría de la Carga Cognitiva de Sweller.

Una vez que terminemos de exponer el marco teórico, realizaremos una **REVISIÓN DE ESTUDIOS** relevantes para nuestro proyecto, como diferencias encontradas entre lectura en papel con lectura en pantallas, efectos de diferentes objetivos de tarea sobre la comprensión, la influencia del conocimiento de dominio y la memoria de trabajo sobre la comprensión en hipertexto, y cómo afectan a la comprensión y la navegación distintos aspectos del diseño hipertextual.

Terminada la lectura del marco teórico y la revisión de estudios, se pasará a detallar los dos **EXPERIMENTOS** realizados, así como el estudio piloto previo. Estos experimentos se desarrollarán en formato artículo, con el objetivo de realizar una exposición clara y de utilizar una estructuración de los contenidos de sobra conocida por el lector.

Finalmente, acabaremos con las **CONCLUSIONES FINALES**, donde haremos un resumen de los principales resultados obtenidos y su utilidad, comentaremos posibles proyectos futuros que podrían complementar, confirmar/rechazar, y extender los datos de los experimentos realizados, y nos despediremos del lector comentando brevemente, y de manera más informal, las conclusiones y opiniones personales que se han forjado durante el transcurso de este periodo formativo.



## 2. OBJETIVO Y JUSTIFICACIÓN

El principal objetivo de nuestro proyecto es el siguiente:

1. **Averiguar si distintos objetivos de lectura provocan distintos patrones de navegación y distinta comprensión de un hipertexto en sujetos de bajo conocimiento de dominio.**

Existe mucha investigación mostrando los efectos de las instrucciones de lectura sobre el rendimiento de los lectores o el tipo de estrategias que utilizan (ver McCrudden & Schraw, 2007, para una revisión). Sin embargo, éste es un tema que ha recibido muy poca atención en hipertexto. Analizar cómo los lectores navegan bajo distintas instrucciones de lectura puede aportarnos información muy valiosa para comprender mejor las causas de estas diferencias, y también podremos analizar si los efectos de las instrucciones de lectura son generalizables a entornos hipertextuales.

Para analizar los efectos de las instrucciones sobre la navegación, primero necesitamos eliminar, o reducir considerablemente, los problemas de desorientación típicamente asociados a los sujetos con bajo conocimiento previo (Lawless & Kulikowich, 1996; Last *et al.*, 2001; Rezende & de Souza Barros, 2008). De otra forma, sólo encontraremos patrones de navegación desorientada en todas las instrucciones. Por tanto, el diseño hipertextual tendrá una gran relevancia en nuestra investigación.

Además, utilizaremos grupos control realizando las mismas tareas con textos en papel, para ser capaces de discernir si las diferencias que encontremos son causadas debidas a las instrucciones de lectura, al formato del texto, o a ambos. No existe acuerdo sobre cómo afectan las nuevas tecnologías al aprendizaje, aunque algunos datos recientes muestran que estos efectos dependen de cómo se implementen dichas tecnologías y con qué propósitos (Cheung & Slaving, 2012). Así que analizar los efectos de las instrucciones entre los distintos formatos (papel vs. hipertexto) puede aportarnos información valiosa sobre este tema.

### 3. CONCEPTOS BÁSICOS Y MODELOS TEÓRICOS

#### 3.1. *Comprensión lectora*

El concepto de comprensión lectora es complejo, sujeto a multitud de matices y va cambiando a lo largo del tiempo, de forma paralela a cambios producidos en la sociedad, la economía y la cultura. Es por ello que existen casi tantas definiciones como personas dedicadas a su estudio. No es nuestra intención hacer una revisión de las distintas definiciones y matices, sólo detallaremos dos definiciones que son ampliamente aceptadas y utilizadas como referentes en ámbitos académicos, y que, además, se ajustan perfectamente a las necesidades de nuestro proyecto.

El *RAND Reading Study Group* (RRSG) de EEUU define la comprensión lectora como “el proceso de extraer y construir significado simultáneamente a través de la interacción e implicación con el lenguaje escrito” (p. 11, traducción propia; RRSG, 2002). Son muchos los autores que postulan la existencia de dos o más procesos principales en la comprensión, porque explica diferentes comportamientos y resultados. Por ejemplo, una lectura en la que predomine la *extracción* de significado conlleva un procesamiento superficial del texto, provocando un aprendizaje pasivo y literal de la información. Mientras que una lectura en la que el papel de la *construcción* de significado sea más importante, implica un procesamiento profundo del texto, lo que lleva a un aprendizaje activo y transferible (otros términos utilizados para referirse a los procesos extracción-construcción son, con ligeras diferencias en los matices, construcción-integración y procesamiento abajo-arriba y arriba-abajo respectivamente. Independientemente de los términos usados, ambos procesos ocurren siempre y de forma simultánea, lo único que varía es el peso destinado a cada uno en el procesamiento total). La comprensión lectora depende de 3 elementos interrelacionados (texto, lector, y tarea u objetivo de la lectura) dentro de un contexto sociocultural que los engloba y con los que interactúa (véase Figura 1). En el desarrollo de nuestro proyecto tendremos en cuenta estos 3 elementos, controlando y manipulando variables en cada uno de ellos para lograr que nuestros resultados se obtengan de un proceso de lectura lo más natural, realista y comprensivo posible.

La OCDE (2011) en las pruebas PISA define, en lugar de la comprensión lectora, el concepto más amplio de alfabetización lectora como “comprender, usar, reflexionar e interactuar con textos escritos con el fin de lograr objetivos, desarrollar el potencial y el conocimiento propios, y participar en sociedad” (p. 40, traducción

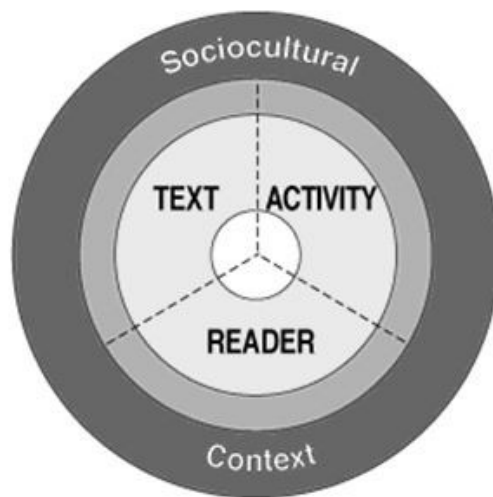


Figura 1. Interrelación de los elementos involucrados en la comprensión lectora (Tomado de RRSg, 2002).

propia). A pesar de que esta definición es muy general, la relevancia de este documento radica en que en PISA 2009 es la primera vez que se diferencian los textos usados en las pruebas según su formato (papel vs. electrónico), realizando ejercicios y evaluaciones distintas para cada uno de ellos. Y es que la cantidad de estudios que postulan y demuestran con datos empíricos que la lectura en papel y la lectura en ordenador (especialmente el hipertexto) son diferentes es tan extensa que ya no puede seguir obviándose. Tras una buena revisión de algunos de estos estudios, la OCDE finaliza afirmando que, en la sociedad actual, “...ser un lector competente también significa ser capaz de navegar entre fragmentos de información diversa y conflictiva y a través de páginas de textos no lineales, usando hipervínculos y otras herramientas proporcionadas por las tecnologías digitales presentes en los ordenadores y teléfonos inteligentes” (p. 209, traducción propia). Más adelante (Sección 4.1.) revisaremos estos estudios sobre las diferencias entre textos en papel y textos electrónicos, pero ahora explicaremos brevemente un modelo clásico de lectura, el modelo de Kintsch, que nos será útil para explicar el proceso de comprensión lectora de cualquier tipo de texto (aunque necesitaremos otros modelos que lo complementen a la hora de incluir los nuevos procesos lectores exigidos por el hipertexto).

### 3.1.1. Modelo de Construcción-Integración (CI)

El modelo de CI elaborado por Kintsch (1988, 1998, 2004) propone, como su nombre indica, dos procesos principales en la comprensión lectora: construcción e integración. Según este modelo hay cuatro fases de construcción:

- *Formación de los conceptos y proposiciones*<sup>1</sup>: Se forma así una representación proposicional del texto que se deriva directamente de la entrada lingüística (las palabras del texto y su sintaxis) y del sistema de conocimiento (interpretado como una red asociativa, al estilo conexionista). Un aspecto diferencial de este modelo es que este proceso es online de abajo a arriba, lo que permite que las proposiciones formadas estén incompletas o sean erróneas y contradictorias. En la fase de integración las interpretaciones erróneas serán descartadas.
- *Elaboración de cada concepto y proposición formados en el paso anterior*: Esta elaboración se debe a que cada uno de estos elementos sirve de señal de recuperación de nodos asociados en la red de conocimiento. Por ejemplo, en la frase “*El hombre encendió un cigarrillo*”, se recuperarían conceptos asociados como *tabaco, mechero, quemadura, cáncer de pulmón*, etc. Sólo algunos de estos elementos recuperados tendrán utilidad, pero de momento son utilizados como potenciales elementos de inferencia.
- *Realización de inferencias*: el mecanismo de inferencias aleatorio del paso anterior no siempre es suficiente. Para algunas inferencias, como inferencias puente, es necesaria una actividad más controlada, que se realiza en esta fase.
- *Asignación de fuerzas de conexión a todos los pares de elementos que se han creado*: estas interconexiones pueden venir derivadas directamente del texto, o de la conexión que tienen en la red de conocimiento. Ambas fuerzas de conexión son sumativas.

Como vemos, el resultado del proceso de construcción es una matriz de conectividad formada por todos los nodos accedidos, las proposiciones formadas, las inferencias y elaboraciones realizadas y las interconexiones entre los elementos. Esta red es aún incoherente, por lo que no es adecuada para representar el texto. El proceso de integración actúa sobre esta red como una activación que se expande hasta que el sistema se estabiliza. Si la integración falla, nuevas construcciones se añaden a la red y

---

<sup>1</sup> Aunque el término proposición se tomó prestado del campo de la lógica, Kintsch lo utiliza para referirse a la unidad formada por un término relacional o predicado y uno o más argumentos (ya sean éstos conceptos u otras proposiciones). Cada frase está, por tanto, formada por una o varias proposiciones vinculadas entre sí de forma referencial o causal.

la integración se realiza de nuevo. Tras la integración, los nodos que son altamente activados forman la representación del discurso que se ha creado, mientras que los nodos con baja o nula activación (aquellos elementos incoherentes) han sido descartados.

Es importante resaltar que este proceso de construcción-integración se realiza en ciclos. Cada ciclo se corresponde más o menos con una frase corta. En cada ciclo una red es construida, incluyendo lo que se almacene en la memoria a corto plazo sobre ciclos anteriores. También hay que tener en cuenta que el proceso de integración no necesita esperar al final de la frase (en una misma frase pueden darse varios ciclos), pudiendo resolver algunas incoherencias según van apareciendo en la oración.

El modelo de CI está mucho más desarrollado y analiza multitud de detalles que no comentaremos aquí. Consideramos que este pequeño resumen es suficiente para comprender, de forma general, en qué consiste el proceso de comprensión. Sin embargo, explicaremos (de nuevo, muy brevemente) ciertos conceptos que se utilizan en esta teoría, ya que utilizaremos algunos de ellos a la hora de evaluar la comprensión en nuestro proyecto. El primero de ellos es la *microestructura* de un texto, que es la red de proposiciones que representa el significado (literal) del texto. La *macroestructura* es la organización global de las ideas principales del texto. Este concepto fue introducido por van Dijk (1980), y se forma aplicando una serie de reglas (macrorreglas) sobre la microestructura. Van Dijk (1980) enumera tres macrorreglas para formar la macroestructura:

- *Selección* de las proposiciones más relevantes, eliminando aquellas que no son necesarias para la interpretación de otras proposiciones.
- *Generalización*, que hace referencia a la creación de una proposición superordinada que engloba varias proposiciones subordinadas.
- *Construcción*, que es la creación de una proposición general para describir una secuencia de proposiciones interrelacionadas.

Juntas, la microestructura y la macroestructura forman el *texto base*, que es la base semántica del texto.

Finalmente, un último nivel de representación es el *modelo de la situación*, que representa la integración de la información del texto con el conocimiento previo del lector. Mientras que el texto base está coartado por el texto, el modelo de la situación tiene en cuenta el conocimiento del lector, así como sus objetivos, intereses y creencias.

Para comprender estas diferencias a nivel educativo, un alumno con una comprensión a nivel de texto base será capaz de reproducir el texto literalmente, pero no podrá aplicar la información leída para solucionar problemas complejos o para aplicar lo aprendido a ámbitos distintos de los mencionados en el texto (es decir, habrá logrado un aprendizaje superficial). Sin embargo, un alumno que ha comprendido un texto a nivel de modelo de situación, ha integrado la información con su conocimiento previo, siendo capaz de extraer relaciones conceptuales y aplicar lo aprendido de forma creativa y novedosa (aprendizaje profundo). Estas diferencias son muy relevantes a nivel académico, y es por ello que en nuestro proyecto evaluaremos la comprensión en estos dos niveles.

Como hemos visto, el proceso de comprensión depende de varios factores, siendo el texto sólo uno de ellos. Para lograr una comprensión profunda es necesario integrar la información del texto con nuestro conocimiento previo (modelo de la situación), y en este proceso tiene gran influencia los objetivos de la lectura. Nosotros tendremos en cuenta este aspecto a través de la teoría de la relevancia y la taxonomía propuesta por McCrudden y Schraw (2007), que veremos a continuación.

### **3.2. Relevancia**

La “importancia” de la información de un texto ha sido estudiada en los modelos teóricos que tratan de explicar la lectura. El modelo de C-I, como acabamos de ver en la sección anterior, explica que la diferente importancia de la información de un texto queda reflejada en su estructura jerárquica de las proposiciones (recordemos que la macroestructura está formada por las proposiciones más importantes para la comprensión del texto). Por ejemplo, en Kintsch y Keenan (1973), el número de proposiciones de un texto afectó al tiempo de lectura (los sujetos tardaron más tiempo en leer el texto con mayor número de proposiciones, a pesar de que los dos textos usados eran similares en extensión) y, además, el recuerdo de las proposiciones en el nivel más alto de la jerarquía fue del 90%, y fue disminuyendo gradualmente a medida que se descendía en la jerarquía proposicional, alcanzando solamente el 60% de recuerdo en el quinto nivel. Por tanto, la información en las jerarquías superiores es considerada más importante.

Sin embargo, el estudio clásico de Pichert y Anderson (1977) puso de manifiesto que la importancia no era algo estable y fijo que se derive directamente de la estructura

proposicional. Estos autores hicieron leer un mismo texto sobre la descripción de una casa a varios sujetos, pero desde diferentes perspectivas: uno de los grupos debía leerlo desde la perspectiva de un ladrón y otro grupo desde la perspectiva de un comprador interesado en la casa. Según los autores, si la importancia de la información fuera algo estable, ambos grupos recordarían la misma información (aquella en la jerarquía proposicional más elevada). Sin embargo, cada grupo recordó más información relacionada con su perspectiva (por ejemplo, los “ladrones” recordaron mejor los cuadros famosos del padre y su localización, mientras que los “compradores” recordaron mejor los problemas de goteras de la casa).

Para dar cuenta de estos hechos, aparentemente contradictorios, McCrudden y Schraw (2007) exponen la necesidad de distinguir entre “importancia” y “relevancia”. Un fragmento de texto es *importante* si contiene información esencial para comprender el texto. Esta importancia es definida por el autor y es reflejada en algunas características internas al texto. Por otro lado, un fragmento de texto es *relevante* si es útil o pertinente para una tarea u objetivo concretos. Esta relevancia es definida por los objetivos del lector y es externa al texto. Según los autores, los lectores recuerdan mejor la información que es más relevante para sus objetivos o tareas actuales, independientemente de la importancia de esa información.

Se puede influir en la relevancia de un texto a través de las instrucciones de lectura o los objetivos de la tarea o de aprendizaje que se propongan. McCrudden y Schraw (2007) han propuesto una taxonomía para aclarar y explicar estas manipulaciones sobre la relevancia.

### **3.2.1. Taxonomía de relevancia**

Las manipulaciones de relevancia se dividen en dos categorías principales (ver Figura 2): específicas y generales.

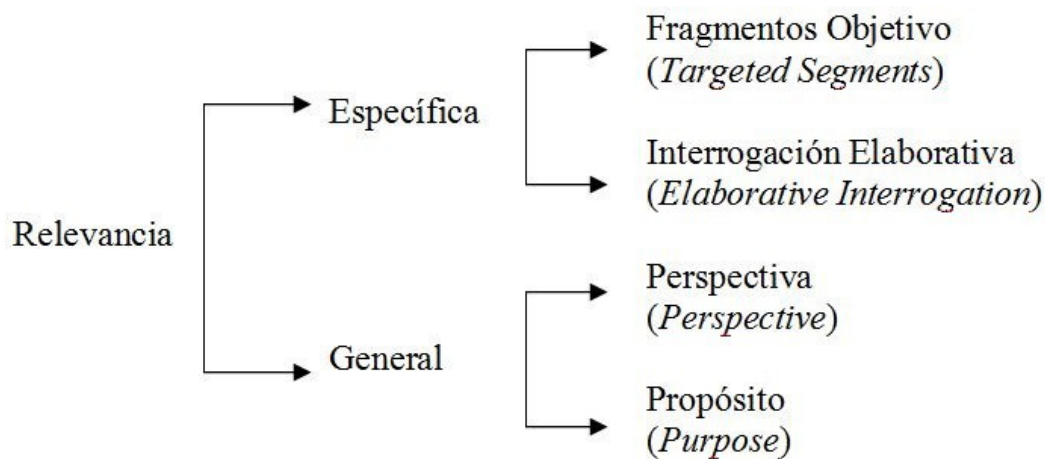


Figura 2. Taxonomía de Relevancia (adaptado de McCrudden & Schraw, 2007).

Por un lado, dentro de las manipulaciones a la relevancia específica se incluyen aquellas instrucciones u objetivos de tarea que inducen al lector a resaltar o tener en cuenta información muy específica o concreta del texto. Los dos tipos de manipulaciones dentro de esta categoría son:

- Fragmentos objetivo: son preguntas del tipo “¿Qué...?”, en forma de objetivos de lectura, preguntas previas a la lectura, o preguntas integradas en el texto. Requieren la identificación de datos explícitos y muy concretos.
- Interrogación elaborativa: son preguntas del tipo “¿Por qué...?” que requieren respuestas explicativas basadas en el conocimiento previo del lector o en información ya presentada en el texto. Estas preguntas suelen realizarse al final de cada frase o de cada párrafo.

Por otro lado, las manipulaciones a la relevancia generales son las que inducen al lector a usar un marco de referencia mientras lee, o a guiarse por un patrón de comportamiento lector basado en el contexto. Los dos tipos de manipulaciones dentro de esta categoría son:

- Perspectiva: se dan instrucciones al lector para leer el texto desde un punto de vista asignado, lo que sirve para activar un esquema de alto nivel que ayude a organizar el texto y asignar relevancia a categorías generales de información. Un ejemplo es el estudio que mencionamos previamente de Pichert y Anderson



(1977) en el que debían leer desde la perspectiva de un ladrón o de un comprador.

- Propósito: este tipo de instrucciones induce al lector a involucrarse en comportamientos de lectura que influyen en las actividades inferenciales. Por ejemplo, leer para estudiar un examen, leer para hacer un resumen, o leer por placer.

Esta clasificación es muy clara y sencilla, y de algún modo complementa el modelo de C-I cuando lo aplicamos a lectura orientada a metas. Por ello será la que utilizaremos cuando introduzcamos manipulaciones a la relevancia en nuestros grupos experimentales. Más adelante (Sección 4.2.) comentaremos algunos estudios que justifican esta clasificación y que detallan cómo afectan las distintas manipulaciones al recuerdo y aprendizaje de los textos, pero ahora debemos ampliar nuestro marco teórico todavía un poco más, para conocer lo que es un hipertexto y encontrar algún modelo que encaje bien con la relevancia y el modelo de C-I, y que al mismo tiempo incluya los nuevos procesos que requiere la lectura hipertextual.

### **3.3. Hipertexto**

La acuñación del término “hipertexto” se atribuye a Theodore Nelson, sociólogo y filósofo americano, y aparece escrito por primera vez en un artículo publicado por la *Vassar College* (una universidad neoyorquina) en 1965. Si bien muchos consideran a Ted Nelson el “padre” del hipertexto, no es menos cierto que Vannevar Bush fue el “abuelo”, ya que fue él quien propuso un sistema, en 1945, al que ahora describiríamos como hipertexto. Este sistema, al que denominó Memex (*memory extender*), causó un gran interés científico pero nunca llegó a construirse. Sin embargo, muchas de las funcionalidades que describió están presentes a día de hoy en cualquier ordenador (para un resumen histórico sobre la aparición y evolución del hipertexto, ver Nielsen, 1995).

A pesar de la claridad del concepto y de su antigüedad, la enorme expansión de los sistemas hipertextuales y la gran frecuencia de su uso han provocado que a menudo se utilicen de forma intercambiable los conceptos de “hipertexto”, “hipermedia” y “texto electrónico”. Además, la constante actualización de los sistemas informáticos, introduciendo nuevas funciones, características y opciones, hace muy complejo en

ocasiones ofrecer una definición que detalle claramente los límites entre estos conceptos.

Aclararemos en esta sección la interpretación que nosotros hacemos de estos conceptos para que el lector sepa en cada momento a qué estamos haciendo referencia exactamente cuando los usemos en secciones posteriores. Siguiendo a Nielsen (1995) y Snyder (1998), las características principales de un hipertexto son:

- *Un hipertexto está formado por un conjunto de textos o fragmentos de texto relacionados entre sí.* Cada uno de estos textos se denomina “nodo”, y todos los nodos de un hipertexto están relacionados entre sí mediante el uso de “links” o “hipervínculos”. El número de nodos y de hipervínculos es decidido por el autor del hipertexto, así como los nodos que se vincularán entre sí y los que no (Naturalmente, todos los nodos deben tener al menos una vinculación con otro nodo del hipertexto aunque sólo sea en una dirección: dar acceso a otros o ser accedido desde otros. Los denominados “nodos muertos” o “nodos finales” son aquéllos que no dan acceso a ningún otro nodo, desde ellos sólo se puede retroceder al nodo de origen). Como veremos más adelante (en la Revisión de estudios previos), estas cuestiones de diseño tienen una gran influencia en la comprensión del material.

- *Un hipertexto es no-lineal.* Teniendo en cuenta la característica anterior es fácilmente comprensible que un hipertexto no tiene un orden de lectura predefinido, a diferencia de un texto tradicional en el que leemos linealmente de principio a fin, siguiendo el orden creado por el autor del texto. Esto implica que el autor de un hipertexto debe ofrecer diferentes alternativas a los lectores, que son los que decidirán el orden de lectura a seguir. Es importante resaltar que los textos con un único hipervínculo en cada nodo no pueden ser considerados hipertextos de forma estricta. A pesar de existir nodos e hipervínculos, dar una única opción sería como poner un botón de “Siguiente”, lo que conlleva una lectura lineal, sin toma de decisiones por parte del lector sobre el orden y, por tanto, no hipertextual. No podemos terminar este punto sobre la linealidad/no linealidad sin dejar claro (como bien hace Dillon, 1996) que cuando decimos que un texto en papel es lineal, estamos haciendo referencia a su estructura, no a la forma en que los lectores usan dicho texto. De hecho, en la lectura normal se realizan saltos en el material (hacia las referencias, hacia el índice, hacia las notas al pie de página) o lectura no lineal cuando se busca información. Del mismo modo, cuando decimos que un hipertexto es no lineal, nos referimos a su estructura y a las posibilidades que ofrece en la elección del orden a seguir, pero esto no significa que

los lectores hagan una lectura no lineal de estos materiales. Pueden leer linealmente la información dentro de cada nodo, o pueden usar una estrategia pasiva en la selección de hipervínculos que derive en una lectura lineal.

- *Un hipertexto es un sistema de información que sólo existe online y a través de un ordenador.* Según las definiciones más estrictas, la extensión de un hipertexto es desconocida ya que no tiene límites claros y está escrito por múltiples autores. Un ejemplo que nos puede ayudar a comprender esto es una página Web. En ella tenemos numerosos nodos relacionados, pero también nodos hacia otras páginas, hacia sistemas de búsqueda, bases de datos y un largo etcétera, formando un sistema hipertextual enorme y desconocido en extensión. Puesto que nuestra intención es el uso de hipertextos en el ámbito académico, consideraremos también hipertextos a aquellos sistemas de información con un número de nodos limitado y conocido (al menos por el autor del hipertexto), siempre que cumplan el resto de características hipertextuales y se acceda a ellos desde un ordenador (u otro dispositivo electrónico), ya sea online o en una red local.

Por tanto, nosotros consideramos que un hipertexto es un sistema de información que se compone de bloques de texto llamados nodos y relacionados entre sí mediante hipervínculos, que da la oportunidad al lector de decidir qué nodos visitar y en qué orden, y al que se accede a través de un sistema informatizado (ordenadores, *tablets*, teléfonos...).

Ahora que tenemos claro lo que es un hipertexto podemos definir más fácilmente los otros dos conceptos, ya que una *hipermedia* es simplemente un hipertexto multimedia, esto es, un hipertexto que además de texto incluye otros tipos de información, como imágenes, gráficos, vídeos, animaciones y/o audios. Aunque algunos autores utilizan ambos conceptos como sinónimos, nosotros creemos que es muy importante su separación, especialmente si tenemos en cuenta teorías tan influyentes como la del Aprendizaje Multimedia de Mayer (2005), o la Teoría de Carga Cognitiva (*Cognitive Load Theory*) de Sweller (1988; Sweller *et al.*, 1998), a partir de las cuales han surgido numerosos estudios demostrando la enorme influencia de estos tipos de información sobre el texto escrito.

Finalmente, el término *texto electrónico* generalmente se utiliza para hacer referencia a cualquier tipo de texto al que se acceda a través de dispositivos electrónicos o informáticos, y así lo usaremos nosotros. Sin embargo, utilizaremos la coletilla *lineal*

para hacer referencia a los textos electrónicos que no puedan ser clasificados como hipertexto o hipermedia. Algunos ejemplos de *textos electrónicos lineales* serían, por tanto, un artículo científico leído online, un texto en el conocido formato PDF o un libro leído en un lector electrónico o e-book (siempre que no se utilicen hipervínculos externos y ofrezcan únicamente texto escrito), es decir, textos lineales comparables a sus versiones en papel.

En las últimas décadas ha existido un gran debate sobre la similitud o no entre leer textos tradicionales en papel y textos electrónicos. En las primeras investigaciones se hallaron diversas diferencias que apuntaban claramente a una ventaja del texto tradicional sobre el texto electrónico, pero con el avance de la tecnología cada vez son más los estudios que equiparan ambos tipos de texto (o incluso dan ventaja al electrónico). También hay cierto acuerdo en que, al menos en el caso del hipertexto (y de la hipermedia), son necesarias nuevas estrategias y procesos lectores. No nos detendremos a comentar este debate, ya que esta sección está destinada a explicar los conceptos básicos y modelos teóricos que utilizaremos, así que pedimos al lector que tenga paciencia y que, al menos de momento, acepte la posibilidad de que la lectura hipertextual requiera nuevas estrategias lectoras. Cuando revisemos la literatura sobre este tema más adelante (Sección 4.1), el lector podrá formar sus propias opiniones al respecto.

Pasemos ahora a explicar el modelo de Rouet, un modelo que complementa al clásico C-I de Kintsch visto previamente (Sección 3.1.1.), y que resulta muy útil para explicar ciertos procesos de la lectura hipertextual y además tiene en cuenta de forma explícita los objetivos de la tarea de lectura, aspecto que, como ya adelantamos, será una pieza clave en nuestro proyecto.

### **3.3.1. Modelo MD-TRACE**

La investigación sobre el procesamiento del texto y la comprensión lectora siempre ha prestado mucha atención a las características del texto. Un ejemplo claro es el modelo C-I de Kintsch que vimos anteriormente, en el que la estructura del texto afecta directamente a la red de proposiciones que construimos y a la jerarquía proposicional que se forma, siendo el texto un predictor bastante fiable del tipo de comprensión. Aunque estos resultados son generalmente bien explicados por el modelo

C-I de Kintsch, en estos estudios se utilizaba fundamentalmente la misma tarea de lectura: leer con un objetivo general de comprender el texto, sin mayor indicación sobre qué hacer con la información. Sin embargo, como hemos visto previamente (Sección 3.2.), en situaciones de lectura realistas los lectores pueden leer un texto con objetivos muy diversos, y estos objetivos de lectura afectan de manera importante el tipo de procesamiento que se hace del texto y el recuerdo o aprendizaje que se logra. El modelo MD-TRACE (*Multiple-Document Task-based Relevance Assessment and Content Extraction*) de Rouet (2006; Rouet & Britt, 2011) explica los procesos y recursos involucrados en la interacción con múltiples textos y diversos objetivos de lectura. Por tanto, este modelo no sólo nos ayuda a incluir los objetivos de lectura sino que también se adapta a la lectura hipertextual (ya que podemos considerarla como una lectura de múltiples documentos).

El modelo MD-TRACE describe el uso de textos como un ciclo que se desarrolla poco a poco, a través de una serie de pasos de procesamiento y de toma de decisiones (ver Figura 3). En el cuadro de la izquierda de la Figura pueden verse los recursos externos que pueden ser usados durante el trabajo con documentos textuales: los detalles de la tarea, los propios documentos y sus contenidos (incluyendo cualquier herramienta de búsqueda y organizadores) y los productos generados por el lector (como notas o resúmenes). Los autores también incluyen en estos recursos externos (aunque no aparezcan representados en la Figura 3) las variables del contexto, como el nivel de luz y ruido, o la presencia de compañeros o profesores que puedan ayudar en la tarea.

En el cuadro de la derecha están los recursos internos de la persona (lo que en el esquema visto en la página 5 de los elementos que intervienen en la comprensión correspondería a LECTOR). De estos recursos internos, los autores diferencian entre aquéllos que son relativamente permanentes (como el conocimiento previo y las habilidades lectoras y de autorregulación) y los que son transitorios (representados dentro de círculos). Estos recursos transitorios son representaciones de memoria creadas durante la tarea, como representaciones sobre las demandas y la forma en que el lector comprende la tarea (Modelo de tarea), o una representación global sobre los contenidos y fuentes de los documentos para responder o cumplir un objetivo de la tarea o parte de la misma (Modelo de documentos).

Finalmente, la zona central de la Figura 3 representa los procesos y decisiones clave que se llevan a cabo al trabajar con los documentos. Como los propios autores

alertan, la división en pasos discretos de una actividad tan compleja como la lectura no es muy precisa, ya que estos pasos pueden llevarse a cabo de forma desordenada o

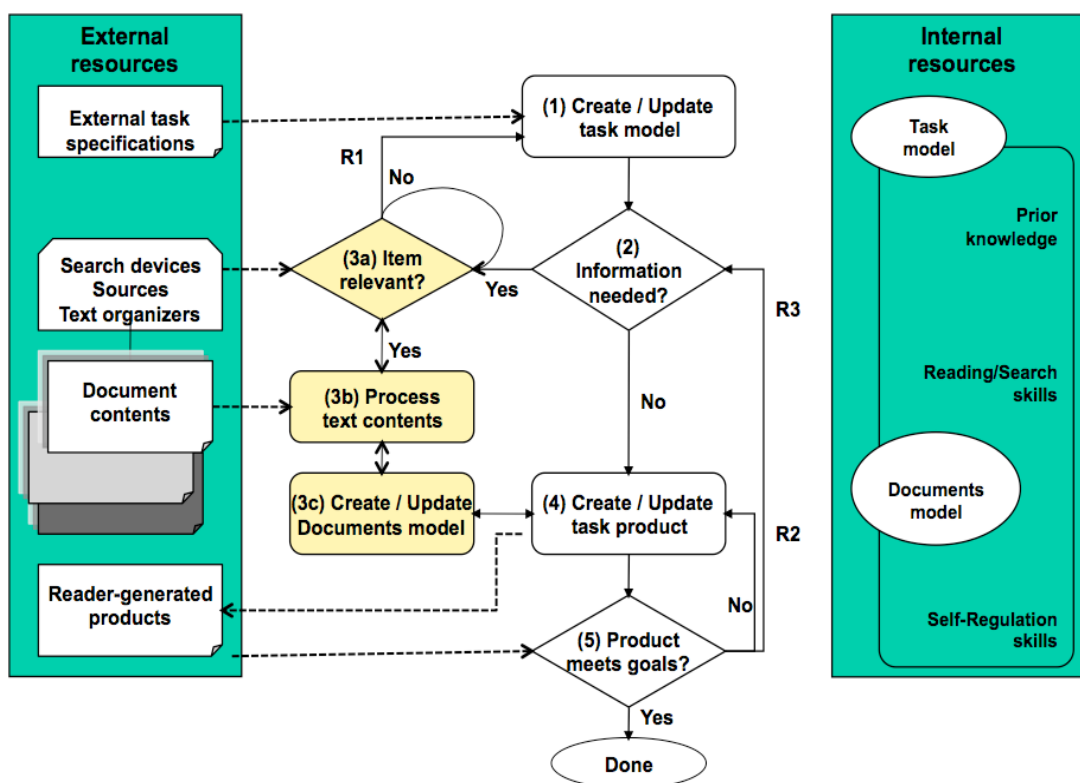


Figura 3. Modelo MD-TRACE (tomado de Rouet y Britt, 2011).

incluso paralela. Sin embargo, esta descomposición es muy útil para comprender los procesos que tienen lugar en la actividad lectora. De forma resumida, los autores proponen 5 pasos o etapas principales al realizar una tarea con documentos textuales:

- Paso 1: Crear/actualizar el modelo de la tarea. Este modelo es creado, al menos de forma muy básica, antes de que el lector se involucre con el texto (o textos), y debe ser mantenido y actualizado a lo largo de toda la tarea (esto no significa que el lector lea las instrucciones antes de leer el texto, o que el modelo de tarea creado sea congruente con las especificaciones externas). Este modelo incluye las especificaciones de la tarea sobre qué hacer con la información disponible, las limitaciones y oportunidades que se impongan (como tiempo limitado o acceso a información extra), así como los objetivos que se desean lograr. Este modelo afectará directamente a las decisiones sobre la información que se debe tener en cuenta y la que no, o cómo trabajar con la misma.

- Paso 2: Evaluar la necesidad de información. Este paso forma parte de un circuito que se relaciona con el resto de pasos del modelo. Ya sea para revisar el modelo de tarea (Paso1), decidir si una información es relevante para la tarea (Paso 3a), dar una respuesta a la tarea (Paso 4) o evaluar la validez de dicha respuesta (Paso 5), siempre se evalúa si necesitamos más información para continuar buscando, si ya hemos encontrado la respuesta que buscábamos.
- Paso 3: Procesar los documentos. Este paso se divide en 3. Primero se evalúa la relevancia de los documentos y fragmentos de texto (3a), después se procesa con detalle la información seleccionada (3b), y finalmente se crea o actualiza el modelo de los documentos (3c). Es en este paso 3 donde la teoría de la relevancia de McCrudden y Schraw (2007) comentada anteriormente se solapa con el modelo. Concretamente, las decisiones sobre qué estrategias de lectura emplear, qué documentos seleccionar, o cuándo dejar de leer un documento, se realizan mediante evaluaciones de relevancia.
- Paso 4: Crear el producto de la tarea. Como su nombre indica, en este paso se utiliza toda la información procesada, así como el modelo de la tarea creado (Paso 1) para construir o actualizar la respuesta o respuestas a la tarea sobre la que se está trabajando.
- Paso 5: Evaluar el producto de la tarea. El lector decide, según su propio criterio o conocimiento, y según el modelo de tarea que haya creado, si el producto es lo suficientemente bueno para cumplir los objetivos y si está ajustado a lo requerido por la tarea. Si esta autoevaluación no es satisfactoria, el lector puede decidir reciclar o revisar (marcado como R1, R2 y R3 en la Figura) pasos anteriores.

Como podemos comprobar, este modelo encaja a la perfección en el marco teórico que hemos ido proponiendo a lo largo de estas páginas, teniendo en cuenta los 3 elementos principales de la lectura (Lector-Texto-Tarea), incluyendo los procesos de relevancia para poner de manifiesto la importancia de los objetivos de la tarea, y siendo el complemento perfecto al modelo de C-I al incluir, además de lo anterior, un sistema de procesos y toma de decisiones muy característico del trabajo con hipertextos.

Para terminar con nuestro marco teórico, hablaremos de la teoría de la Carga Cognitiva, que nos será muy útil para explicar ciertos resultados, ya que es una teoría que logra explicar los diferentes usos que se hace de los recursos cognitivos al enfrentarse a una tarea y las implicaciones sobre el aprendizaje, una cuestión que es asumida por los modelos teóricos que hemos revisado, pero que merece ser explicada de forma explícita.

### **3.4. Teoría de la Carga Cognitiva**

La razón principal por la que hemos decidido explicar esta teoría es porque su uso está muy extendido en la investigación en hipertexto. Además, la capacidad de memoria de trabajo es considerada una variable esencial en la lectura hipertextual (como veremos más adelante Sección 4.3.2.), por lo que esta teoría puede ayudarnos a explicar algunos de los resultados que encontremos, puesto que controlaremos la memoria de trabajo en nuestro proyecto. Por ello, comentaremos muy brevemente las principales características de la misma.

La teoría de la carga cognitiva (CLT, de sus siglas en inglés) se originó en los años 80 y se desarrolló ampliamente en los 90. A pesar de que surgió con el objetivo de explicar las diferencias en los recursos cognitivos que exigían distintas estrategias de resolución de problemas (Sweller, 1988), pronto se desarrolló para abarcar fines más generales, hasta convertirse en un modelo teórico que trata de explicar cómo se relacionan los procesos cognitivos y el diseño instruccional en todo tipo de aprendizaje, incluyendo el aprendizaje multimedia (Sweller, 2005) o incluso el aprendizaje colaborativo (Paas & Sweller, 2012).

Según los autores (Sweller, 1988; Sweller *et al.*, 1998), existen 3 tipos de carga cognitiva involucradas en el procesamiento de la información:

- **Intrínseca:** como su nombre indica, esta carga cognitiva es intrínseca al material que ha de aprenderse, y está provocada principalmente por la interactividad entre elementos. Cuando existe una alta interactividad entre los elementos del material (por ejemplo, aprender el funcionamiento de un motor en el que la acción de cada elemento es afectada y a la vez afecta a otros elementos) provoca elevada carga intrínseca, mientras que baja interactividad entre los elementos (por



ejemplo, aprender una lista de palabras de vocabulario en otro idioma, dónde el aprendizaje de una palabra puede realizarse de forma independiente de las demás) provocaría baja carga intrínseca. La carga intrínseca no puede ser alterada por las manipulaciones instruccionales, sólo puede ser reducida omitiendo parte de los elementos que interactúan (por ejemplo, aprender como funciona un pistón, y luego ir introduciendo distintos elementos del motor con los que se relaciona).

- Superflua o ineficaz: este tipo de carga es el que se deriva de un mal diseño o procedimiento instruccional. Por ejemplo, cuando una explicación hace referencia a una tabla y no indica claramente dónde se encuentra esa tabla, se está forzando a gastar recursos cognitivos de forma innecesaria. Ambos tipos de carga cognitiva (intrínseca y superflua) son sumativos. Por lo que tratar de reducir la carga superflua a través de un mejor diseño instruccional será más efectivo cuanto más alta sea la carga intrínseca (la interacción entre elementos). Si la carga intrínseca es baja, hay suficientes recursos cognitivos para emplear en la carga ineficaz, así que mejorar el diseño de los materiales en estas condiciones será menos efectivo.
- Relevante o eficaz: al igual que la carga superflua, la carga relevante es afectada por el diseño instruccional. Sin embargo, a diferencia de la carga superflua que interfiere con el aprendizaje, la carga relevante lo mejora. Esto se debe a que la carga relevante hace referencia a los recursos que se destinan a la adquisición de esquemas y a la automatización.

Los tres tipos de carga son sumativos, por tanto, para que el aprendizaje se produzca, el total de las cargas no puede exceder la memoria de trabajo. La interrelación entre ellas es, de forma simplificada, como explicamos a continuación. La carga intrínseca actúa como nivel base de la carga total, ya que no puede ser reducida (sólo simplificando los materiales/tareas, o adquiriendo nuevos esquemas o automatizando procesos se reducirá esta carga). Los recursos que quedan libres, se destinan a las cargas superfluas y relevantes. Por lo que mejorar el diseño (reduce la carga superflua) resultará en dejar más recursos libres para la carga relevante. Gracias a ello, se podrán aprender nuevos esquemas y automatizar nuevos procesos, lo que reducirá la carga

intrínseca de base, pudiendo comenzarse un nuevo ciclo de aprendizaje con más recursos libres. Hay que tener en cuenta que aumentos en el esfuerzo o la motivación pueden significar aumentos en la cantidad de recursos cognitivos aplicados a la tarea, lo que puede significar (si se destinan a la carga relevante) mayor aprendizaje.

Una de las consecuencias de esta teoría es el “efecto de la especificidad del objetivo”. Según Sweller (1988), un objetivo no específico deriva en un mejor aprendizaje que un objetivo específico. La explicación es que el objetivo específico obliga un procesamiento medios-fines, en el que hay que tener presente el objetivo final que se desea lograr y, al mismo tiempo, recordar todos los sub-objetivos que se van logrando hasta llegar a él, lo que provoca la sobrecarga de los recursos cognitivos, derivando en un peor aprendizaje. Esta teoría se estudia principalmente en la resolución de problemas, pero las tareas de comprensión pueden ser interpretadas como resolución de problemas, y así han hecho algunos autores. Por ejemplo, Vollmeyer y Burns (2002) utilizaron una hipertexto sobre un tema de historia de la Primera Guerra Mundial, y dieron a los sujetos o un objetivo específico (buscar una serie de fechas) o un objetivo no-específico (aprender las causas de la guerra). Los sujetos con objetivo no-específico tuvieron mejor aprendizaje de hechos y respondieron mejor a las preguntas inferenciales. Puesto que en nuestro experimento 2 manipularemos la especificidad de las instrucciones, será bueno tener en mente esta teoría para explicar los resultados que obtengamos.

Esta teoría ha sufrido una enorme expansión en el ámbito científico debido a su sencillez y a la facilidad que ofrece a la hora de explicar resultados poco intuitivos. Sin embargo, hay que resaltar que a pesar de su extensivo uso, esta teoría tiene, como todas, sus puntos débiles (para más información a este respecto, ver de Jong, 2010; y Moreno, 2010). Por ejemplo, podríamos justificar nuestro proyecto diciendo que los materiales hipertextuales aumentan la carga superflua debido a su división en nodos, lo que obliga a los sujetos a mantener información en la memoria de trabajo de un nodo a otro, y también les fuerza a tomar decisiones sobre los vínculos a elegir. A través del diseño hipertextual, nuestro objetivo sería reducir esta carga superflua, para que mayores recursos puedan ser destinados a la carga relevante, lo que finalmente ayudaría en un mayor aprendizaje (aprendizaje que valoraremos al comparar la comprensión entre hipertexto y papel, donde esta carga superflua debería ser inferior). Sin embargo, tendríamos dificultades teóricas para justificar la interactividad del material usado, o para explicar cómo en la corta sesión de lectura ha dado tiempo a crear nuevos

esquemas o automatizaciones que sean los responsables de ese mejor aprendizaje. Por tanto, más que para justificar nuestro proyecto, esta teoría será utilizada para comprender mejor el rol que desempeña la memoria de trabajo en hipertexto, y porque nos será muy útil a la hora de explicar algunos de los resultados que obtengamos al analizar dicha variable.

Aquí termina nuestro pequeño resumen teórico que, esperamos, haya sido de utilidad para exponer de forma clara y coherente cómo funciona el complejo proceso de comprensión lectora en general, y de lectura orientada a metas en hipertexto en particular. Revisaremos ahora, como prometimos, algunos estudios que nos ayuden a comprender mejor la utilidad y adecuación del marco teórico propuesto, así como a hacernos una idea general de los principales resultados existentes en nuestro área concreta de estudio: Navegación y comprensión en hipertextos.

## 4. REVISIÓN DE ESTUDIOS

### 4.1. Diferencias entre lectura en papel y lectura electrónica

A lo largo de la revisión teórica hemos afirmado en varias ocasiones que la lectura en pantallas es diferente a la lectura en papel. No obstante, hasta el momento no hemos aportado datos que justifiquen esta afirmación, o que expliquen cuáles son esas diferencias. En esta sección resumiremos brevemente algunos datos empíricos sobre esta cuestión.

Una buena forma de comenzar es repasando los datos encontrados por Dillon *et al.* (1988) y Dillon (1992) en sus revisiones de estudios sobre el tema. Tras revisar la literatura de la época concluyen que no existen diferencias significativas entre ambos formatos en cuanto a los movimientos oculares durante la lectura, o los efectos de la orientación (la disposición clásica horizontal del papel frente a la vertical de la pantalla), del ángulo visual, o de la relación de aspecto (*aspect ratio*). Las pocas variables que provocan efectos en el lector son el parpadeo de la pantalla o la polaridad de la imagen, pero los efectos provocados por estas variables desaparecen al usar pantallas de mayor calidad. Aunque no encuentran variables que afecten a la lectura (salvo la calidad de la pantalla), un dato que se repite en numerosos estudios es que la velocidad lectora es entre un 20% y un 30% inferior en pantallas respecto al papel (Muter y Maurutto, 1991, utilizando pantallas de alta calidad, eliminan incluso las diferencias en velocidad lectora entre la lectura en papel y en pantallas). A pesar de ello, no encuentran diferencias en comprensión, aunque dejan claro que el que no haya diferencias de comprensión no significa que no puedan estar interviniendo distintas variables cognitivas (hecho con el que estamos totalmente de acuerdo y trataremos de justificar más adelante en esta sección).

Estos datos no parecen adecuados para afirmar que la lectura es diferente según el formato, pero sí que son útiles para afirmar que, de existir diferencias entre ambos formatos, éstas no son provocadas por la tecnología *per se*, sino por las diferentes demandas cognitivas que puedan requerir los distintos formatos. Otro aspecto a tener en cuenta es que en estas revisiones no se distingue entre los textos del formato electrónico (electrónico lineal, hipertexto o hipermedia). Puesto que las diferencias de los textos electrónicos lineales respecto a sus versiones en papel son mínimas (o, al menos, mucho menores que las de hipertexto respecto al papel), es comprensible que no se encontraran diferencias notables en la comprensión. De hecho, en la revisión de 1992

ya se vislumbra este aspecto, y el autor afirma que uno de los mayores problemas de los textos electrónicos (especialmente el hipertexto) es la navegación, refiriéndose a los problemas de desorientación. Cuando te pierdes leyendo un texto en papel, tienes todo el material a la vista, puedes escanear fácilmente las hojas y, la mayoría del tiempo, el material tiene una estructura coherente, por lo que con releer la última sección puedes volver a recuperar el sentido de la lectura. Sin embargo, en un hipertexto, la mayoría de las veces no sabes hasta dónde se extiende el material, y los contenidos están estructurados para ofrecer múltiples opciones de lectura, lo que significa que la navegación es más complicada o requiere más esfuerzo que con el texto en papel, siendo necesario que necesites saber siempre dónde te encuentras en el hipertexto, dónde has estado, y cómo llegar a donde deseas. Estos problemas de desorientación es lo que Conklin (1987) denominó “perdersse en el espacio” (p.38), y son una de las piezas clave que nos permiten comenzar a vislumbrar las diferencias entre leer en papel y leer en hipertexto (ya que todas las acciones de tener siempre en mente tu posición en el “espacio”, saber dónde has estado, o tomar decisiones sobre dónde ir después, consumen recursos cognitivos que podrían ser destinados a procesos de comprensión).

Pero esta no es la única diferencia. A medida que avanza la tecnología, se expanden los sistemas hipertextuales e hipermediales (como Internet) y se universaliza el acceso a los mismos, cada vez se hacen más notables las diferencias entre ambos formatos. Coiro (2003), Coiro y Dobler (2007) y Leu *et al.* (2009) explican cuáles son algunas de las nuevas habilidades que se necesitan para comprender textos en Internet:

- *Identificar preguntas importantes*: La lectura en Internet comienza siempre con un problema, el cual dirige la búsqueda de información y la navegación de la red para dar respuesta al mismo, mientras que la lectura en papel no siempre comienza de esta forma. Además, los procesos pre-lectura en papel se centran en preguntas como ¿Qué sé sobre el tema? ó ¿Qué puedo esperar del texto?, pero para la lectura eficiente en Internet es necesario añadir nuevas preguntas, como ¿Cuál es la mejor forma de navegar por esta página? ó ¿Cómo debo interaccionar con las herramientas que me ofrecen?
- *Localizar información*: A la hora de buscar información en un texto tradicional, podemos realizar una búsqueda eficiente haciendo uso de los índices, o una lectura rápida centrada en encabezamientos de sección y palabras clave. Pero al igual que en el punto anterior, estas estrategias no son suficientes para localizar información en Internet. Para empezar, la información en Internet es ilimitada, y

no existe un índice general de toda la información disponible. Por ello es necesario saber usar buscadores y saber cómo leer los miles de resultados que ofrecen. Una vez accedemos a las distintas páginas seleccionadas, debemos descubrir cómo cada una ha estructurado la información, qué tipo de herramientas e hipervínculos utilizan y cómo llegar rápidamente a la información buscada, sorteando multitud de obstáculos (publicidad, distractores, etc.).

- *Evaluar críticamente la información*: Si bien este proceso es deseable en todo tipo de lectura, su importancia en Internet es mucho mayor. La búsqueda de información en textos tradicionales suele realizarse a través de enciclopedias o materiales revisados, lo que limita (sólo en parte) la posibilidad de encontrar datos erróneos o información manipulada. Sin embargo, al realizar la búsqueda en Internet, las fuentes de la información no siempre están claras, y la cantidad de información errónea, desfasada, manipulada o directamente falsa es ingente. Por tanto, nuevos procesos de evaluación de la información son necesarios para ser capaz de discernir entre las páginas que ofrecen información fiable (páginas oficiales, de investigadores reconocidos, etc.) y las que debemos usar con precaución (blogs, foros, etc.), siendo ésta una de las tareas más complejas en la red (un ejemplo es la página de [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org), utilizada y respetada por muchas personas como si de una enciclopedia online se tratara, sin darse cuenta de que cualquier usuario puede escribir una entrada independientemente de su conocimiento sobre el tema o de la veracidad de la misma, que será visible por todo el mundo durante semanas o meses hasta que otro usuario con más conocimiento, o un revisor, encuentren los datos erróneos y los corrijan).
- *Resumir la información*: Esta habilidad toma gran importancia en la lectura en Internet, donde los lectores están obligados a tomar numerosas decisiones sobre qué nodos leer, qué vínculos seguir, qué fragmentos de texto conectar, etc. Estas decisiones de selección y resumen constantes de la información originan que los textos construidos por dos lectores sean muy diferentes, a pesar de que tengan el mismo objetivo, y es uno de los aspectos principales que trataremos en nuestro proyecto.
- *Comunicar la información*: el contexto online está socialmente construido, lo que significa que la comprensión lectora en la red tiene numerosos elementos de comunicación social. Buscamos información en foros, wikis, blogs, chats, e-

mail, etc. Todas estas herramientas requieren de nuevas habilidades cognitivas en el lector, quien debe conocer qué puede esperar de cada una, cuál es más útil para buscar ciertos datos, o incluso cómo leer en cada una de ellas, como si de géneros textuales se tratara.

Esta serie de habilidades, más cognitivas, requieren de otras más procedimentales para ejecutarse satisfactoriamente, como saber manejar el teclado y el ratón, saber ajustar las preferencias del ordenador, o conocer el manejo de las herramientas que nos aporta Internet (como marcadores, búsquedas predictivas, desplegar la información en múltiples ventanas/pestañas, etc.). A día de hoy, el debate ya no es si la lectura en sistemas hipertextuales es distinta de la lectura tradicional en papel: hay un acuerdo cada vez mayor de que esto es así. El debate ahora es cómo analizar estas nuevas habilidades en un contexto tan cambiante y extenso como es el de las nuevas tecnologías. Como afirma el RRSO (2002): "esta tecnología [refiriéndose al ordenador e Internet] requiere que los lectores tengan nuevas habilidades lectoras, y se sabe poco sobre cómo analizar o enseñar esas habilidades" (p. 4).

Van Deursen y van Dijk (2009) proponen cuatro grupos de habilidades de Internet con los objetivos de aclarar la gran cantidad de habilidades nuevas que se requieren y las diferencias entre ellas, para evitar el determinismo tecnológico en la investigación. Los cuatro grupos de habilidades de Internet son:

- *Operacionales*: hacen referencia al conjunto de habilidades básicas para manejar la tecnología de los ordenadores, como saber usar la interfaz y los diferentes botones, guardar archivos en el disco duro y abrir archivos en distintos formatos (como .pdf, .doc, .jpg, etc.).
- *Formales*: son las relativas a la estructura hipertextual/hipermedial de Internet, como habilidades de navegación, orientación y uso de hipervínculos.
- *Informacionales*: incluye aquellas habilidades relacionadas con el manejo de la información, como definir opciones de búsqueda, seleccionar información relevante, o evaluar las fuentes de la información.
- *Estratégicas*: estas habilidades están relacionadas con la capacidad de usar Internet de manera eficiente para lograr objetivos concretos. Algunos ejemplos son tomar decisiones adecuadas en el uso de herramientas y de las habilidades

anteriores o realizar acciones directas que ayuden a lograr los objetivos de forma rápida y eficaz.

Todas estas habilidades ejercen su influencia, en mayor o menor grado, sobre la comprensión en hipertexto. Por tanto, es importante tener todas ellas en cuenta para tomar decisiones no reduccionistas y no deterministas sobre los efectos del hipertexto en la comprensión y sobre las interacciones entre habilidades y cuestiones de diseño hipertextual.

Antes de centrarnos de lleno en el hipertexto y la investigación sobre el mismo, comentaremos unos estudios muy actuales sobre diferencias en papel y en pantallas. Pero esta vez, más que centrarnos en las habilidades que cada formato requiere, sólo nos centraremos en los resultados que se obtienen con cada uno. Estos estudios nos servirán para justificar aún más, si cabe, la necesidad del estudio de la comprensión lectora en las nuevas tecnologías y, también, para resaltar el hecho de que, a pesar de la falta de investigación sobre cómo usar adecuadamente estas tecnologías para tareas académicas, y a pesar de la reticencia de ciertos sectores educativo de incluirlas en las aulas, los ordenadores e Internet se expanden a un ritmo frenético, hasta el punto de integrarse en el sistema de una forma tan natural que su presencia se da por supuesta. Por ejemplo, entregar un trabajo con tamaño de letra de 12 puntos y espaciado de 1,5 líneas es algo conocido en todos los niveles educativos, hasta el punto de que cada vez se hace menos hincapié en estas instrucciones, al estar asumidas e integradas en el mundo de la Educación. Incluso el hecho de no poseer un ordenador ya no es justificación para no entregar un trabajo redactado con un procesador de textos, ya que se da por supuesto el acceso gratuito a los mismos, ya sea en el aula, el centro educativo o en bibliotecas.

Comenzaremos con un meta-análisis de segundo orden realizado por Tamim *et al.* (2011) sobre 60 meta-análisis realizados desde los años 80, con estudios sobre las diferencias encontradas entre aulas que disponen de nuevas tecnologías y aulas tradicionales sin estas tecnologías. Los autores encuentran efectos significativos positivos sobre el aprendizaje (de tamaño pequeño a moderado) que favorecen el uso de tecnologías. También encuentran que este efecto es ligeramente superior (pero significativo) cuando las tecnologías se usan como apoyo a la instrucción frente a su uso en instrucción directa. Finalmente, estos efectos son mayores cuando las tecnologías se introducen en el colegio o instituto que cuando se introducen por primera vez en niveles superiores, y otros estudios (Archer *et al.*, 2014) indican que estos efectos positivos del



uso de tecnologías son aún mayores cuando se ofrece entrenamiento y apoyo en la intervención. Los propios autores alertan de que estos datos deben tomarse con cuidado debido a la gran variabilidad entre las aulas de los estudios en cuanto a metodologías, herramientas, práctica educativa y tipos de tecnología.

Rockinson-Szapkiw *et al.* (2013) dan a elegir a estudiantes universitarios entre adquirir sus libros de texto en papel o en formato digital, y analizan las notas y aprendizaje percibido al final de la asignatura. El interés de este estudio es que se lleva a cabo durante todo un semestre y en todos los niveles universitarios (Grado, Máster y Doctorado). Sus resultados indican que los estudiantes que eligieron el formato digital tuvieron mayor percepción de adquisición de habilidades y actitudes más positivas hacia la materia. Además, aunque la mayoría de estudiantes siguió prefiriendo el formato en papel, los estudiantes del formato digital interactuaron más con los materiales, debido a las herramientas ofrecidas de subrayado y toma de notas, y a la interactividad y el acceso directo a Internet que proporcionan los materiales electrónicos.

Un estudio similar (Daniel & Woody, 2013), pero en el que universitarios leen el capítulo de un tema en formato papel (libro de texto, páginas impresas, o manuscrito de Word impreso) o electrónico (archivo en formato PDF, o libro de texto electrónico), no encuentran diferencias en la comprensión entre los formatos, según los resultados obtenidos al responder preguntas sobre la lectura. Sin embargo, el tiempo de lectura fue mayor para los textos electrónicos. Esto ocurrió tanto en el laboratorio como cuando se instruyó a los estudiantes a realizar la tarea en casa, pero en el hogar los tiempos de lectura fueron mucho mayores para todos los formatos. Estos datos ponen de relieve uno de los aspectos más problemáticos identificados a la hora de usar las nuevas tecnologías: la multi-tarea. Trabajar con un ordenador, especialmente si está conectado a la red, ofrece múltiples distracciones, lo que provoca que la persona realice múltiples tareas mientras trabaja (comprobar el correo, leer las noticias, conectarse a las redes sociales...). Esto ocurre incluso trabajando con textos en papel gracias al móvil, especialmente si tiene conexión a Internet, por los mismos motivos, y es la explicación de por qué los tiempos de lectura son mucho mayores en el hogar que en el laboratorio.

Como vemos, los datos que tenemos sobre la lectura en pantallas, y su comparación con lectura tradicional en papel, son extensos y, en ocasiones, contradictorios. Por ello resumiremos en 4 puntos, y a modo de conclusión, los aspectos más importantes sobre este tema:

- Las tecnologías en sí mismas no son ni beneficiosas ni perjudiciales para la educación. Es el uso que hagamos de las mismas lo que puede entorpecer o potenciar el aprendizaje de cada tipo de alumno.
- A medida que avanzan las tecnologías y se universaliza el acceso a las mismas, la ejecución al trabajar de forma digital se iguala o incluso supera a la tradicional en papel (algunos ejemplos de estudios que han encontrado mejor comprensión de textos electrónicos respecto a textos en papel son Zumbach, 2006, y Ertem, 2010). Es muy posible que la experiencia y motivación con el uso de estas tecnologías sea la responsable de gran parte de estas mejoras, siendo el resto de los beneficios obtenidos debido, insistimos, al buen uso de las posibilidades que ofrece la tecnología y no a la tecnología en sí misma.
- Puesto que es tan importante el uso que hagamos de las tecnologías para aprovechar todo su potencial, la investigación debe centrarse en este aspecto, identificando las mejores formas de usar una tecnología según el tipo de texto, de tarea y de alumno.
- Del mismo modo, también es necesario distinguir entre los distintos tipos de textos electrónicos, ya que cada uno ofrece distintas ventajas y desventajas. Por ejemplo, los textos electrónicos lineales (tipo PDF) son casi idénticos a los textos en papel, así que no debemos utilizarlos con la intención de potenciar el aprendizaje, ni tampoco para lecturas extensas puesto que la velocidad lectora puede verse reducida. Sin embargo, utilizando una herramienta de búsqueda, este tipo de textos es ideal para encontrar datos e información concreta de manera mucho más rápida que en un texto tradicional en papel.

## **4.2. Relevancia**

Como recordaremos (Sección 3.2.1.), existían 4 tipos de manipulaciones a la relevancia, 2 de ellas específicas y otras 2 generales. Comentaremos algunos estudios para detallar los efectos de cada una de ellas sobre el rendimiento. Sólo revisaremos algún ejemplo en cada caso para que el lector se haga una idea de las potenciales implicaciones académicas que tienen las manipulaciones a la relevancia (para una revisión más extensa ver McCrudden & Schraw, 2007). Nosotros intentaremos centrarnos, en la medida de lo posible, en los estudios más recientes.

Comenzaremos revisando los estudios sobre las manipulaciones a la relevancia específicas: Fragmentos Objetivos e Interrogación Elaborativa (a partir de ahora EI, de sus siglas en inglés). McCrudden, Schraw y Kambe (2005, experimento 1) utilizaron un texto sobre los efectos para el cuerpo humano de viajar al espacio. El texto era idéntico para todos los sujetos, excepto por las instrucciones de la tarea: a los 3 grupos se les dijo que debían leer el texto para comprenderlo, ya que luego serían evaluados. El grupo control no recibió más orientaciones, pero los otros dos grupos recibieron una serie de preguntas previas a la lectura (Fragmentos Objetivo). Uno de estos grupos recibió preguntas sobre la fisiología del cuerpo humano en el espacio (*grupo fisiología*) y el otro recibió preguntas sobre viajes espaciales (*grupo viajero espacial*). En un estudio piloto comprobaron que los segmentos del texto que hacían referencia a la fisiología y aquéllos sobre viajes espaciales eran altamente recordables, y obtenían mayor recuerdo que otros fragmentos del texto base. Al comparar el tipo de segmentos recordados con las instrucciones recibidas encontraron que el recuerdo de los segmentos de información coherentes con las preguntas previas (tanto el grupo fisiología como el grupo viajero espacial) fue entre un 10% y un 15% mayor que el de fragmentos no relevantes para las preguntas previas. El recuerdo de fragmentos del texto base fue similar en los tres grupos. En cuanto al tiempo de lectura, encuentran que las frases relevantes para las instrucciones recibidas se leyeron más rápido que las no relevantes en ambos grupos experimentales. Los autores sugieren que las instrucciones de relevancia ayudan a los lectores a identificar los fragmentos relevantes sin esfuerzo extra, e incluso con menos esfuerzo que cuando no se ofrecen instrucciones de relevancia.

Smith, Holliday y Austin (2010) utilizaron un texto de ciencias en el que introdujeron preguntas del tipo “¿Por qué...?” (EI) cada 150 palabras aproximadamente. Un grupo control leyó ese mismo texto 2 veces, pero sin las preguntas. Tras controlar el conocimiento previo y la habilidad verbal de los sujetos, el grupo de EI obtuvo mejores resultados en un test de comprensión que el grupo de relectura. Este resultado se ha encontrado en muchos estudios, como el de Ozgungor y Guthrie (2004), quienes también encontraron que los efectos beneficiosos de la estrategia de EI son mayores en estudiantes de bajo conocimiento previo (en cuanto a los resultados obtenidos en coherencia), y mayores también para sujetos con bajo interés en el tema (en cuanto a los resultados obtenidos en inferencias).

Un estudio que compara ambos tipos de manipulaciones a la relevancia es el de Callender y McDaniel (2007). En concreto formaron 3 grupos de estudiantes: un grupo

de control que leyó el texto dos veces, un grupo con preguntas estándar insertadas en el texto (Fragmentos Objetivo) y un grupo de interrogación elaborativa (EI). Los grupos experimentales obtuvieron mejores resultados en el test de comprensión que el grupo control. El test estaba formado tanto por preguntas que pedían la misma información que las preguntas insertadas en el texto (preguntas objetivo), como por preguntas relacionadas con aquellas que se insertaron en el texto (preguntas relacionadas). El grupo de Fragmentos Objetivo obtuvo beneficios tanto en las preguntas objetivo como en las relacionadas, mientras que el grupo de EI sólo obtuvo beneficios en las preguntas objetivo. Esta falta de efectividad de la estrategia de EI contrasta con estudios previos (como los mencionados más arriba), pero puede deberse a que las preguntas que se introdujeron en el texto estaban muy espaciadas (una pregunta cada 2 páginas de lectura), reduciendo los efectos beneficiosos.

Nos gustaría terminar esta revisión sobre las manipulaciones a la relevancia específicas con uno de los poquísimos estudios que hemos encontrado sobre este tema utilizando textos electrónicos. Dornisch y Sperling (2006) presentaron un *texto electrónico lineal* en un ordenador a dos grupos de sujetos: un grupo control que leyó el texto dos veces y un grupo con EI. No encontraron diferencias entre ambos grupos en ninguna de las medidas utilizadas (recuerdo, reconocimiento, transferencia de resolución de problemas). Los propios autores plantean diversas hipótesis sobre esta falta de efectos de la estrategia de EI, como falta de interés en el tema utilizado (se utilizó un texto que explicaba principios de contabilidad y marketing, y la población del estudio eran estudiantes de psicología de la educación), o que el tipo de preguntas “¿Por qué...?” utilizadas fueran demasiado complejas, ya que el tipo de preguntas usadas en EI no suelen tener respuesta directa en el texto para favorecer la elaboración. Pero también es importante resaltar la posibilidad de que el formato electrónico tuviera algo que ver en esta falta de efectividad de la EI, efectividad bien establecida en textos tradicionales en papel. Cuando nosotros apliquemos estas manipulaciones a la relevancia en hipertextos esperamos ser capaces de resolver algunas dudas sobre si estas manipulaciones tienen los mismos efectos que se han encontrado en textos tradicionales.

Revisemos ahora algunos estudios que realizan manipulaciones a la relevancia generales (Perspectiva y Propósito). Kaakinen, Hyönä y Keenan (2002) utilizaron un texto que hablaba sobre 4 ciudades, con un estructura textual de comparación-contrastación (esto implica que no existía, por ejemplo, una sección titulada "Clima en

Honduras", sino una sección de "Clima" en la que se comentaban las características generales del clima de las cuatro ciudades, resaltando similitudes y diferencias entre ellos). El texto está redactado para permitir inducir dos *perspectivas* de lectura diferentes: Honduras o Pitcairn. Los sujetos debían decidir las ventajas y desventajas de irse a vivir a una de esas ciudades, por lo que para un grupo de sujetos (perspectiva Honduras) las frases relativas a Honduras eran relevantes y las de Pitcairn irrelevantes (las otras dos ciudades no se tuvieron en cuenta en los análisis de relevancia), mientras que para otro grupo (perspectiva Pitcairn) ocurría lo contrario. El texto fue leído en ordenador (texto electrónico lineal) ya que estaban usando tecnología para registrar los movimientos oculares (*eye-tracking*). Los sujetos recordaron significativamente más información relevante para su perspectiva que irrelevante (Lo que concuerda con la teoría de la relevancia y apoya otros estudios previos con el mismo resultado, como el estudio clásico de Pichert y Anderson, 1977, que comentamos en Sección 3.2.). Al tener en cuenta el tiempo de las fijaciones oculares, los autores afirman que este beneficio para la memoria de información relevante se debe al mayor tiempo de fijación (y, por tanto, de procesamiento) de dicha información. Sin embargo, que se dedicara tiempo extra a procesar la información relevante va en contra de la hipótesis de procesamiento sin esfuerzo (ya vista al comentar el estudio de McCrudden, Schraw y Kambe [2005] en la página 34). Los autores plantean la posibilidad de que la baja familiaridad para los lectores de las ciudades descritas en el texto fuera la causa de que los lectores no tuvieran un conocimiento previo suficiente que permitiera una codificación rápida y eficiente de la información relevante.

En un estudio más reciente, y con una metodología similar (tecnologías *eye-tracking* y textos que permiten manipular la perspectiva, esta vez sobre enfermedades) Kaakinen y Hyönä (2007) tratan de detallar qué ocurre durante la lectura bajo una perspectiva, más que los efectos sobre la comprensión (que ya analizaron en el estudio comentado más arriba). Usaron 2 textos: uno de bajo conocimiento previo que trataba sobre 4 enfermedades raras, y un texto de alto conocimiento previo sobre 4 enfermedades comunes. Cada texto tenía 2 perspectivas diferentes, cada una centrándose en una de las 4 enfermedades del texto (por ejemplo, el texto de alto conocimiento previo hablaba de la gripe, diarrea, varicela y SIDA, y las 2 perspectivas manipuladas eran explicar a unos niños la información básica sobre la gripe, o sobre la diarrea). Cada sujeto leía el texto asignado (alto o bajo conocimiento previo) dos veces consecutivas, y al terminar escribían toda la información que pudieran en una prueba de

recuerdo libre. Después de esta prueba, volvían a leer el texto pero desde otra perspectiva (si leyeron el texto de alto conocimiento previo desde la perspectiva de la gripe, debían leer ese mismo texto desde la perspectiva de la diarrea). Tras esta última lectura se les permitía completar o corregir su prueba de recuerdo libre previa (recordemos que esta prueba sigue pidiendo información sólo sobre la primera perspectiva). Analizando la línea temporal de procesamiento, sus resultados indican que la perspectiva de lectura modifica las estrategias de escaneado desde el inicio, dedicando más tiempo a las primeras palabras de frases relevantes que de irrelevantes, y saltándose palabras de frases irrelevantes. También señalan que la perspectiva afecta a los procesos de integración, como indican los mayores tiempos de fijación en las palabras finales de frases relevantes, y mayor número de regresiones en frases relevantes. También encuentran que los efectos de la perspectiva son diferentes dependiendo del conocimiento previo: cuando leen el texto de bajo conocimiento previo, los efectos de perspectiva aparecen al final de las frases, mientras que cuando se lee el texto de alto conocimiento previo estos efectos de perspectiva están repartidos más uniformemente por la frase. Esto demuestra, según los autores, que los efectos de la perspectiva son más fáciles de obtener en textos con contenidos familiares que en textos con contenidos poco familiares. En cuanto al recuerdo, y como en estudios previos, fue mejor para la información relevante, y el cambio de perspectiva final sirvió para añadir información nueva información en el test de recuerdo.

Un último estudio que comentaremos sobre manipulaciones de perspectiva es el de McCrudden, Magliano y Schraw (2010). Utilizaron el texto de las ciudades poco conocidas del experimento de Kaakinen *et al.* (2002) comentado más arriba, usando las mismas perspectivas (Honduras vs. Pitcairn), pero añadiendo un grupo control (con instrucciones de leer con un objetivo general de comprender el texto) y utilizando métodos de análisis tanto cuantitativos como cualitativos. En cuanto a los datos cuantitativos no hubo sorpresas: los sujetos pasaron más tiempo y recordaron mejor la información relevante con la perspectiva. Sin embargo, hubo diferencias en el tiempo que los sujetos dedicaron a la información irrelevante. Para explicar este dato utilizaron los métodos cualitativos (entrevistas personales). Descubrieron que los lectores usaban estrategias diferentes y que, además, estas estrategias dependían de las instrucciones de relevancia que hubieran recibido. Los sujetos del grupo control, con un objetivo general de comprensión, se guiaban por una estrategia de *familiaridad*, dedicando más tiempo (y recordando mejor) aquella información que les resultaba interesante y/o familiar. Sin

embargo, los grupos experimentales usaron dos estrategias diferentes: unos sujetos usaron una estrategia de *objetivo estrecho*, limitándose exclusivamente a la información relevante, lo que se tradujo en menor tiempo de lectura y peor recuerdo de información irrelevante. La otra estrategia usada por los sujetos de los grupos experimentales era de *objetivo amplio*, prestando más atención a la información irrelevante para comparar y evaluar la información relevante a raíz de la irrelevante. Esta estrategia derivó en mayores tiempos de lectura y mejor recuerdo de información irrelevante. Según los autores, estos datos demuestran no sólo que las instrucciones de relevancia afectan a la comprensión y el recuerdo, sino que logran esto afectando al tipo de estrategias y objetivos de lectura que se plantean los lectores.

Finalmente, comentaremos 3 estudios en los que se llevan a cabo distintas manipulaciones a la relevancia generales del tipo Propósito. Van den Broek *et al.* (2001) investigaron el proceso de lectura de texto expositivo a través de protocolos de pensamiento en voz alta y una tarea de recuerdo. Usaron dos propósitos de lectura: leer para estudiar y leer por placer. Tras la lectura, ambos grupos realizaron una prueba de recuerdo libre. Los sujetos con un propósito de estudio recordaron un 20% más de texto que los del grupo de leer por placer. Además, los participantes del grupo de estudio realizaron más inferencias, se centraron más en relaciones intratextuales, y repitieron y parafrasearon más frecuentemente, mientras que los del grupo de leer por placer mostraron menor preocupación por construir una representación coherente del texto, centrándose más en relacionar los eventos del texto con experiencias personales y realizando más comentarios evaluativos (del tipo "¡Qué extraño!").

Bråten y Samuelstuen (2004) manipularon tres propósitos de lectura: leer para un examen, leer para hacer un resumen, y leer para un debate sobre el contenido con los compañeros. Analizaron las estrategias que los sujetos declararon haber usado en cada condición y descubrieron que el propósito de lectura, junto con el conocimiento de dominio, influyó en las estrategias utilizadas. Concretamente, el grupo con el propósito de debate fue el que afirmó usar de estrategias de elaboración y memorización más a menudo, y este uso estuvo positivamente relacionado con el conocimiento de dominio. En cuanto al grupo de resumen son los que declararon un mayor uso de estrategias organizativas y, además, este uso estaba positivamente relacionado con el conocimiento de dominio. Finalmente, los sujetos del grupo de examen afirmaron hacer un mayor uso de estrategias de monitorización que el resto de grupos y, de nuevo, este uso de la monitorización estuvo relacionado positivamente con el conocimiento previo. Con este

estudio demuestran la importancia de los propósitos de lectura: incluso cuando estos propósitos están todos relacionados con tareas académicas, cada propósito tiene su influencia específica en la forma de trabajar con el texto.

Concluimos con un estudio de Geiger y Millis (2004, experimento 1) en el que utilizaron varios textos sobre cómo construir objetos o máquinas simples. Cada texto tenía una versión *de procedimiento* (en la que se enumeraban los pasos y se dirigían al lector como “tú”) y una versión descriptiva, sin enumeraciones ni referencias al lector. Ambas versiones fueron redactadas usando un número similar de proposiciones en el mismo orden, y eran muy similares en cuanto a texto base y coherencia local. Los propósitos que manipularon fueron: leer para hacer un resumen, leer para construir el objeto o máquina descrita, o leer para responder preguntas sobre el texto. Sus resultados muestran que los sujetos con el propósito de leer para construir el objeto descrito tuvieron significativamente mejor recuerdo y mayor precisión en la respuesta de preguntas que el grupo con el propósito de leer para responder preguntas. No hubo diferencias entre las versiones descriptiva y de procedimiento de los textos.

Tras revisar los estudios sobre las manipulaciones a la relevancia específicas y generales, podemos decir que, en general, el uso de manipulaciones del tipo Fragmentos Objetivo (objetivos de lectura, preguntas previas a la lectura o preguntas insertadas) repercute en un mejor recuerdo de la información destacada como relevante (aquella directamente relacionada con las preguntas u objetivos marcados), pero normalmente a costa de un peor recuerdo de la información no relevante. Conclusiones similares podemos asignar a instrucciones del tipo Perspectiva. Esta desventaja es superada por la EI (al menos en buena parte de los estudios), que logra un mejor recuerdo de toda la información del texto. Y es que una pregunta del tipo “¿Por qué...?” aumenta la atención del estudiante, el procesamiento activo de la información y la comprensión resultante del proceso de elaboración (Levin, 2008). Por último, los efectos de las manipulaciones a la relevancia del tipo Propósito dependen del tipo específico de propósito (examen, resumen, debate, diversión...), pero lo que está claro es que cada instrucción influye directamente en el tipo de estrategias utilizadas y en el tipo y cantidad de información que el lector evalúa como relevante, lo que a su vez afecta a la comprensión y el recuerdo del material. Los estudios revisados ponen de manifiesto la gran importancia de las instrucciones de lectura en el procesamiento de textos, y esperamos que nuestro proyecto sirva, en parte, para averiguar si estos resultados son aplicables a hipertextos,



si son similares cuando la muestra de estudio está formada exclusivamente por sujetos de bajo conocimiento de dominio, o si los datos de navegación pueden aportar nuevas explicaciones para estas diferencias.

### **4.3. Hipertexto**

Son muchos los investigadores que han tratado de resumir las variables principales que afectan al uso eficiente, y a la comprensión y aprendizaje, de material hipertextual (Chen & Rada, 1996; Dillon & Gabbard, 1998; Shapiro & Niederhauser, 2004; Chen, Fan & Macredie, 2006; Niederhauser, 2008; Amadiou, Tricot & Mariné, 2009; entre otros). Las variables que consideramos más importantes, sobre las que hay un mayor acuerdo entre estudios, y que tendremos en cuenta en nuestro proyecto son las siguientes:

- Conocimiento de dominio.
- Memoria de Trabajo.
- Estructura.
- Esquemas gráficos.
- Navegación.
- Usabilidad.

El lector se dará cuenta de que las dos primeras son variables del lector, y las demás son variables del (hiper)texto. También debemos tener en cuenta las instrucciones de lectura (ya revisadas) como nuestras variables de la tarea. Conocimiento previo y MT serán usadas como variables de control, y ambas interaccionan con el resto de variables. Por estos motivos, y para evitar repeticiones innecesarias, en esas secciones (conocimiento previo y MT) nos limitaremos a exponer un resumen de los principales resultados sobre esas variables, ya que realizaremos más explicaciones sobre cómo cada una se relaciona con las variables del texto en las siguientes secciones (estructura, esquemas, navegación y usabilidad).

### 4.3.1. Conocimiento previo

Antes de comenzar, queremos resaltar la diferencia entre el concepto de “conocimiento previo” y el de “conocimiento de dominio”. El conocimiento previo hace referencia a todo tipo de conocimiento que posee un individuo: conocimientos sobre el tipo de tarea, conocimientos sobre el mundo o conocimientos sobre informática e hipertextos. Por su parte, el conocimiento de dominio es el relativo al tema o área de conocimiento tratado en el texto. Por tanto, el conocimiento de dominio es sólo una pequeña parte del conocimiento previo de un sujeto. Es importante aclarar que no utilizaremos ambos conceptos como sinónimos, y trataremos de hacer referencia al más específico de conocimiento de dominio siempre que sea posible.

La investigación sobre el conocimiento de dominio y sus interacciones con otras variables es muy extensa, tanto en textos tradicionales como en hipertexto. Por esta razón, y por motivos de claridad, sólo comentaremos un resumen de los resultados más relevantes en esta sección, y explicaremos algunos estudios con más detenimiento en secciones posteriores (Estructura, Esquemas gráficos, Navegación) según las variables que se analizan junto al conocimiento de dominio.

Las distintas investigaciones, en general, encuentran los siguientes resultados:

- Los sujetos con alto conocimiento de dominio obtienen mejor comprensión en todo tipo de textos (e hipertextos) que los bajos en conocimiento de dominio.
- Los lectores con bajo conocimiento de dominio se benefician de estructuras hipertextuales claras y sencillas, mientras que los altos obtienen una comprensión similar con todo tipo de estructuras.
- Los sujetos con bajo conocimiento de dominio se benefician de esquemas gráficos claros y sencillos, mientras que los altos trabajan igual con cualquier tipo de esquema gráfico (e incluso sin esquema).
- Los lectores con alto conocimiento de dominio muestran una navegación más eficiente, mientras que los bajos suelen tener problemas de desorientación.
- Los sujetos con bajo conocimiento de dominio obtienen mejor comprensión cuando siguen órdenes de lectura coherentes, mientras que los altos son buenos comprendedores incluso siguiendo órdenes de lectura poco coherentes.

El propósito de esta sección es únicamente poner de relieve la importancia del conocimiento de dominio en hipertexto, y justificar su inclusión en nuestro proyecto. En

secciones posteriores analizaremos los estudios en los que nos hemos basado para este resumen, puesto que creemos que serán mejor comprendidos en las secciones posteriores. Pero primero comentaremos brevemente la otra variable del lector que tendremos en cuenta en nuestro proyecto: la Memoria de Trabajo.

#### **4.3.2. Memoria de trabajo (MT)**

La memoria de trabajo es una característica individual de gran importancia para la actividad académica. La investigación ha demostrado que está muy relacionada con el factor general (*g*) de inteligencia (*e. g.* Colom *et al.*, 2008) y, en el caso que nos ocupa, se conoce desde hace décadas que la MT juega un papel crucial en la comprensión lectora (*e. g.* Daneman & Carpenter, 1980). Según el modelo clásico de Baddeley y Hitch (1974), la memoria de trabajo tiene tanto funciones de almacenamiento como de procesamiento (no detallaremos este modelo por dos motivos: primero, consideramos que es de sobra conocido por cualquier persona que haya tenido la paciencia de leer estas páginas, y segundo, la MT no es una de las variables principales de nuestro proyecto, sólo será controlada en las diferentes condiciones experimentales debido a su potencial influencia en los resultados. Para aquellas personas interesadas en tener más información sobre este aspecto, recomendamos leer Baddeley [2012], un magnífico capítulo en el que explica el origen y desarrollo de su modelo, así como teorías alternativas al mismo; o Baddeley [2007] para un manual extenso y detallado). Teniendo en cuenta el proceso de comprensión (recordemos el modelo C-I), la MT se encargaría de almacenar información pragmática, semántica y sintáctica de proposiciones ya leídas para desambiguar, analizar e integrar proposiciones subsiguientes. Por tanto, a mayor capacidad de procesamiento y almacenamiento de la MT de un sujeto, mayor cantidad de información puede mantener activa de un ciclo de construcción-integración al siguiente y mayor número de procesos puede realizar sobre dicha información. Esto significa que un sujeto con alta capacidad de MT tiene más facilidad para lograr una comprensión mejor y más profunda del material que lee (pero sólo si dedica todos sus recursos a la tarea de comprensión).

La MT ha recibido mucha atención en la investigación en hipertexto. Al igual que hicimos en la sección previa, no detallaremos aquí estos estudios, ya que se analizan las influencias e interacciones de la MT con multitud de variables del diseño hipertextual, algunas de las cuales veremos en secciones posteriores. Por cuestiones de

claridad, comentaremos esos datos en sus respectivas secciones. Por tanto, sólo comentaremos dos estudios que no encajan en otras secciones y que pueden ser útiles para resaltar la importancia de la MT en hipertexto. Finalizaremos con un resumen de los resultados más útiles para nuestro proyecto para ofrecer una visión general de los efectos de esta variable, dejando la explicación de los experimentos para las secciones siguientes.

El primer estudio es el de Wenger y Payne (1996), quienes realizaron un diseño de 2 (texto causal, texto descriptivo) x 2 (hipertexto, texto lineal) x 3 (tarea secundaria: dígitos, espacial, control). En el Experimento 1 los datos recogidos durante la lectura (como el tiempo pasado en cada nodo, número de nodos leídos, o tiempos de respuesta en la tarea secundaria) no apuntaron a diferencias en carga cognitiva entre el hipertexto y el texto lineal en ninguna de las condiciones. Sin embargo, se detectó que la comprensión dependía del tipo de texto y de la tarea secundaria. La hipótesis que planteaban los autores es que una tarea secundaria de tipo espacial afectaría más negativamente al hipertexto, ya que el uso de hipertextos requiere de recursos espaciales para saber dónde se está o dónde se ha estado. Esto fue exactamente lo que encontraron en los textos descriptivos, una mayor carga cognitiva en hipertexto con tarea secundaria espacial que con el resto de tareas o en los textos lineales. El problema es que con los textos causales, la condición de hipertexto con tarea espacial obtuvo beneficios sobre el hipertexto con tarea de dígitos. Los autores no logran explicar este resultado, al igual que tampoco explican por qué la comprensión fue superior en las condiciones de hipertexto que en las de textos lineales, puesto que la mayor carga cognitiva del hipertexto debería haber provocado una peor comprensión. En el Experimento 2 realizan lo mismo, pero usando textos más familiares. En general replican los resultados, dando apoyo parcial a la teoría de que el hipertexto requiere más recursos relacionales que el texto lineal. Pero siguen encontrando resultados difíciles de explicar: la comprensión sigue siendo mayor en hipertexto que en lineal con la tarea espacial.

Zumbach y Mohraz (2008) proponen un modelo de carga cognitiva en el que la complejidad de los contenidos (alta - baja), linealidad del texto (lineal - no lineal) y estilo del texto (narrativo - enciclopedia) afectan a la carga cognitiva de distintas formas según se combinen, influyendo en el rendimiento. Para poner a prueba su modelo utilizan un texto narrativo y otro expositivo (tipo enciclopedia), ambos con versiones lineales y no lineales. Encuentran que la falta de correspondencia entre el formato de presentación (linealidad) y el estilo textual conlleva un incremento de la carga

cognitiva. En concreto, el acceso no lineal al texto narrativo fue considerado como mucho más difícil que el acceso lineal a ese mismo texto. Sin embargo, la carga cognitiva fue similar en ambas versiones (lineal y no lineal) del texto expositivo.

Nosotros utilizaremos textos expositivos en nuestro proyecto, así que esperamos que la presentación hipertextual de los mismos no provoque una excesiva carga cognitiva en los lectores que pueda afectar a su rendimiento (tomaremos una serie de medidas extra, relativas al diseño del hipertexto, para favorecer su comprensión, como iremos viendo en secciones posteriores).

Finalizamos esta sección con un resumen de los principales resultados encontrados en la investigación sobre la MT en entornos hipertextuales. Para ello, nos ayudaremos de la revisión realizada por DeStefano y LeFevre (2007) sobre el tema. Estos autores proponen que hay dos situaciones principales en la lectura hipertextual en las que la MT juega un importante papel:

- Tomas de decisión sobre si seguir un vínculo o no: estas decisiones, especialmente cuando los vínculos están insertados en el texto, exigen tiempo y recursos. Mientras se toma la decisión, si no se tiene suficiente MT, se olvida (al menos en parte) la información almacenada sobre las últimas proposiciones leídas, lo que puede provocar que se tomen decisiones no coherentes al elegir vínculos poco relacionados con el tema.
- Interrupciones durante la lectura: estas tomas de decisiones, ya sean insertadas en el texto o al final de cada nodo, implican una pausa en la lectura. Estos autores plantean la posibilidad de que estas pausas, especialmente si conllevan cambios de temática según las decisiones tomadas, afecten a la creación del modelo de situación durante la comprensión. Por tanto, su hipótesis es que la comprensión a este nivel será mejor cuando los vínculos se limiten a unir nodos con información muy relacionada.

A pesar de estas hipótesis, no encuentran datos concluyentes en su revisión de estudios que los apoyen firmemente. Por ejemplo, los estudios que analizan cómo afectan un mayor o menor número de vínculos por nodo en un hipertexto obtienen datos contradictorios, aunque al parecer un mayor número de vínculos no tiene efectos negativos si son utilizados correctamente. Los resultados más relevantes son que, en general, los sujetos con baja MT se benefician de una estructura jerárquica de hipertexto, mientras que los altos en MT tienen un rendimiento similar

independientemente de la estructura utilizada. En cuanto al uso de esquemas gráficos, concluyen que éstos reducen la demanda cognitiva, pero sólo si son familiares y sencillos.

Revisemos más detenidamente algunos estudios sobre navegación, para poder comprender mejor cómo las distintas variables del diseño hipertextual pueden afectar a la misma.

### **4.3.3. Navegación**

La navegación en sistemas hipertextuales e hipermediales ha sido un tema de gran interés en los últimos años, debido a que los estilos de navegación (o el orden de lectura) tienen un impacto directo en la comprensión (Salmerón *et al.*, 2005). A pesar de ello, la investigación es aún relativamente escasa y con resultados diversos, debido a la gran variedad de formatos de hipertexto, las herramientas utilizadas, y las numerosas variables que intervienen. Todo tiene un lado bueno, y esta diversidad de resultados fomenta la investigación sobre el tema, enriqueciendo nuestro conocimiento sobre las variables implicadas y los efectos de los distintos tipos de navegación sobre la comprensión. La navegación es una pieza clave de nuestro proyecto, así que animamos al lector para que dedique especial atención a este apartado.

Con el objetivo de clarificar la exposición, proponemos clasificar los estudios sobre navegación según su nivel de estudio:

- Selección de hipervínculos: en este nivel se analizan las variables que influyen en la decisión de seleccionar un hipervínculo concreto de entre las diferentes opciones que se ofertan en cualquier punto del hipertexto.
- Perfiles de navegación: trata de buscar patrones de navegación durante una sesión de lectura. Este nivel depende del anterior, y un perfil de navegación puede interpretarse como la suma de todas las decisiones que ha tomado un sujeto en la selección de hipervínculos durante una sesión de lectura. Pero el conjunto es distinto a la suma de las partes, así que este nivel de análisis ofrece información que no aporta el nivel específico, y viceversa. Los perfiles de navegación, por tanto, pueden ser considerados como un reflejo de las estrategias generales de navegación implementadas.

En el nivel específico destaca el estudio de Salmerón, Kintsch y Cañas (2006), en el que diseñan un hipertexto aislando el proceso de selección de hipervínculos, para facilitar su estudio. De esta forma, al final de cada nodo, el lector pulsaba un botón para indicar que había terminado. Entonces aparecía una nueva pantalla con dos hipervínculos hacia secciones no visitadas (sólo se podía visitar cada sección una vez), entre los que tenía que elegir cuál leer. Al terminar la lectura de todos los nodos y la prueba de comprensión, se mostraba a los sujetos las elecciones que habían tomado en cada nodo, y debían indicar el por qué de dichas decisiones. Los autores encontraron que los sujetos utilizaban fundamentalmente 3 estrategias para seleccionar los hipervínculos:

- *Coherencia*: se selecciona el link más relacionado con el texto leído previamente.
- *Interés*: se selecciona el link más interesante (a juicio del lector).
- *Primer mencionado*: se selecciona el vínculo que aparece en primer lugar (en este experimento, el link que aparece más arriba).

Estas estrategias se relacionan con la comprensión, y hay otras variables intervinientes, como el conocimiento previo. Los resultados del estudio muestran que los sujetos con bajo conocimiento previo tienen mejor comprensión cuando siguen una estrategia de coherencia que cuando siguen una de interés, mientras que los sujetos de conocimiento intermedio tienen una comprensión similar independientemente de que utilicen una estrategia o la otra.

Protopsaltis (2008) encontró las mismas estrategias identificadas en el estudio anterior, pero usando una metodología diferente: protocolos de pensamiento en voz alta. Esto aumenta la validez de las categorías, por lo que las tendremos en cuenta a la hora de diseñar nuestro hipertexto. En este estudio, además, se manipularon las instrucciones, ofreciendo a un grupo una instrucción general de comprensión, a otro una instrucción de leer para responder unas preguntas, y a un tercer grupo no se le dio instrucción alguna. No se encontró ninguna influencia de las diferentes instrucciones sobre las estrategias de selección de hipervínculos.

Una vez conocidas estas estrategias de selección de hipervínculos, Salmerón, Kintsch y Kintsch (2010) tratan de encontrar variables que se relacionen o afecten a su uso. Utilizando una metodología similar que en el estudio mencionado más arriba (Salmerón, Kintsch y Cañas, 2006), y a diferencia del estudio de Protopsaltis (2008),

encuentran que las instrucciones de lectura afectaron al uso de estrategias. En concreto, los sujetos con un alto objetivo de aprendizaje (leer para responder unas preguntas al final) usaron en mayor medida la estrategia de coherencia para seleccionar los links, mientras que los sujetos con un bajo objetivo de aprendizaje (leer por placer) usaron en mayor medida las estrategias de interés y posición (primer link mencionado). Por tanto, concluyen que un alto objetivo de aprendizaje media en el uso de la estrategia de coherencia, aumentando la comprensión a nivel de modelo de la situación.

Centrándonos ahora en el nivel global, es importante aclarar lo que es un perfil de navegación. En un perfil de navegación se registran, principalmente, los nodos que se han visitado, el orden en que se han visitado, y el tiempo que se ha estado en cada uno. De esta forma, se obtiene un gráfico que indica, segundo a segundo, en qué lugar del hipertexto se encontraba el lector durante la sesión, pudiendo extraerse fácilmente un gran número de datos, como las decisiones de selección de hipervínculos que el lector ha tomado en cada nodo, los retrocesos realizados, el orden de lectura o las secciones a las que se ha dedicado más tiempo y aquéllas que no se han visitado. Un perfil de navegación es único, no sólo para cada persona sino para cada sesión de lectura, ya que una misma persona que realice dos sesiones de lectura de un mismo hipertexto, y bajo unas mismas instrucciones, mostrará perfiles de navegación diferentes. Este aspecto es fácilmente comprensible si tenemos la gran complejidad de la comprensión lectora y la navegación hipertextual, por ejemplo:

- Las estrategias de selección de hipervínculos que hemos mencionado. Salmerón, Kintsch y Cañas (2006) no sólo identificaron las tres estrategias; también encontraron que la mayoría de sujetos había utilizado varias estrategias durante la sesión. Qué estrategias se usan, el orden en que se usan, las razones para cambiar de una a otra en un punto específico, o la eficacia con que se usan, son algunas de las razones que explican el carácter único de cada perfil de navegación, a pesar de que todos los sujetos utilicen básicamente las tres mismas estrategias.
- El carácter cambiante y de actualización del proceso de comprensión lectora. Recordemos los ciclos de construcción-integración del modelo de CI, que aclaran cómo mínimos cambios en la lectura (como interpretación de una palabra) puede dar lugar a matrices de conectividad



completamente diferentes, influyendo en la comprensión y ésta, a su vez, en las decisiones de navegación.

- Los tres sistemas de Revisión propuestos por el modelo MD-TRACE también explican cómo la lectura de cada nodo puede afectar a las decisiones sobre el próximo nodo que se debería leer.
- Otras variables, como motivación, procesos de autorregulación, conocimiento previo, objetivos de lectura, cuestiones de diseño y un largo etcétera, también tienen su influencia en el orden de lectura del hipertexto, es decir, en la navegación.

Con todo esto en mente es fácil darse cuenta de por qué cada perfil de navegación es único. Sin embargo, este carácter único de los perfiles de navegación complica su estudio. La solución de algunos autores ha sido buscar patrones generales que se repitan en estos perfiles únicos. Dicho de otra forma, se han buscado patrones globales de navegación que permitan clasificar, en un número reducido de categorías, cualquier perfil de navegación. Revisemos algunos estudios para aclarar todo esto. Lawless y Kulikowich (1996) utilizaron análisis de *cluster* sobre los perfiles de navegación en una hipermedia e identificaron 3 patrones de navegación:

- *Buscadores de conocimiento*: se caracterizan por buscar información relacionada con el tema, navegando de forma estratégica al seleccionar secuencias lógicas (coherentes) en los nodos que visitan. En este patrón se encontraban los sujetos de alto conocimiento previo.
- *Exploradores de características*: estos sujetos dedican un tiempo desmesurado en investigar los elementos de la hipermedia, como efectos de sonido, vídeos y animaciones, estando menos preocupados de extraer significado del texto.
- *Usuarios de hipertexto apáticos*: pasan muy poco tiempo navegando, visitan un número limitado de nodos y con perfiles de navegación muy lineales. En este patrón se encontraban los sujetos de bajo conocimiento previo.

Barab, Bowdish y Lawless (1997) encuentran unos patrones similares, añadiendo un grupo de sujetos que se dedican a explorar el espacio, pero sin mostrar mucho interés en extraer información. Last *et al.* (2001), al encontrar resultados

similares, concluyen que el conocimiento previo funciona como un mapa del material, permitiendo al sujeto despreocuparse de la navegación y de la estructura del hipertexto.

Otro estudio que controla el conocimiento previo al analizar patrones de navegación es el de Rezende y de Souza Barros (2008). Encuentran 3 patrones de navegación directamente relacionados con el conocimiento previo:

- *Navegación eficiente*: visitan todos los nodos y pasan un tiempo menor al estimado en cada uno. Sólo un sujeto (el de mayor conocimiento previo) mostró esta navegación, utilizando la hipermmedia aparentemente para repasar.
- *Navegación conceptual*: es típica de los sujetos con conocimiento previo intermedio. Pasaron poco tiempo por los nodos con información ya conocida (según un test de conocimiento previo) y más aquéllos que conocían menos.
- *Navegación desorientada*: Los sujetos con resultados más bajos en conocimiento previo mostraron este tipo de navegación, caracterizado por realizar visitas a los nodos muy cortas y en un orden aleatorio.

Como vemos, estos estudios apuntan a que es necesario tener un mínimo de conocimiento previo sobre el tema tratado en el hipertexto para lograr una navegación adecuada (y, por consiguiente, una mejor comprensión del material). En un estudio muy interesante, Puntambekar y Stylianou (2005) tratan de diseñar ayudas específicas para los lectores según sus estilos de navegación. Para ello, primero analizan los patrones de navegación de su muestra mientras utilizan CoMPASS (un sistema hipertextual que muestra descripciones de conceptos y un mapa con las relaciones entre conceptos) para realizar una tarea de física. Tras realizar un análisis de *cluster* encuentran 4 patrones de navegación:

- *Cluster 1*: visitan todos los conceptos relevantes para la tarea. Se centraron en el tema principal (poleas) y desde allí navegaron a los conceptos que el mapa indicaba como más relacionados.
- *Cluster 2*: siguen centrados en el grupo de conceptos relevantes, pero no los visitan todos. En su lugar, profundizan más en ciertos conceptos y visitan otros relacionados (palancas).
- *Cluster 3*: no tienen un centro claro. Visitan muchos conceptos de muchos temas. Algo positivo de este patrón es que visitaban un mismo concepto desde

diferentes temas (que ofrecen visiones alternativas del concepto), pero no navegan entre conceptos relacionados o hacia conceptos relevantes para la tarea.

- *Cluster 4*: es un patrón aleatorio, visitando conceptos y temas sin relación entre sí e irrelevantes para la tarea.

Con estos datos formulan hipótesis sobre los apoyos de navegación que se necesita en cada patrón, y crean un sistema de metanavegación que detecta los patrones de cada sujeto y da consejos de navegación en consecuencia. Los sujetos que utilizaron este sistema obtuvieron un mejor rendimiento.

Tras analizar estos estudios surge una pregunta: ¿Tan importante es el conocimiento previo como para considerarlo un requisito indispensable para una buena navegación? Es cierto que algunos resultados que hemos mostrado apuntan a ello, y puede argumentarse que en el estudio de Puntambekar y Stylianou (2005) los sujetos (incluso los desorientados) mejoraron debido a que recibieron una ayuda sofisticada. También es cierto que el conocimiento previo es una variable de gran importancia, y afecta a la navegación (entre otros aspectos) de diversas formas. Pero como hemos reiterado varias veces a lo largo de este escrito, son muchas y variadas las variables involucradas en la navegación, por lo que manipulando algunas de ellas podríamos conseguir eliminar los problemas de desorientación que los sujetos con bajo conocimiento previo suelen mostrar en hipertexto o, al menos, reducirlos lo suficiente para que su ejecución sea similar a la de sujetos que lean el mismo texto en papel. En las siguientes páginas trataremos de describir algunas de las medidas que la investigación previa sugiere para mejorar la ejecución de sujetos con bajo conocimiento de dominio en hipertexto. El principal reto será lograr esto sin hacer uso de software ni herramientas complejas, y sin utilizar ayudas sofisticadas o individualizadas para cada sujeto. Trataremos de lograrlo simplemente a través del diseño hipertextual. El objetivo final es, como ya mencionamos, analizar el comportamiento de los lectores al trabajar bajo distintas instrucciones con hipertextos, pudiendo descartar que esos comportamientos estén provocados por problemas de desorientación.

#### **4.3.4. Estructura**

Al definir el concepto de hipertexto mencionamos que el autor decidía el número de hipervínculos que se usarían y qué nodos relacionar. Pues bien, la forma en que se

conectan los nodos de un hipertexto es lo que se llama la estructura del hipertexto. Como el lector podrá intuir, hay muchas formas de estructurar un hipertexto, pero en la investigación se consideran principalmente cuatro, debido a que son los más utilizados:

- *Lineal*: la lectura de un nodo te da acceso al siguiente. Las únicas decisiones que puedes tomar es ir hacia adelante o hacia atrás (recordemos que nosotros no consideramos a esto un hipertexto, sino más bien un texto electrónico lineal). Un ejemplo de estructura lineal se muestra en la Figura 4.
- *Jerárquico*: los primeros nodos a los que tienes acceso son los que presentan la información más global, y desde cada uno de ellos puedes acceder a nodos con información subordinada (ver Figura 5).
- *Red*: es el más complejo. Los nodos se relacionan sin una estructura clara, aunque los nodos vinculados tienen información relacionada, por lejana que sea. En la Figura 6 puede verse un ejemplo de estructura en red.

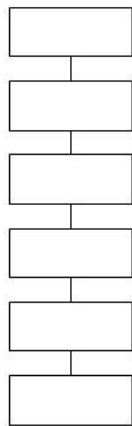


Figura 4. Estructura lineal

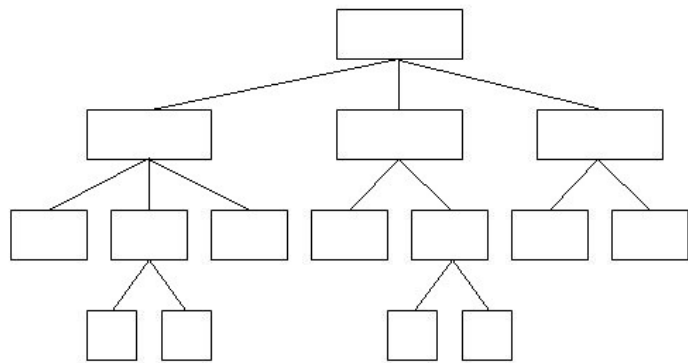


Figura 5. Estructura jerárquica

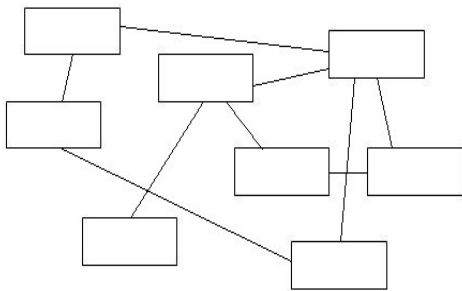


Figura 6. Estructura en red

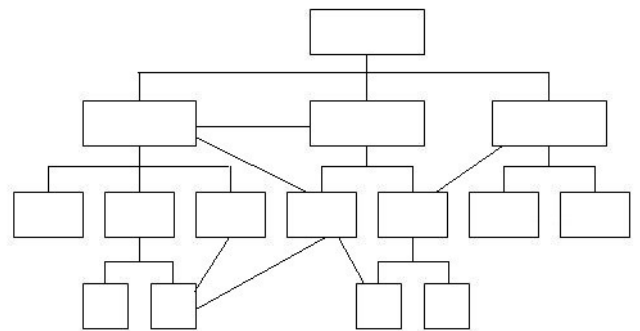


Figura 7. Estructura mixta

- *Mixto*: mezcla características de varias estructuras, aunque lo más común es que se añadan referencias cruzadas entre nodos de una estructura jerárquica. La Figura 7 aclara lo que es una estructura mixta. Cuantas más referencias cruzadas se añadan en una estructura mixta, más se parece a una estructura en red. Dónde acaba una estructura mixta y empieza una en red es, en ocasiones, difícil de discernir, por lo que la decisión queda a merced del juicio personal de cada investigador (aunque lo normal es que se diseñen hipertextos con una estructura claramente identificable).

Diversos autores han encontrado que la forma en que se estructura la información de un hipertexto tiene diversas influencias, pero no existe un acuerdo claro sobre cuál de estas estructuras es más beneficiosa para la navegación. Por ejemplo, McDonald y Stevenson (1996) compararon una estructura lineal, una jerárquica y una no-lineal (podemos considerarla estructura en red según nuestra clasificación). Midieron el rendimiento en navegación de los sujetos a través de la velocidad y precisión a la hora de responder preguntas y de localizar nodos específicos, y encontraron que la navegación de los sujetos fue más eficiente cuando utilizaron el texto lineal que cuando usaron el no-lineal, mientras que su rendimiento con la estructura jerárquica estuvo a medio camino entre las anteriores. Sin embargo, un estudio de los mismos autores (McDonald y Stevenson, 1998) usando esta vez estructuras jerárquica, mixta y no-lineal, y controlando el conocimiento previo, encontró que los sujetos de bajo conocimiento previo navegaron significativamente mejor en la estructura mixta que en la no-lineal.

Contrastando con estos dos estudios, Schoon y Cafolla (2002) usan cuatro páginas Web con distintas estructuras (lineal, jerárquica, estrella, y arbitraria. La estructura en estrella podría ser considerada como estructura en red según nuestra clasificación, y la estructura arbitraria sería una estructura en red en la que los nodos conectados pueden no tener ningún tipo de relación conceptual) y analizaron la eficiencia de los sujetos para buscar datos específicos, según el número de pasos que daban para encontrar la información. Los sujetos de las Web jerárquica y en estrella obtuvieron las navegaciones más eficientes.

Calisir y Gurel (2003) utilizaron también tres estructuras (lineal, jerárquica y mixta), y encontraron que los sujetos de alto conocimiento previo sólo superaron a los de bajo conocimiento en la estructura lineal en la prueba de comprensión lectora. Dicho de otra forma, los sujetos de bajo conocimiento tuvieron mejor comprensión al navegar

en estructuras jerárquicas o mixtas que al navegar en una estructura lineal. Calisir *et al.* (2008) manipulando cuatro estructuras (lineal, jerárquica, mixta y generativa. Ésta última también era lineal, pero los sujetos podían crear notas sobre el texto) encontraron resultados similares. En esta ocasión, los sujetos de bajo conocimiento que navegaron en estructura jerárquica y generativa tuvieron significativamente mejor comprensión que los sujetos de bajo conocimiento en la estructura lineal.

La estructura del hipertexto también tiene diferentes influencias según la capacidad de MT del sujeto. Lee y Tedder (2003) encontraron que los sujetos con baja MT tuvieron mejor recuerdo al leer un texto tradicional que al leer un hipertexto jerárquico o en red, mientras que los participantes con alta MT obtuvieron resultados similares de comprensión en las tres condiciones.

Podemos apreciar que una estructura jerárquica o mixta suele favorecer a los sujetos de bajo conocimiento previo, mientras que los sujetos de alto conocimiento tienen ejecuciones similares en todos los tipos de estructura. Sin embargo, no sabemos por qué ocurre esto. La hipótesis propuesta por la mayoría de autores en dichos estudios es que la estructura jerárquica ofrece una visión más clara sobre cómo está organizada la información, lo que facilita a los sujetos de bajo conocimiento la creación de su propia estructuración mental durante la lectura. Los sujetos de alto conocimiento, al tener la información previamente organizada, no se benefician de que la estructura que ofrece el hipertexto sea muy clara.

No obstante, existen resultados experimentales que cuestionan, en cierto modo, esta hipótesis. Cangoz y Altun (2012) analizaron los efectos de la estructura (jerárquica vs. red), del tipo de instrucción (implícito vs. explícito) y del modo de presentación del hipervínculo (verbal vs. pictórico) sobre la desorientación percibida. Sus resultados muestran que la estructura no tuvo ningún efecto sobre la desorientación, pero sí que lo tuvo la interacción estructura-modo de presentación: los sujetos en la condición jerárquico-verbal se sintieron significativamente más desorientados. Este dato contrasta con los estudios anteriores, y aunque pueda deberse a cuestiones metodológicas (por ejemplo, el hipertexto jerárquico ofrecía un menú lateral con un listado alfabético de todos los hipervínculos, mientras que el hipertexto en red no), es necesario seguir investigando para conocer las interacciones entre la estructura del hipertexto y otras variables, lo que nos permitirá mejorar nuestro conocimiento sobre el uso de hipertextos.

A falta de mayor investigación, nosotros utilizaremos una estructura eminentemente jerárquica, (pero añadiendo vínculos entre nodos hermanos para reducir el número de retrocesos, al permitir navegar directamente a un nodo hermano sin necesidad de retroceder al nodo padre. En la Sección 5.2.3.2. puede verse la estructura que utilizaremos y más explicaciones). Esperamos que esta estructura facilite la navegación de nuestros sujetos experimentales (todos de bajo conocimiento previo) como apuntan las investigaciones previas.

#### **4.3.5. Esquemas gráficos**

Los esquemas gráficos son otra de las variables relativas al diseño hipertextual sobre las que se ha investigado. Se trata de esquemas que representan las relaciones conceptuales del hipertexto, las relaciones espaciales que existen entre los nodos (es decir, la estructura) o ambas al mismo tiempo. Si estos esquemas son navegables, es decir, si se puede hacer clic en los distintos botones o conceptos del esquema para viajar directamente a ese nodo, se denominan *dinámicos*. Si los esquemas no son navegables, si son utilizados sólo como muestra de la organización del material pero es necesario navegar haciendo uso de los hipervínculos dentro de cada nodo, se denominan *estáticos*. Puesto que los esquemas ofrecen una visión general de cómo está estructurado el material, parece factible que puedan tener efectos beneficiosos para el aprendizaje, especialmente en sujetos con bajo conocimiento previo o en hipertextos complejos. Pero veamos qué dice la investigación al respecto.

Un interesante estudio de Shapiro (2000) utilizó una hipermedia sobre animales estructurada de dos formas diferentes mediante esquemas gráficos dinámicos (la autora los denomina interactivos). En una de las versiones, el esquema gráfico estructuraba el contenido desde el punto de vista de las *familias* animales, es decir, según las similitudes y diferencias físicas entre ellos. En la otra versión, el esquema estructuraba el material desde el punto de vista de los *ecosistemas*, resaltando relaciones depredador-presa o hábitat compartidos. Los sujetos, previamente a la lectura del material, realizaban una prueba de clasificación de animales, y según las estrategias que utilizaron fueron clasificados en 3 grupos ("familias animales", "ecosistema" y "otros"). Tras esta prueba, fueron asignados aleatoriamente a una de las hipermedias (familia animal vs. ecosistema) y a uno de dos posibles objetivos de la tarea: aprender las similitudes y diferencias físicas entre los animales (familia animal) o aprender cómo compiten por comida, cazan etc. (ecosistema). Al terminar realizaron una nueva tarea de

clasificación de animales, y los resultados mostraron que el esquema tuvo efectos significativos sobre las asociaciones que hacían entre los animales. Los sujetos que habían sido clasificados como de "familia animal" y que leyeron la hipermedia con esquema de "familia animal" extremaron sus puntuaciones aún más hacia esta estrategia, mientras que si fueron asignados al esquema de "ecosistema" cambiaron sus estrategias, y realizaron más clasificaciones siguiendo la estrategia ecosistema. Además, estos resultados fueron independientes del tipo de objetivo que se les encomendó. La autora concluye que los efectos del esquema son tan poderosos que ensombrecen o anulan el objetivo de la tarea de los sujetos.

Las repercusiones a nivel educativo de este resultado son importantes, pero lo cierto es que no toda la investigación apunta en la misma dirección. Por ejemplo, Müller-Kalthoff y Möller (2003), analizan el aprendizaje adquirido con un hipertexto con un esquema dinámico y con el mismo hipertexto sin esquema. No encontraron diferencias en aprendizaje entre ambos hipertextos. El esquema sólo mejoró la retención cuando fue utilizado por sujetos con alto conocimiento previo. Del mismo modo, Su y Klein (2006) usaron tres condiciones de hipermedia: con hipervínculos integrados en el texto, con una lista de contenidos o con un esquema gráfico. Los sujetos que usaron la lista de contenidos obtuvieron mejores resultados de comprensión que los otros grupos. La falta de efecto del esquema en este estudio puede deberse a que era muy complejo (era un esquema en red y mostraba las relaciones entre nodos con líneas y flechas que indicaban la dirección de dicha relación), y la lista de contenidos estaba organizada jerárquicamente más que por orden alfabético, lo que puede explicar los efectos beneficiosos. Vörös *et al.* (2011) tampoco encontraron que el esquema tuviera efectos sobre la comprensión comparándolo con una lista o con ningún tipo de ayuda, aunque sí encontraron efectos del esquema sobre el aprendizaje de la estructura del hipertexto.

Estos resultados apuntan a que la presencia del esquema por sí sola no implica una mejor comprensión. De hecho, Gurlitt *et al.* (2012) han demostrado que la presencia de un esquema bien estructurado deriva en un mejor aprendizaje que el uso de un esquema menos estructurado. Así que una parte de la investigación se ha centrado en averiguar qué tipo de esquemas son mejores para favorecer la comprensión en hipertexto e hipermedia. De Jong y van der Hulst (2002) analizan distintos tipos de esquema: "visual" (jerárquico), "pistas" (los conceptos del esquema se colocan de forma aleatoria, pero se resaltan ciertas relaciones, a modo de pistas sobre cómo navegar) y



“control” (aleatorio como el anterior, pero sin las pistas). Además, analizan los efectos de estos esquemas sobre distintos tipos de aprendizaje. Los sujetos del esquema visual y los del esquema de pistas tuvieron una navegación más coherente que los del grupo control, pero sólo los del esquema visual obtuvieron más ganancias de conocimiento proposicional y de conocimiento configuracional. Un dato curioso de este estudio es que no encuentran diferencias en el conocimiento adquirido sobre el contenido de cada nodo, lo que implicaría que ni la ruta de navegación ni el tipo de esquema afectan a lo que se aprende dentro de cada nodo individual.

En otros trabajos se han encontrado resultados más claros sobre los distintos efectos que tienen distintos tipos de esquemas gráficos. Potelle y Rouet (2003) usaron un hipertexto formado por siete textos cortos, al que se podía acceder a través de un esquema jerárquico, un esquema en red, o lista alfabética (todos ellos dinámicos). Los participantes con bajo conocimiento previo obtuvieron mejores resultados con el esquema jerárquico (aunque alcanzado significación sólo en las preguntas macroestructurales), mientras que los sujetos de alto conocimiento previo tuvieron resultados similares en las tres condiciones.

Amadiou *et al.* (2009) obtienen resultados similares al usar un hipertexto con esquema dinámico jerárquico o con esquema dinámico en red. Los sujetos de bajo conocimiento previo adquirieron más conocimiento conceptual y mostraron menos esfuerzo mental y menos desorientación al usar el esquema jerárquico en comparación con los que usaron el esquema en red. En cuanto a los movimientos oculares, el esquema jerárquico facilitó que los sujetos de bajo conocimiento previo se centraran más en la información que actuaba como prerrequisito para comprender el resto del material.

Se puede apreciar claramente que hay una amplia diversidad de resultados con respecto a los efectos de los esquemas gráficos. El trabajo de Salmerón *et al.* (2009) arroja algo de luz sobre este asunto, permitiendo explicar la diversidad de datos que hemos revisado. Estos autores manipulan diversos hipertextos para que sean leídos en un orden coherente o no coherente. Todos los esquemas gráficos eran jerárquicos (al igual que la estructura de los hipertextos). Tras los dos experimentos realizados en este estudio, encuentran que los esquemas en hipertextos difíciles (manipulados para ser leídos en un orden no coherente) son considerados útiles y mejoran la comprensión sólo si son leídos al principio de la lectura. En los hipertextos sencillos (coherentes) si estos esquemas eran leídos en la parte final de la sesión de lectura empeoraban la

comprensión. Estos resultados pueden ser la respuesta (al menos en parte) a por qué se obtienen datos tan distintos al analizar los efectos de los esquemas gráficos, ya que ninguno de los estudios revisados previamente controlaban en qué momento ni durante cuánto tiempo se leía el esquema.

Finalizamos esta sección comentando un estudio muy interesante (Bezdan *et al.*, 2013) en el que se ponen a prueba 4 formatos diferentes de esquema gráfico, todos ellos jerárquicos, que representaban la organización del material según el modelo de un experto:

- *Esquema dinámico con navegación restringida*: sólo se puede acceder a los nodos desde el esquema (no hay hipervínculos dentro de los nodos) y sólo se puede acceder a nodos padres o hijos (superiores e inferiores en la jerarquía, respectivamente) del último nodo visitado.
- *Esquema dinámico con navegación no restringida*: igual que el anterior pero sin restricciones a la hora de elegir qué nodos visitar.
- *Esquema estático con navegación restringida*: el esquema no es navegable, es necesario usar los hipervínculos dentro de cada nodo. Cada nodo tiene hipervínculos sólo hacia nodos padre o nodos hijos.
- *Esquema estático con navegación no restringida*: igual que antes, pero cada nodo tiene hipervínculos hacia todos los nodos del hipertexto.

Sus resultados muestran que los esquemas dinámicos provocaron órdenes de lectura más coherentes que los estáticos, y los restringidos más que los que no restringidos. A pesar de ello, los sujetos con el esquema dinámico-restringido fueron los que obtuvieron resultados más bajos en comprensión. Esto pone de manifiesto que navegar de forma coherente sólo explica una parte del rendimiento en comprensión.

Con esta diversidad de datos es difícil elegir el mejor tipo de esquema gráfico para usar en nuestro proyecto. Nuestra decisión final es usar un esquema jerárquico, ya que los indicios muestran, en general, que es el más adecuado para sujetos de bajo conocimiento previo. Además, como la estructura del hipertexto es eminentemente jerárquica, ésta parece también la opción más coherente. Puesto que queremos analizar patrones de navegación, nuestro esquema será estático, ya que el dinámico exige el retroceso continuo al esquema para navegar desde allí, y nosotros estamos interesados en que los sujetos naveguen a través de los links dentro de cada nodo textual, pues es la

forma más común de navegar es Internet. Y, por último, aplicaremos restricciones a la cantidad de vínculos de los nodos, lo que según el último estudio comentado (Bezdan *et al.*, 2013) favorece perfiles de navegación más coherentes (en realidad, puesto que ya dijimos que usaríamos una estructura mixta en nuestro hipertexto, ya queda implícito que se impone una restricción a los vínculos que se ofertan. En nuestro caso, cada nodo da acceso al nodo padre, nodos hermanos, y nodos hijos).

#### **4.3.6. Usabilidad**

Según Jakob Nielsen (2012), la usabilidad “es un atributo de calidad que evalúa la facilidad de uso de una interfaz de usuario”. Aplicado a páginas Web (el hipertexto de nuestro proyecto está diseñado en forma de página Web), hace referencia a toda característica que mejore el uso de la página, facilite su navegación, logre que los usuarios realicen tareas básicas más rápido o que el diseño sea más placentero. Los aspectos del diseño que hemos decidido utilizar para facilitar el manejo de los sujetos de bajo conocimiento (mencionados en secciones anteriores), como la estructura jerárquica o los esquemas gráficos, serán implementados para mejorar la usabilidad. En esta sección añadiremos unos últimos detalles al diseño de nuestro hipertexto siguiendo algunas recomendaciones de Nielsen (2000, 2004, 2008):

- Habrá una lista de vínculos en cada nodo, en lugar de insertar los vínculos en el texto.
- La lista de vínculos estará justificada a la izquierda, para facilitar su lectura y escaneo.
- Los vínculos tendrán un color característico azul, y los vínculos visitados tendrán un color característico morado, para que el usuario sepa qué secciones ya ha visitado.
- Los vínculos cambiarán a color rojo y serán subrayados cuando se pase el ratón por encima de los mismos, para que el usuario sepa con exactitud qué vínculo está seleccionando.
- Los vínculos tendrán el mismo nombre que el título de la sección que representan.

Con esto termina nuestra revisión teórica y, tras su paciente lectura, creemos que el lector estará ahora preparado para comprender sin problemas el diseño y la metodología de nuestro proyecto.

## **5. EXPERIMENTS**

Now that we have explained the theoretical framework on which our project is based, and that we have reviewed some of the most relevant research on the topic, the reader will be able to understand with no problem our experimental design and the reasons for its selection. We have conducted two experiments in order to achieve our objective. Each experiment will be explained individually in full detail, and the FINAL CONCLUSIONS section will comment on the similarities and differences between both experiments, and the conclusions that can be extracted from this comparison. Before we start, we will briefly comment the pilot study conducted prior to the experiments.

### **5.1. Pilot study**

Once our project design was set and ready, and once we had some clear objectives we wanted to achieve, we decided to run a pilot study with the purpose of checking that everything worked as expected and fixing all possible issues we could identify. We consider it unnecessary to explain the design and methodology of this study in full detail, but we believe it is important to mention some details about this pilot study and how it helped to improve the final design.

Seven people offered their help by participating in this study (four of them in hypertext and three of them using paper texts). Our main objective was testing all the materials developed and the software we had acquired to verify we could extract the data we were looking for. Three reading instructions were tested (two general instructions and one specific instruction) to evaluate the material from the different conditions.

All subjects were interviewed after the tests so they could comment on the experience and offer feedback about any problems or difficulties they encountered, and they were asked their opinion about the difficulty of the materials, the amount of time allowed to complete the tasks and clarity of the instructions offered. The analysis of this information led to implementation of the following changes:

- Text difficulty: subjects stated (in both conditions: hypertext and paper text) that the reading material was too difficult. Their comprehension scores also showed this fact (mean scores were 34% of correct answers). We decided to reduce the length of the

texts (from 3,500 words to 2,500 words) and some paragraphs were rewritten to clarify the concepts.

- Mistakes: thanks to this study, several errors could be fixed. Specifically, there was a problem with one of the hyperlinks in the hypertext (it was linked to a different node than the one it suggested).

Also, one of the comprehension test items was not answered as we expected: “How is Lyme disease transmitted to humans?” was answered with “by a parasite” or “by an infection”. As two of the illnesses mentioned in the text were parasitic infections, this kind of answer did not make it clear if the subjects knew exactly which of the illnesses they were being asked for. This question was changed to “What animal transmits Lyme disease to humans?”.

- Questionnaire: using the hypertext navigation graphs, we detected that some subjects with specific instructions (they just needed to read a specific part of the text), visited several sections that were not related to their task. This was an unexpected behaviour, so a question was added to the questionnaire so they could explain their motives in doing so (only in the groups with specific instructions)

- Recording software: the software we used to record the computer screen of the subjects navigating the hypertext was configured with too high resolution. This caused heavy RAM consumption, leading to low stability and slow navigation at some points, and creating video files that were not manageable (around 2 GB in size for a 30 minute video). Resolution was reduced to allow a normal performance, keeping at the same time enough video quality to allow the analysis.

- Results: overall, the results obtained in this pilot study showed that we had all the necessary tools. The analysis of the videos allowed to create the navigation graphs with no problems, and differences could be easily appreciated in the different navigation profiles.

Once all the errors were fixed, and the changes were implemented, three new participants were tested (all of them in hypertext). This time, no problems were communicated by the subjects or identified by us, and their comprehension scores were more appropriate (61% of correct answers). Now we were ready to run the experiments. None of the subjects or the results from this study were included in the following experiments.

Without further delay, let’s explain our first study in a detailed manner.

## **5.2. Experiment 1**

### **5.2.1. Goals**

As the reader surely recalls, we had one main objective:

1. Analyze the effects of different reading instructions on hypertext navigation and comprehension.

Our main objective in this first experiment will be to analyze the effects of global instructions (which require reading the whole text, without highlighting specific sections or pieces of information) on navigation and comprehension. We will implement all design features we advanced in previous sections to our hypertext, to try eliminating disorientation in order to analyze the effects of reading instructions with no interferences. Control subjects will do the same tasks in paper texts, assuming that if there are no differences in comprehension between experimental (hypertext) and control (paper text) groups, we could be sure that hypertext did not hinder comprehension.

Specifically, we will manipulate 3 reading instructions: reading for a test, reading to write a summary, and EI. We expect that subjects with a summary instruction focus their attention on higher nodes of the hypertext structure, since they offer more general information, rather than on deeper nodes in the structure, which offer more detailed information. It is more difficult to make predictions about the other two instructions, due to the lack of previous research on the topic, but subjects in the EI condition might spend more time in the first visits to nodes and make more revisits, which would reflect their efforts on answering the elaboration questions. However, it is easier making predictions on comprehension outcomes: subjects in the exam condition are the only group that knows they will be tested after the reading session, so they should have better recall than other groups (though these benefits are usually found when comparing with reading for pleasure, as in van den Broek *et al.*, 2001). However, EI seems a very good technique to enhance comprehension, especially in low prior knowledge readers (Ozgungor & Guthrie, 2004). It will be interesting to analyze which of these instructions will cause better comprehension scores, since they have never been investigated in the same experiment. And navigation data might give us clues to explain the different outcomes obtained.

### 5.2.2. Justification

As we described in the review of previous research, studies show that low prior knowledge readers have serious disorientation problems while navigating a hypertext (Lawless & Kulikowich, 1996; Last *et al.*, 2001; Rezende & de Souza Barros, 2008). However, reading comprehension is a complex process, and in hypertext environments this complexity is even greater. There are many variables involved in hypertext navigation, such as hypertext structure, graphical overviews, or usability, to mention just a few (remember Figure 1, where we saw that all the variables we have just mentioned are relative to the TEXT, but there are also intervening variables relative to the READER, and to the TASK). For this reason, we could not accept the fact that just one of all those variables (prior knowledge) was enough in explaining disorientation.

A careful analysis of those studies led us to realise some important issues: first, materials used were often hypertexts designed for research purposes, which means they used software that was novel and alien to students, who had to start the task by learning how to use it; second, those hypertexts designs did not keep in mind previous research, and they were not specifically designed for a specific population or level of expertise. Therefore, we expected that by designing a hypertext in a well known environment (a Web page) and implementing research findings in our design to benefit low prior knowledge readers, we would be able to eliminate (or reduce to a considerable degree) the unwanted effects (disorientation) that low prior knowledge is supposed to provoke in hypertext navigation.

After making sure that disorientation problems were not present, or at least did not hinder performance, we will be able to analyze the effects of reading instructions. The effects of reading instructions have been widely investigated with traditional texts, but we have very little data about this topic in hypertext. Navigation analysis is a very powerful tool, which provides information about where the reader is in the hypertext system at any moment during a reading session, keeping record of all the decisions they make to select a reading order that leads to the solution of the problem or task they are working on. This kind of analysis may offer very valuable information on how readers behave under different reading goals, which in turn, may help us to better understand why and/or how different instructions cause different comprehension scores.

## 5.2.3. Method

### 5.2.3.1. Participants

Participants in this experiment were 90 undergraduate students at the Faculty of Education at the University of Salamanca. We needed a low topic knowledge sample, so we redacted a text about a barely known topic: Rare illnesses. In addition, all subjects were evaluated to make sure they were low knowledgeable about the topic. Following McCrudden and Schraw (2010), this assessment was conducted at the end of the experiment, since evaluation prior to the reading session may have effects on reading time and learning. Besides, this pre-reading evaluation may interfere with the reading instructions manipulated (remember the instruction “Targeted segments”, in which students focus their attention on the information asked by pre-reading questions or objectives). Eight subjects reported having some prior knowledge about the topic, so they were eliminated from the sample and substituted by other eligible subjects in order to keep a sample of 90 participants.

Subjects were equally distributed in three groups, according to their WM span scores. High, medium, and low levels of WM capacity were assessed by assuming the 33.3 and 66.6 percentiles of the scores distribution as cut-off points.

Finally, members from each group were randomly assigned to one of six conditions resulting from 2x3 design, with text format (hypertext vs. paper text) and reading instructions (EI, test taking, summary writing) as between-subject factors. This way, all conditions had the same amount of high, medium, and low WM capacity participants, as can be seen in Figure 8.

Hypertext groups			
Reading instructions			
	<u>EI</u>	<u>Exam</u>	<u>Summary</u>
<b>High WM span</b>	5 subjects	5 subjects	5 subjects
<b>Medium WM span</b>	5 subjects	5 subjects	5 subjects
<b>Low WM span</b>	5 subjects	5 subjects	5 subjects

Paper text groups			
Reading instructions			
	<u>EI</u>	<u>Exam</u>	<u>Summary</u>
<b>High WM span</b>	5 subjects	5 subjects	5 subjects
<b>Medium WM span</b>	5 subjects	5 subjects	5 subjects
<b>Low WM span</b>	5 subjects	5 subjects	5 subjects

Figure 8. Groups in Experiment 1



### 5.2.3.2. *Materials*

#### Reading Span Test

Working Memory capacity was assessed individually in all participants, using an adapted to Spanish version of the “Reading Span Test” (Daneman & Carpenter, 1980; adapted version by Elosúa *et al.*, 1996). Series of short sentences (between 13 and 16 words each), with no semantic or structural relations, are presented one at a time. During the task, the subject must read aloud each sentence and remember the last word of each of them. There is no time between sentences, so the subjects are not able to use mental repetition of the target words. The test starts with series of two sentences, and the number of sentences is increased during the test to a maximum of six. The test started with 3 practice series of two sentences each to make sure participants understood the task, and ended when the subject failed to recall the three series of a same level. A bonus was given if the words were recalled in the order of presentation.

We used a PowerPoint to deliver this test, white background and black font (size: 12 point), sentences appearing in the middle of the screen, just one line in length (13-16 words). The experimenter passed the slides forward the moment the subject finished reading each sentence. Instructions were written at the beginning of the presentation.

To rate the test we used the “descriptive method”, since it is more discriminative and accurate (Elosúa *et al.*, 1996). Two points were scored for each series of sentences recalled in the correct order, and 1 point if recalled in a different order. No points were given if all words were not recalled (in the series with just 2 sentences, just 1 point could be obtained, because participants could not start the recall with the last word from the last sentence). The score of each series was multiplied by the number of sentences in that series (2, 3, 4, 5 or 6), and the final score was obtained by adding the scores from each series.

#### Hypertext and paper text

An expository hypertext was constructed in Spanish as a webpage (coded in HTML), dealing with the topic of Rare Illnesses. Concretely, an explanation of what Rare Illnesses are was given, and information about Lyme disease, toxocariasis, and rhinophyma was offered. The hypertext was about 2,500 words in 23 nodes (including a node with the reading instructions and another node with the graphical overview).

The hypertext started with the instructions node, from here you could access the graphical overview, and from the graphical overview the first node in hierarchy was accessed (Figure 9 shows the graphical overview implemented). Now, subjects were free to navigate and start taking decisions on which links to follow. As we described in the review of previous research, Salmerón *et al.* (2009) showed that the graphical overview is more effective when used at the beginning of the reading session. That is why we decided to make this first visit to the overview “mandatory” (though there was not a fixed time for this visit, and access at the end of the session was also allowed).

As we advanced in previous sections, we put a lot of effort in designing the hypertext according to what the literature showed beneficial for low prior knowledge readers. Therefore, we used a mainly hierarchical structure (*e. g.* Calisir & Gurel, 2003; Schoon & Cafolla, 2002), but we included hyperlinks between sibling nodes (being strict, this addition could be interpreted as the use of a mixed structure, but this structure is also beneficial for low prior knowledge readers according to McDonald and Stevenson [1998]). The reason to include these links was to avoid excessive backtracking during navigation, and unnecessary jumps across nodes to visit a sibling node. For example, if we look at Figure 9, we can see that we can access the node "Epidemiology of Lyme disease" directly from the node “Symptoms”, and from here we can go directly to the node “Treatment”. With purely hierarchical structure, to read these three sections we would be forced to navigate as follows: Epidemiology → Lyme disease in humans → Symptoms → Lyme disease in humans → Treatment).

We also implemented the overview shown in Figure 9, with a hierarchical structure, as can be seen (*e. g.* Potelle & Rouet, 2003). This overview was non-navigable, subjects had to use hyperlinks in each node to navigate through the hypertext.

Finally, some aspects of Web usability were considered (see Nielsen, 2000). For example, hyperlinks had a characteristic blue colour; links turned bright red and were underlined when passing the mouse over them to facilitate their differentiation from nearby links; visited links had a characteristic purple colour; no inserted links were used in the text, but a list of links at the end of each node; this links list was left-justified to facilitate their scanning and reading; links were named after the section’s title they were linked to; we avoided to write lengthy nodes, to minimize the use of the mouse wheel (or the slide panels); and two buttons were created in each node, giving direct access to

## HYPERTEXT STRUCTURE

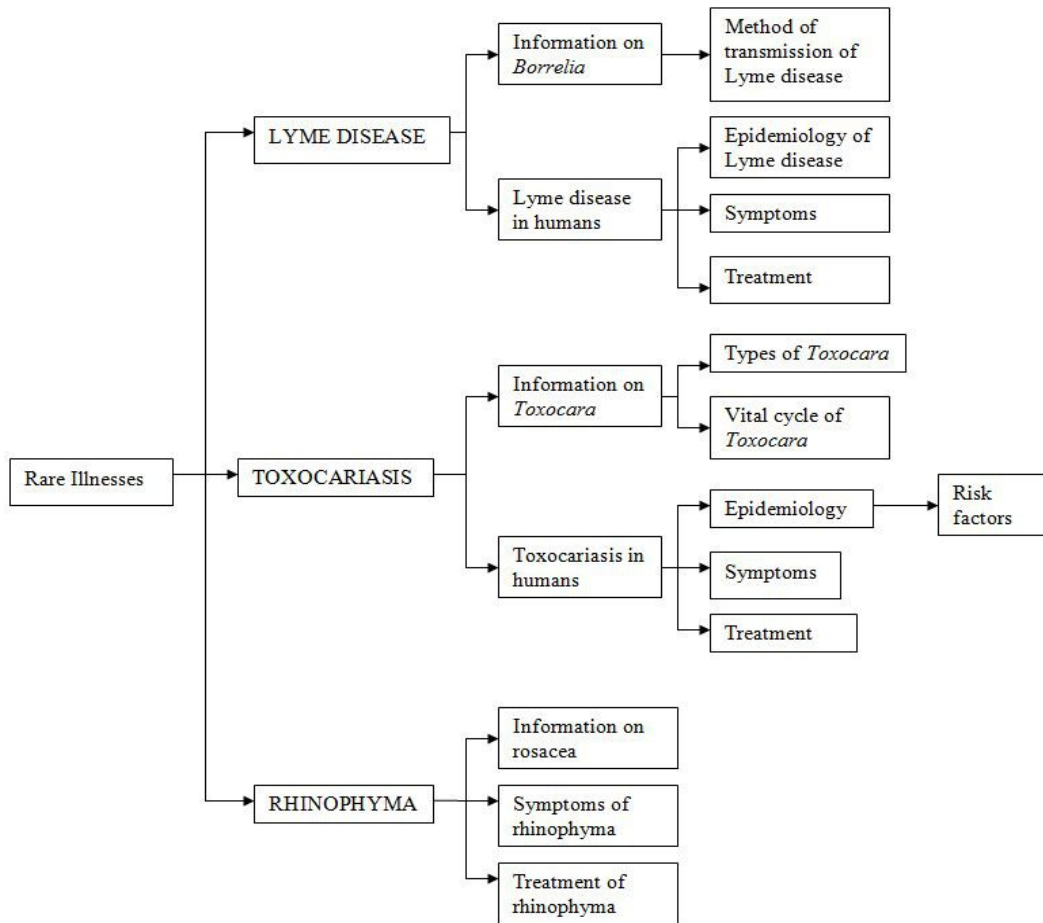


Figure 9. Graphical overview implemented in the hypertext.

the instructions node and to the graphical overview. A screen capture of the Web page can be seen in Figure 10.

Previous research was also kept in mind when deciding the links list order. Remember that readers use mainly three strategies to select hyperlinks (Protopsaltis, 2008; Salmerón *et al.*, 2006): coherence, top link, and interest. We coded the hyperlinks in this order: parent node, child nodes, and sibling nodes. This way, first blue (unvisited) hyperlink in the list will always be the most appropriate to continue reading (in Figure 10, and assuming a general reading goal, the most coherent section to continue reading would be “Information on *Borrelia*”). Therefore, two of the three most used strategies (coherence and top link) derive in coherent reading orders, increasing the chance of avoiding disorientation.

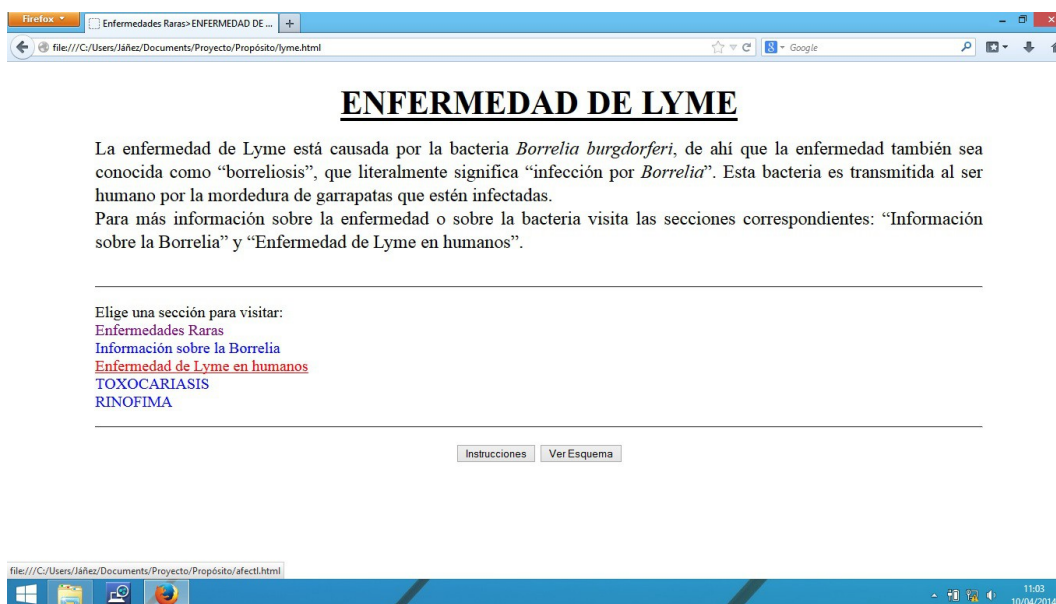


Figure 10. Screen capture of the Web layout, where we can see the basic structure of each node (title, text, links list, and buttons). We can see the characteristic blue colour of unvisited links, the characteristic purple colour of visited links (“Enfermedades Raras”), and the highlighted in bright red and underlined hyperlink where the mouse is at (be aware that the mouse is not visible in a screen capture, but we can infer its position on the link “Enfermedad de Lyme en humanos”, because it is highlighted).

Regarding the paper text, it was exactly the same as the hypertext, though in a linear format. The instructions page and the graphical overview were also included in the same order, and all node titles were kept as section titles.

The text and hypertext used in the three conditions (EI, test taking, and summary writing) were the same, only changing the instructions. Also, the EI condition included “why...?” questions at the end of each node/section (as it is common to this technique). These questions were redacted so the answer was not, in most cases, explicitly stated in the text. It had to be elaborated by students. For example (in the introductory node about Rare Illnesses): “Why do you think countries invest so little funds in researching rare illnesses if millions of people suffer them all over the world, especially in developing areas?”. This node explains that we know very little about most of rare illnesses and that there is not enough research about them, but there is no answer to the question. Readers should use their prior knowledge about medicine, politics, or investment to give an answer.

### Screen capture software

A screen recording software was used to collect navigation data. These recordings were full of information about the readers' behaviour, from time spent on each node and selected hyperlinks, to mouse movements, text selections, use of bookmarks, use of multiple windows/tabs, etc.

### Instructions

According to the taxonomy created by McCrudden and Schraw (2007), the instructions we manipulated in this experiment were:

- Test taking: general instruction, under "Purpose" category.
- Summary writing: general instruction, under "Purpose" category.
- EI: specific instruction, forming its own category ("Elaborative Interrogation").

The main reason to select these instructions is that they have never been studied in the same experiment. The study by Bråten y Samuelstuen (2004) we commented in section 4.2., found differences in the strategies implemented by readers under test taking and summary writing instructions, so we hope that analyzing navigation can give us more clues about how and when these strategies are used. The inclusion of EI instruction, despite being considered a specific instruction, was due to the significant improvement in comprehension and recall this technique is supposed to cause (at least at the situation model level). Since this instruction require the reading of all the material, as the other two instructions manipulated, there would be no differences in that respect. Comparing all of them in the same study could provide interesting results that contribute to this line of research.

The instructions manipulated in this experiment were redacted as follows (we offer an English translation of the original instructions. Titles (EI, test taking, summary writing) were not included, just "Instructions" was written at the beginning of all conditions. The word "objective" was bolded and underlined in all conditions):

<b>Elaborative Interrogation (EI)</b>	<b>Test taking</b>	<b>Summary writing</b>
<p>Next, you are going to read a text entitled “Rare Illnesses”. At the end of each section you will find a question. The answer to this question will not be explicit in the text, or it will ask for your personal opinion. Therefore, most of the time there will be no correct or incorrect answer. Your <b>objective</b> is to read the text and answer to yourself every question you find during your reading. You do not need to write the answer, but you must make an effort in answering all of them as you consider more appropriate.</p>	<p>Next, you are going to read a text entitled “Rare Illnesses”. Your <b>objective</b> is to learn as much as you can about the text, since you will take a test at the end of your reading time about the text contents. This text has a series of questions, and you will NOT have access to the text or your notes to answer.</p>	<p>Next, you are going to read a text entitled “Rare Illnesses”. Your <b>objective</b> is to write a summary about the most important ideas of the text. You will write this summary at the end of your reading time, and you will NOT have access to the text or your notes to do it.</p>
<p style="text-align: center;">(Only for hypertext groups)</p> <p>The text is designed as Web page. This means that you can use the common tools of the browser, such as Back and Forward buttons. At the end of each section you visit, you will see a list of links to choose from, depending on the section you are interested in visiting next. Under the links list you will find permanent buttons that may be useful. The functions of these buttons are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instructions: It will take you back to this page in case you need to re-read your objectives.</li> <li>• Overview: It will take you to the overview of the material always you need it.</li> </ul> <p>Press the "Start" button to access the text.</p>		

### Comprehension test and questionnaires

A comprehension test was created, with 12 short questions assessing text base comprehension and 7 essay questions (5 or 6 lines to answer each question) assessing situation model comprehension.

Examples of questions evaluating text base comprehension are:

- “Rhinophyma is a severe form of another illness. Name that illness.”
- “Which zones of the globe is the appearance of Lyme disease limited to?”.

Examples of questions evaluating situation model comprehension are:

- “Imagine you are the mayor of a small region in your town where there is an outbreak of toxocariasis. Explain the measures you would take to avoid the spreading of the illness”.
- “Explain briefly how the three illnesses you have read about are treated, and give your opinion on which is the most complex and/or aggressive treatment”.

Two independent measures were used to rate the tests, one for each comprehension level. Every question was scored from 0 to 1, and the addition of these scores was used to extract the percentage of correct answers, which was used as the final score for each comprehension level.

After the test, a self-report test was designed to assess prior topic knowledge, with questions such as “Have you ever heard of any of the illnesses from the text?”, “Can you think of an illness similar to those commented in the text?”, “Did you know the meaning of the terms “nematode” or “spirochete” before reading the text?”. After this, they were asked to rate the interest of each illness (from 0 to 10), and an overall interest rating about the whole text. At the end, an “Observations” section was included, and participants were encouraged to comment on any problem, difficulty, or opinion about the experiment.

All participants completed the same test and questionnaire regardless of their reading instructions, and all groups (experimental groups reading the hypertext and control groups reading the paper text) answered them in paper format.

#### **5.2.3.3. Procedure**

First, all participants were assessed individually for WM capacity using the “Reading Span Test”. Using the scores on this test, random groups were created for the experimental (EI, test taking and summary writing instructions in hypertext) and for the control (EI, test taking and summary writing instructions in paper text) conditions, making sure all subgroups had the same number of high, medium and low WM capacity readers.

After this, and in a different session, the reading task was conducted in groups of 15 participants. They were given the reading material and they were given 30 minutes to

fulfil their objectives. A warning was given after 15 and 25 minutes of the time had elapsed.

At the end, right after completion of the reading time, subjects had to fill out the test and questionnaire, with no time limits.

#### **5.2.3.4. Data analysis**

From the analysis of the videos, reading order and time spent on each visit during hypertext reading was extracted. This information was plotted in graphs, representing the navigation profile of each subject (we will see all these graphs in the next section). Cluster analysis was performed on navigation profiles to extract navigation patterns, and visual inspection of the graphs associated to each cluster was used to assess the similarities and differences between the navigation patterns identified.

A chi-square was conducted to check if navigation patterns had been affected by the instructions or by WM capacity. After that, two ANOVAs were performed to check for interactions between navigation patterns and comprehension scores, and between text format (hypertext/paper text) and comprehension scores.

#### **5.2.4. Results**

In this section we will present only the results obtained, the interpretation and discussion will be done in the following section. We will first provide the navigation results, explaining the different navigation patterns and showing the characteristics of each of them, as well as the navigation profiles in each pattern.

Then we will provide the comprehension results, checking for differences between paper and hypertext groups, and between navigation patterns, looking for data that can support the presence or not of disorientation problems.

In both results (navigation and comprehension) we will examine if our control variable (WM capacity) showed any kind of impact, to be able to better explain, in the discussion section, the results obtained in this experiment.



### 5.2.4.1. Navigation

Following Barab *et al.* (1997), we used Ward's hierarchical clustering technique to examine navigation profiles. The navigation variables used for this analysis were reading order and time spent on each visit. Distance between clusters were plotted on a scree plot, to determine the number of cluster examining the gaps in coefficients. In Figure 11, the arrow indicates where the scree plot levels off, meaning that the between-clusters variability is not meaningful enough to suggest new clusters from that point. Therefore, 5 clusters seem to be the most appropriate number to categorize our navigation profiles.

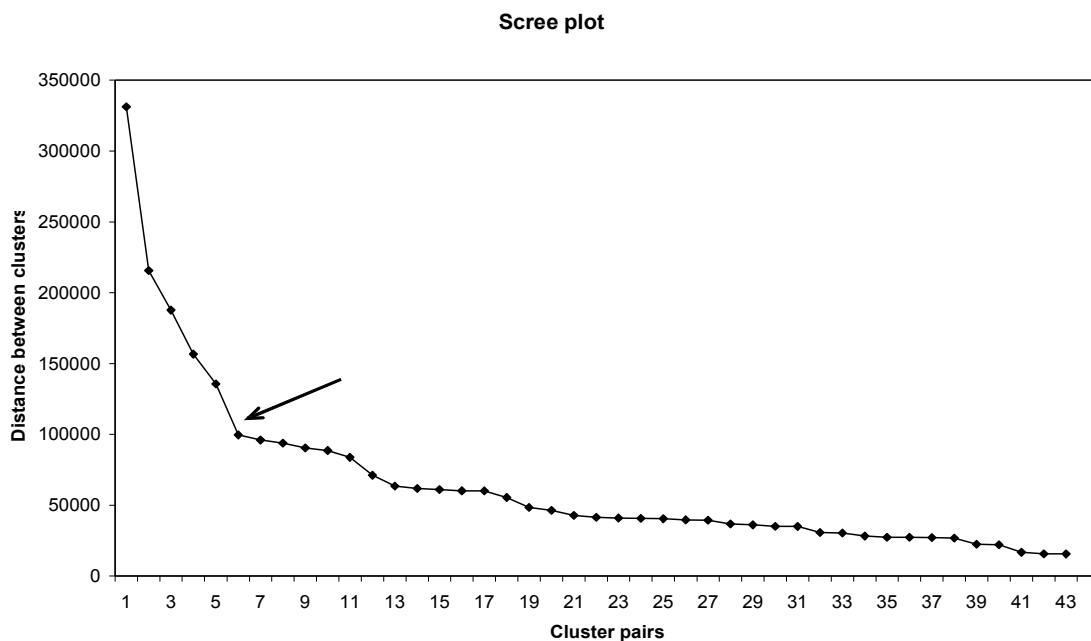


Figure 11. Scree plot used for determining the number of clusters. It supports the existence of 5 different clusters.

A close inspection of all navigation graphs associated to each pattern showed that three of the patterns identified were very similar, so we decided to join all of them in just one group (we will now comment these similarities so the reader can judge for himself or herself). Therefore, 3 global navigation patterns were identified (Navigation graphs will be better understood keeping in mind the hypertext structure, depicted in Figure 9):

- Linear navigation ( $N = 26$ ): Clusters 1, 4 and 5 (see Figures 12, 13 and 14, respectively, for an example of navigation profile in each of those clusters) showed a linear navigation, reading all sections in a coherent order, with no jumps across topics. The only differences between these clusters were the time assigned to the first reading of the material. We can see how subjects in cluster 1 (Figure 12) took around 1,300 seconds for the first reading, subjects in cluster 4 (Figure 13) took around 800 and 1,100 seconds, and subjects in cluster 5 (Figure 14) used most of their time on just one reading of the material.

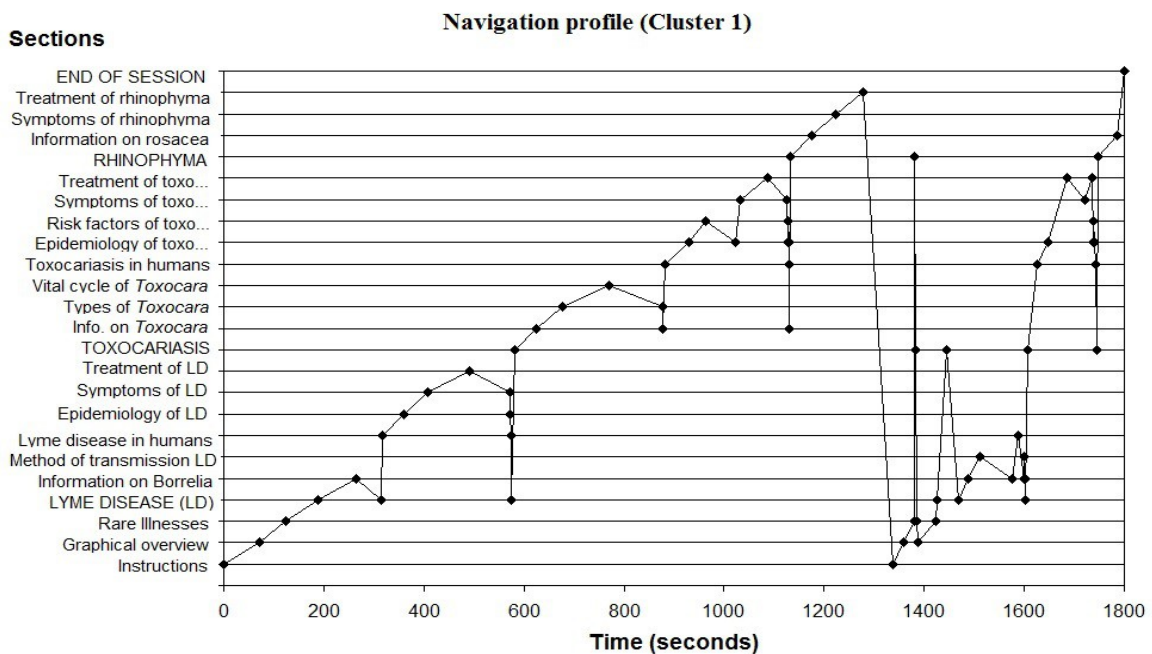


Figure 12. Sample navigation profile from a subject in Cluster 1 (Linear navigation).

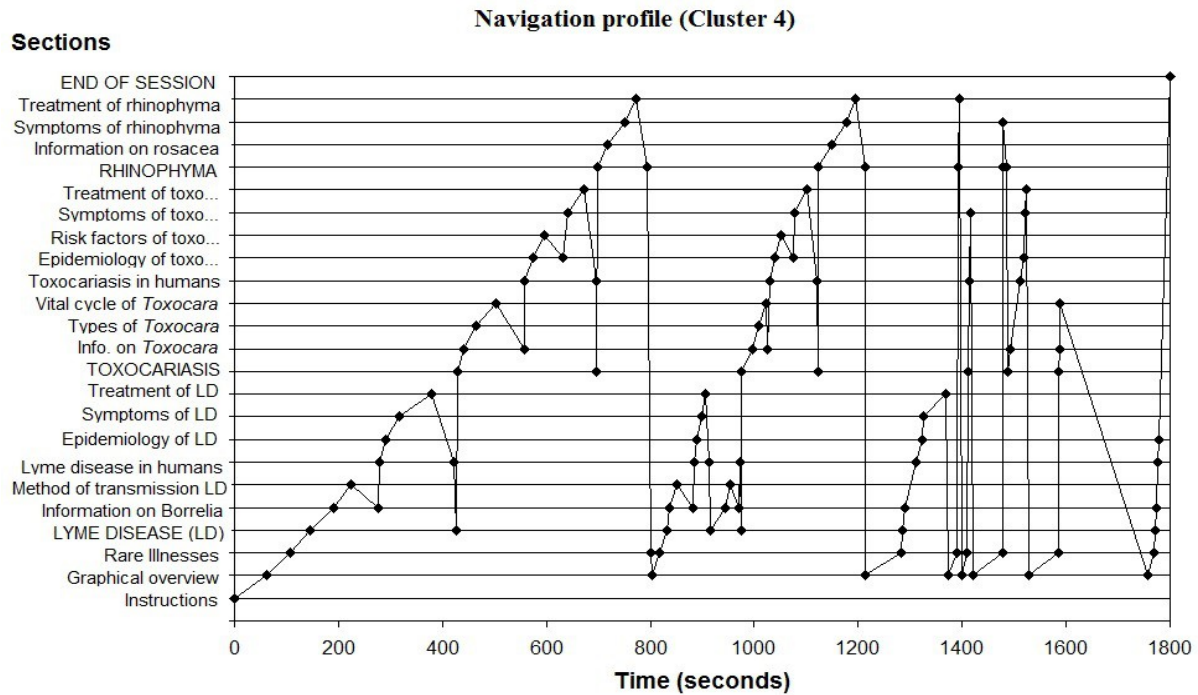


Figure 13. Sample navigation profile from a subject in cluster 4 (Linear navigation).

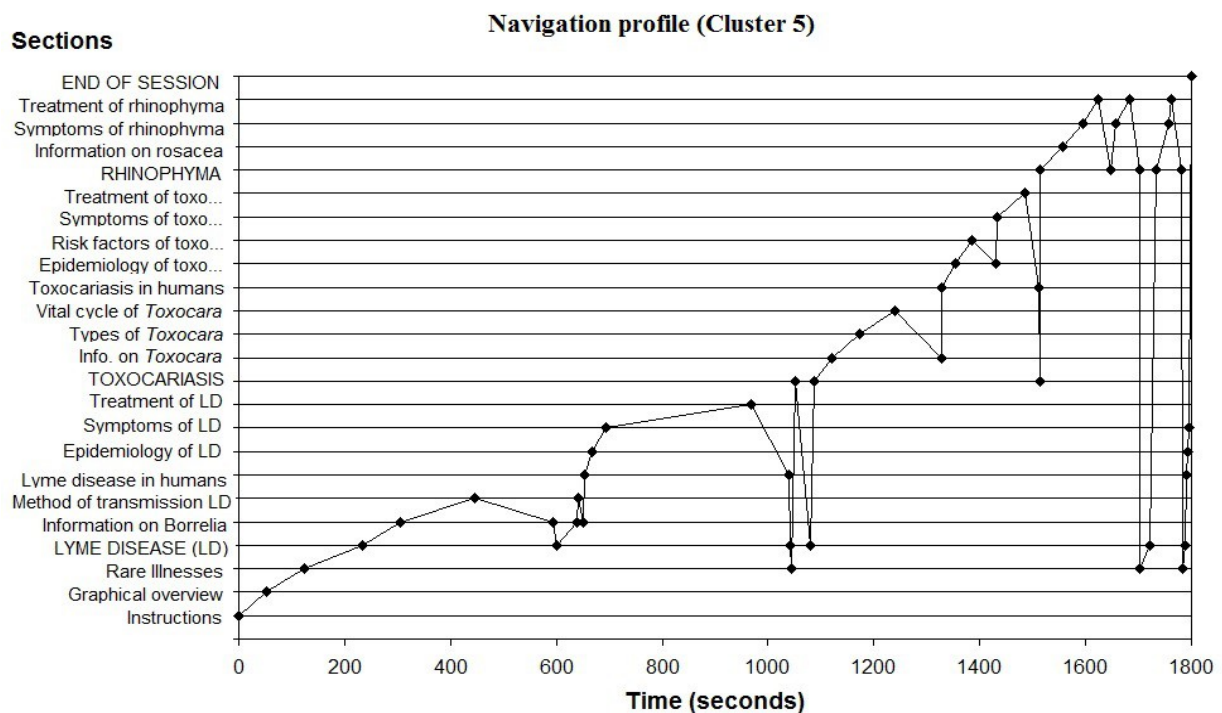
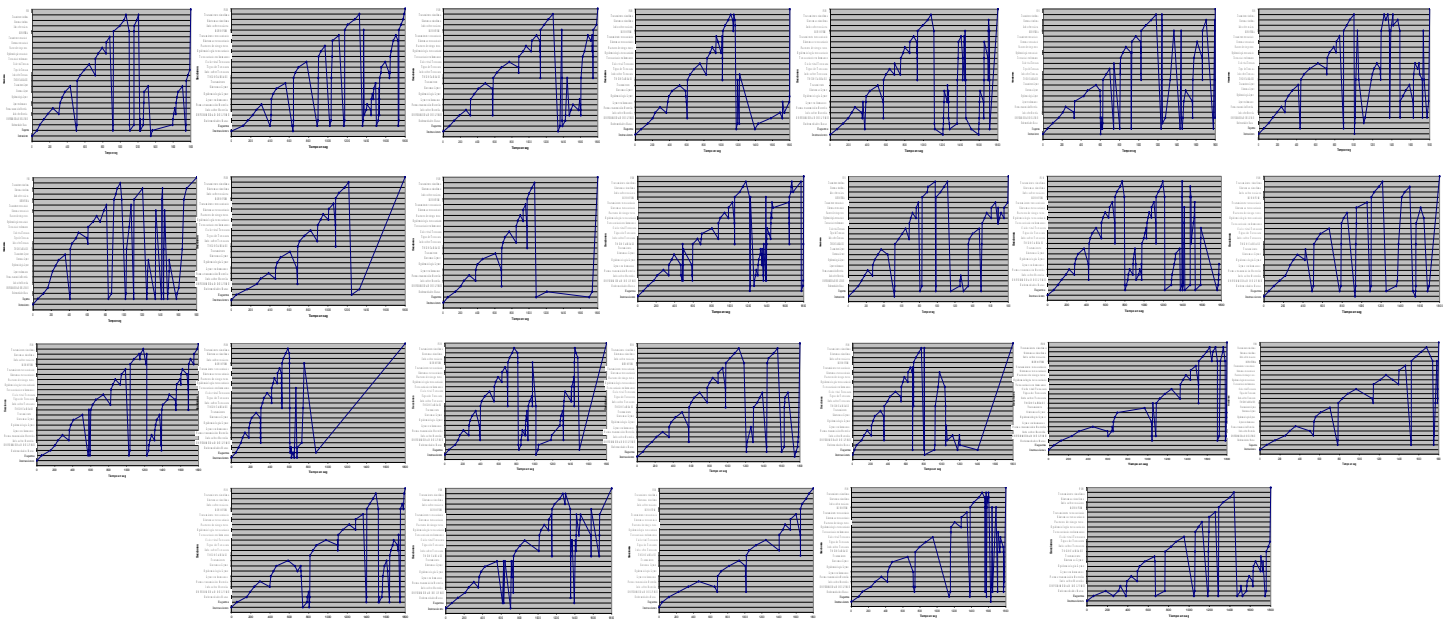


Figure 14. Sample navigation profile from a subject in cluster 5 (Linear navigation).

On the y axis of these graphs we can see all hypertext sections, in a coherent order from bottom to top, so an ascending line in the graph without skipping sections means that the subject followed the most coherent reading order. The visible downfalls in the graphs (such as those in Figure 14 around seconds 600; 1,100; 1,300; and 1,500) are

normal, since they happen in dead-end nodes, where some backtracking is necessary to have access to new nodes.

As we can see, subjects in these 3 clusters show a very similar navigation. All of them are linear, navigating in a coherent order, without skipping sections, and they do not make jumps across topics. This is why all of them are grouped under “Linear navigators”. Next, we show a miniature of all 26 navigation profiles associated to this navigation pattern:



- Linear with minor disoriented navigation ( $N = 13$ ): participants in cluster 2 show a mainly linear navigation (see Figure 15 for an example), like subjects in the previous pattern, but in this case some sections are skipped during the first reading. In Figure 15 we can see that the subject, around the second 400, skips the section “Lyme disease in humans” and its child nodes (“Epidemiology”, “Symptoms” and “Treatment”), and the section “Information on *toxocara*” and its child nodes (“Types of *toxocara*” and “Vital cycle of *toxocara*”). These “jumps” across the material are considered minor disorientation rather than non-linear navigation because they happen mostly in dead-end nodes (for example, as we can see in Figure 15, the last section visited before the first jump is “Method of transmission”, which requires backtracking to access the next coherent node: “Lyme disease in humans”. Instead of doing so, the subject “forgot” there were more sections to read about Lyme disease,

he/she was disorientated, so used the direct access to the graphical overview as a shortcut, since it was a visit of less than 2 seconds, to start reading the next illness). Also, this is considered minor disorientation rather than heavy disorientation because this subjects, after finishing reading the last illness in the text, realise they skipped some sections, and find their way without any problem to those unread nodes (as can be seen in Figure 15, all skipped sections are visited between seconds 1,000 to 1,400 without hesitation on how to get there, and those subsections were read in a linear coherent order).

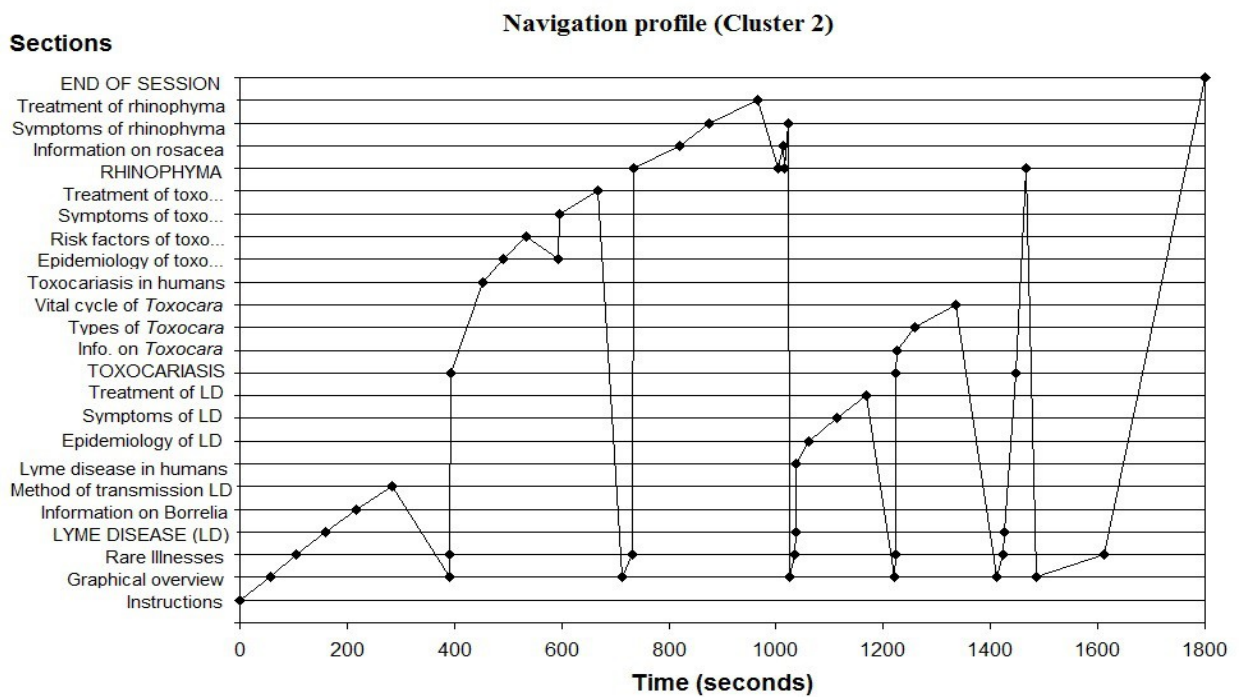
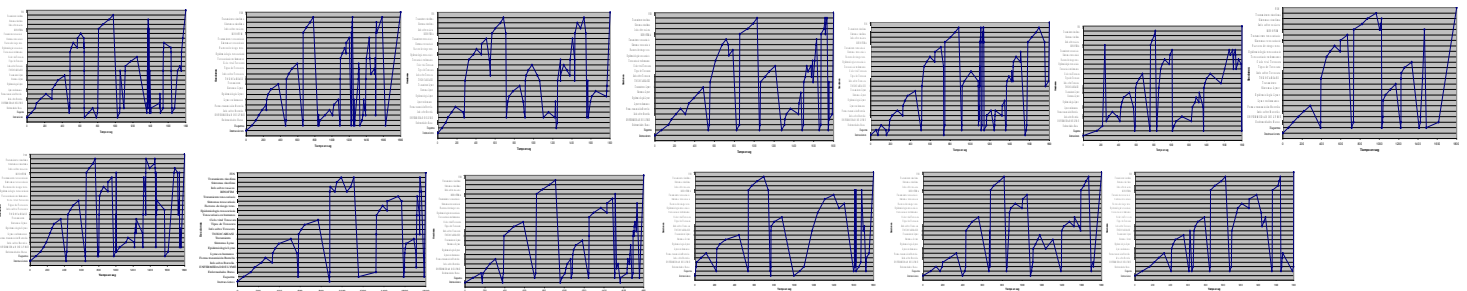


Figure 15. Sample navigation of a subject in cluster 2 (Linear with minor disoriented navigation).

Next, we offer miniatures of all navigation profiles associated to this pattern. We can see how the skipped sections coincide always after dead-end nodes:



- Disoriented navigation ( $N = 6$ ): subjects in cluster 3 (see Figure 16 for an example) showed a random navigation, with many jumps across topics and following incoherent reading orders (we can see in Figure 16 how the subject reads “Epidemiology” and “Symptoms” around second 600, without knowing the method of transmission of the illness, or how around the second 900 read the rhinophyma treatment before knowing the symptoms). Some of these subjects (as the one in Figure 16) even

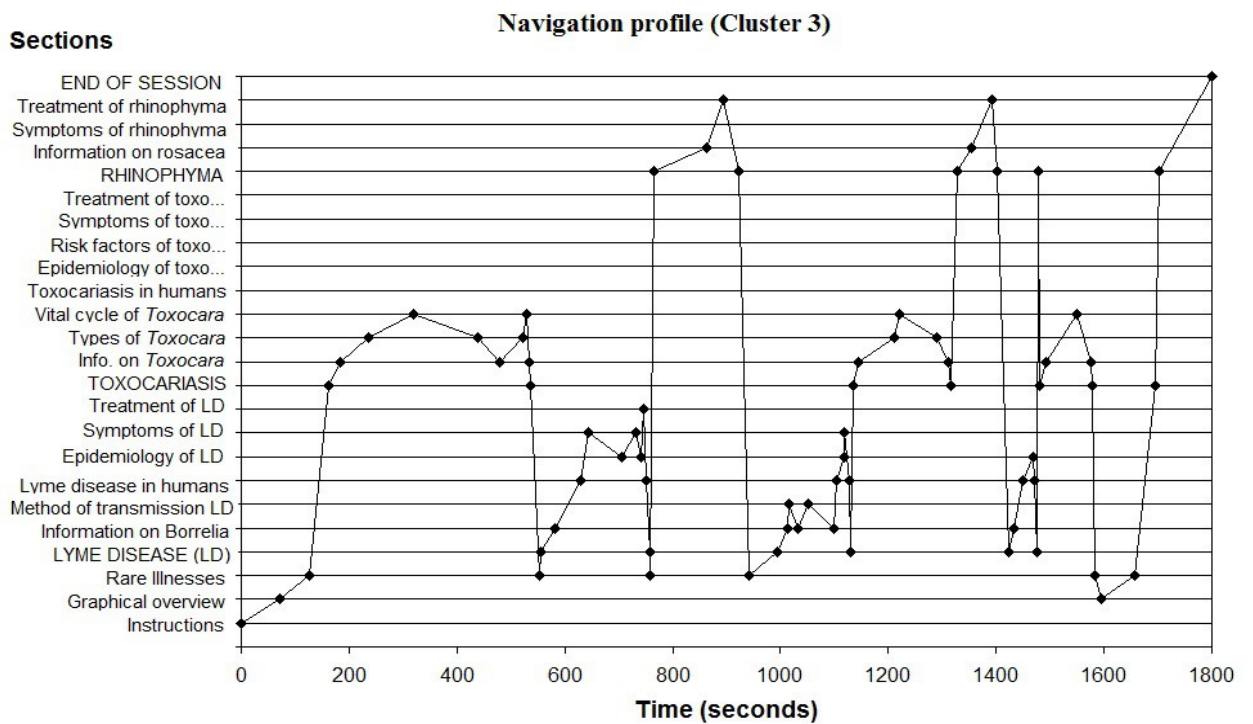
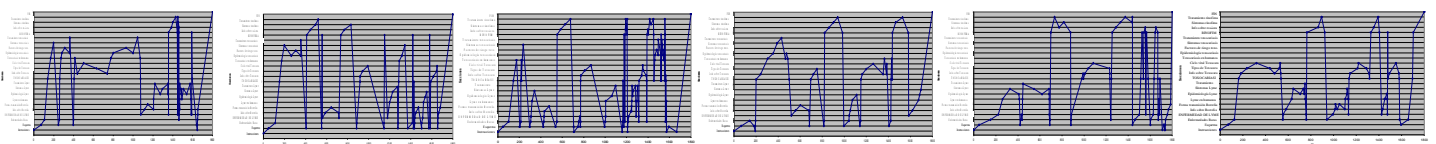


Figura 16. Ejemplo de navegación de un sujeto dentro del *cluster 3* (Navegación desorientada).

leave several unread nodes. Not all disoriented subjects leave unvisited nodes, but all of them share incoherent reading orders, and many transitions across topics.

Next, we can see miniatures of the 6 navigation profiles associated to the disoriented navigation pattern:



To check if these navigation patterns were related to the reading instructions manipulated, or to WM capacity, a crosstabs chi-square was performed. Reading instructions had no effects on navigation, as similar proportions of linear, linear with minor disorientation, and disoriented subjects were found in all conditions ( $X^2(4, N = 45) = 1.615, p > .05$ ). There were also no effects of WM capacity on navigation patterns ( $X^2(4, N = 45) = 5.154, p > .05$ ). The only result worth mentioning is that there were no high WM capacity readers in the disoriented group, but only six subjects became disoriented, so this must be interpreted with caution.

#### **5.2.4.2. Comprehension**

First, we checked if WM capacity had any effects on comprehension scores in hypertext, as this format is supposed to impose greater cognitive demands. After verifying that the assumptions for the ANOVA were met, data showed no significant effects at text base ( $F(2, 42) = 2.185, p > .05$ ) or situation model levels ( $F(2, 42) = 2.601, p > .05$ ).

Then, we checked if reading instructions had any effect on comprehension scores. Regarding hypertext groups, no significant effects on text base ( $F(2, 42) = 0.360, p > .05$ ) or situation model ( $F(2, 42) = 0.890, p > .05$ ) levels were found. Similar lack of effect was found in control (paper text) groups, at text base ( $F(2, 42) = 0.159, p > .05$ ) and situation model ( $F(2, 42) = 0.771, p > .05$ ) comprehension. Since reading instructions had no effects on comprehension, and for clarity reasons, we will refer just to hypertext group, and paper text group in the rest of the analysis.

As stated in our objectives, we also wanted to compare performance between hypertext and paper text groups when reading with the same goals. No differences were found in comprehension scores at text base ( $F(1, 88) = 0.002, p > .05$ ) or situation model ( $F(1, 88) = 0.009, p > .05$ ) levels between text formats.

Finally, we examined comprehension only in the hypertext group, to check if the navigation patterns identified had any effects on comprehension. In Figure 17 we can see the mean comprehension scores obtained by each navigation group. No differences were found at text base comprehension ( $F(2, 42) = 0.576, p > .05$ ), but we did find differences at situation model comprehension ( $F(2, 42) = 5.684, p = .007$ ). Tukey *post hoc* comparisons indicate that subjects with a “linear navigation” achieved significantly better comprehension scores at this level than subjects with “linear with minor



disoriented” navigation ( $p = .038$ ) and also better than subjects with “disoriented” navigation ( $p = .022$ ). Participants in the linear with minor disoriented navigation group had higher scores than disoriented subjects, but differences were not significant ( $p > .05$ ).

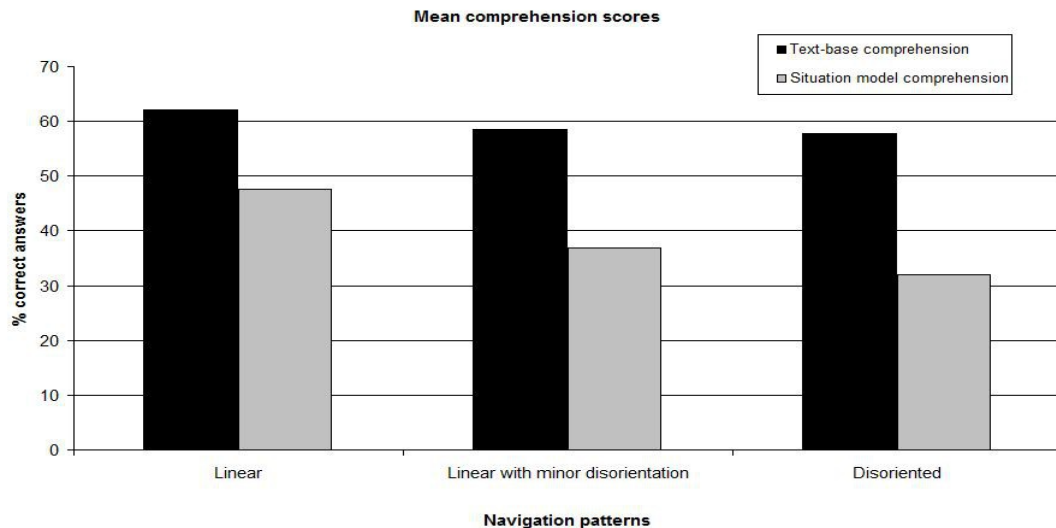


Figure 17. Mean comprehension scores of the three navigation groups identified.

### 5.2.5. Discussion

One sub-goal in this experiment was showing that a good hypertext design that keeps in mind the target population and previous findings, could eliminate the disorientation problems commonly associated to low domain knowledge readers. Our hypothesis has been partly confirmed. The majority of our sample (58%) did not show the slightest sign of disorientation, and just 6 participants (13%) could be categorized as heavily disoriented. These results contrast radically with previous research, in which low prior knowledge is linked to disorientation (Last *et al.*, 2003; Lawless & Kulikowich, 1996; Rezende & de Souza Barros, 2008). Our findings support the importance of the design in explaining disorientation, and the fact that participants using paper texts obtained similar results than participants using hypertexts reinforces the data of the majority of students not having disorientation problems, being able to learn as much as they would have done with paper texts. However, we must be cautious and we should not extract general conclusions. Eliminating disorientation in a considerable percentage of the students is a step forward, but despite the special care in designing a material that would benefit our target readers, a minority of the subjects still showed



severe disorientation problems. Therefore, when we say that design is an important factor, we do not imply that prior knowledge is not. Our intention is to highlight the fact that disorientation could not be explained by one factor alone. Prior knowledge is an important factor in explaining disorientation, and now we know that hypertext design is another important factor. At the beginning of this manuscript, in Figure 1, we saw that reading comprehension depended on READER, TEXT, and TASK variables. Prior knowledge is one of the READER variables that seems to have an importance in hypertext comprehension, and hypertext design is a TEXT variable that have important effects too, as we have showed. We still need to analyze the effects of the reading instructions (TASK variable) in hypertext, to have a basic understanding of hypertext navigation and comprehension from a naturalistic perspective. In the review by McCrudden and Schraw (2007), and in the studies we commented in section 4.2., we saw the effects that reading instructions have on reading comprehension or use of strategies in traditional texts, but we did not replicate any of those findings. We know that text format (paper text or hypertext) had nothing to do with this lack of effect, since control groups using paper texts showed no differences in comprehension across instructions either. One possibility is that all reading instructions we manipulated were very similar, as they all required subjects to read the whole text. This might have led students to focus on reading coherently rather than on the instructions. This lack of effect is of special interest regarding the EI condition, as the benefits of this strategy have been found in many previous studies (*e. g.* Ozgungor & Guthrie, 2004; Smith *et al.*, 2010). We found that our subjects under the EI instruction did have better situation model comprehension (a mean of 46.16% correct answers) than subjects in the test taking (40.24%) and summary writing (39.51%) conditions, but these differences were not significant. One explanation is that previous studies usually compare the EI strategy to reading the text twice, but we compared it with more demanding instructions, as it is studying for a test, or writing a summary. These more demanding tasks might explain the lack of effect of EI in the comparison. Another possibility is that EI strategy may only be beneficial for high prior knowledge subjects, or when it is used with less structured materials. Anyway, this lack of effect has been found in some other studies, as the one by Callender and McDaniel (2007) using paper texts, or the one by Dornisch and Sperling (2006) with electronic texts, so future research should focus on studying how EI relates to prior domain knowledge and hypertext design.

Another important result we should discuss is that of reading comprehension of subjects with minor disorientation. We saw that all subjects, disoriented or not, had a similar text base comprehension. Being disoriented does not interfere with the learning that can be achieved within a specific node. Problems seem to arise when relating information from different nodes with prior knowledge is needed (situation model comprehension). These results are in line with the findings by Salmerón *et al.* (2005), but it is interesting that minimally disoriented subjects had a lower comprehension too. As we explained when analyzing their navigation profiles, subjects in the linear with minor disorientation group just got lost a couple of times during their reading, being the rest of the session done in a linear coherent order. However, their situation model comprehension was as low as that of disoriented subjects. We already mentioned the necessity of being cautious with this result, as only six subjects were disoriented, but the possibility of minor disorientation problems having such a negative impact on comprehension is worth keeping in mind for future research.

Regarding WM capacity, it is interesting to have found no effects on navigation or comprehension. Since our participants had low domain knowledge, it was expected that WM played a bigger role to make up for the lack of knowledge: more cognitive resources mean more simplicity in structuring the new contents and more free resources to face the hyperlink decisional processes without hindering comprehension. Looking back to the findings by DeStefano and LeFevre (2007), we can see that several of the hypertext features we implemented to facilitate low domain knowledge readers' navigation (hierarchical structure, or simple graphical overview) are also beneficial for low WM capacity readers. So the specific design implemented seemed to be useful to facilitate navigation, structuring the contents and reduce cognitive overhead at the same time. From the Cognitive Load Theory perspective, we could say that, making use of previous research about hypertext design, we have been able to reduce extrinsic cognitive load, allowing participants to use their resources to increase the germane load, leading to a better learning.

Now that we know that the majority of the subjects will be able to navigate efficiently in our hypertext, we will focus our attention on a more thorough study of reading instructions in our second experiment. If we manage to identify how reading instructions interact with prior knowledge and hypertext design, we will be able to

analyze hypertext navigation using at least one variable from each of the axis intervening in comprehension (TEXT -> hypertext design; READER -> prior knowledge; and TASK -> reading instructions). This will be a very basic first step in studying hypertext navigation from a comprehensive and naturalistic perspective.

## **5.3. Experiment 2**

### **5.3.1. Goals**

The main objective in this experiment is to analyze the effects of reading instructions on hypertext navigation and comprehension. After the lack of effect of the instructions manipulated in the first experiment, we will maximize the differences in the specificity of the instructions in this study, hoping that this manipulation causes different effects on navigation and comprehension. Specifically, we expect that a general instruction derives in similar navigation paths to the ones obtained in our first experiment: linear navigation. Whereas a very specific instruction might activate a “search schema” rather than a “deep comprehension” schema, which would derive in shorter visits to nodes (in other words, in more node transitions), and non-linear navigation (or at least, a significantly less linear navigation than with general instructions).

### **5.3.2. Justification**

We have explained in several occasions how previous research have studied the effects of reading instructions over the years in traditional texts, but research about this topic using hypertext materials is scarce. Analyzing these effects on hypertext is important for two main reasons: first, since hypertext requires new reading skills and strategies, there exists the possibility that the same reading instruction causes the implementation of different strategies when dealing with paper texts than when using hypertext, which would have important repercussions in educational settings; second, analyzing hypertext navigation while working under different instructions, offers the opportunity to study how and when different strategies are implemented, which may give us important data in explaining the differences in performance across instructions.

### **5.3.3. Method**

The design of this experimental is identical to experiment 1, changing only the instructions manipulated. We will explain again all the details for those readers who did not read experiment 1 or who prefer to remember the specifics of the design. If the reader already knows experiment 1 and can remember the overall design, we recommend to continue on subsection “Instructions” in section “5.3.3.2. Materials”.

#### ***5.3.3.1. Participants***

In this experiment we used a sample of 90 participants, all of them were undergraduate students from the Faculty of Education at University of Salamanca. To make sure all participants had low domain knowledge, we used the same text about a barely known topic: Rare Illnesses. Besides, all participants were evaluated at the end of the experiment to verify they did not have prior knowledge about the topic. We did not evaluate this before the reading session because it may have affected reading time and learning (McCrudden and Schraw, 2010). Eleven subjects reported to have some prior domain knowledge, so they were substituted for eligible subjects to keep a sample of eleven participants.

Subjects were equally distributed in 3 groups according to their Working Memory (WM) span scores (high, medium, and low levels of WM capacity were assessed by assuming the 33.3 and 66.6 percentiles of the scores distribution as cut-off points), and members of each group were randomly assigned to one of six conditions resulting from a 2 x 3 design with text format (hypertext vs. paper text) and specificity of the instruction (general, medium, specific) as between-subject factors, so all conditions had the same amount of high, medium and low WM capacity participants.

#### ***5.3.3.2. Materials***

##### Reading Span Test

Working Memory capacity was assessed individually in all participants, using an adapted to Spanish version of the “Reading Span Test” (Daneman & Carpenter, 1980; adapted version by Elosúa *et al.*, 1996). Series of short sentences (between 13 and 16 words each), with no semantic or structural relations, are presented one at a time. During the task, the subject must read aloud each sentence and remember the last word

of each of them. There is no time between sentences, so the subjects are not able to use mental repetition of the target words. The test starts with series of two sentences, and the number of sentences is increased during the test to a maximum of six. The test started with 3 practice series of two sentences each to make sure participants understood the task, and ended when the subject failed to recall the three series of a same level. A bonus was given if the words were recalled in the order of presentation.

We used a PowerPoint to deliver this test, white background and black font (size: 12 point), sentences appearing in the middle of the screen, just one line in length. The experimenter passed the slides forward the moment the subject finished reading each sentence. Instructions were written at the beginning of the presentation.

To rate the test we used the “descriptive method”, since it is more discriminative and accurate (Elosúa *et al.*, 1996). Two points were scored for each series of sentences recalled in the correct order, and 1 point if recalled in a different order. No points were given if all words were not recalled (in the series with just 2 sentences, just was point could be obtained, because participants could not start the recall with the last word from the last sentence). The score of each series was multiplied by the number of sentences in that series (2, 3, 4, 5 or 6), and the final score was obtained by adding the scores from each series.

#### Hypertext and paper text

We used the same expository hypertext as in experiment 1, constructed in Spanish as a webpage (coded in HTML), dealing with the topic of Rare Illnesses. Concretely, an explanation of what Rare Illnesses are was given, and information about Lyme disease, toxocariasis, and rhinophyma was offered. The hypertext was about 2,500 words in 23 nodes (including a node with the reading instructions and another node with the graphical overview).

The hypertext started with the instructions node, from here you could access the graphical overview, and from the graphical overview the first node in hierarchy was accessed (Figure 9 shows the graphical overview implemented). Now, subjects were free to navigate and start taking decisions on which links to follow. As we described in the review of previous research, Salmerón *et al.* (2009) showed that the graphical overview is more effective when used at the beginning of the reading session. That is why we decided to make this first visit to the overview “mandatory” (though there was not a fixed time for this visit, and access at the end of the session was also allowed).

As we advanced in previous sections, we put a lot of effort in designing the hypertext according to what the literature showed beneficial for low prior knowledge readers. Therefore, we used a mainly hierarchical structure (*e. g.* Calisir & Gurel, 2003; Schoon & Cafolla, 2002), but we included hyperlinks between sibling nodes (being strict, this addition could be interpreted as the use a mixed structure, but this structure is also beneficial for low prior knowledge readers according to McDonald and Stevenson [1998]). The reason to include these links was to avoid excessive backtracking during navigation, and unnecessary jumps across nodes to visit a sibling node.

We also implemented the overview shown in Figure 9, with a hierarchical structure, as can be seen (*e. g.* Potelle & Rouet, 2003). This overview was non-navigable, subjects had to use hyperlinks in each node to navigate through the hypertext.

Finally, some aspects of Web usability were considered (see Nielsen, 2000). For example, hyperlinks had a characteristic blue colour; links turned bright red and were underlined when passing the mouse over them to facilitate their differentiation from nearby links; visited links had a characteristic purple colour; no inserted links were used in the text, but a list of links at the end of each node; this links list was left-justified to facilitate their scanning and reading; links were named after the section's title they were linked to; we avoided to write lengthy nodes, to minimize the use of the mouse wheel (or the slide panels); and two buttons were created in each node, giving direct access to the instructions node and to the graphical overview. A screen capture of the Web page can be seen in Figure 10.

Previous research was also kept in mind when deciding the links list order. Remember that readers use mainly three strategies to select hyperlinks (Protopsaltis, 2008; Salmerón *et al.*, 2006): coherence, top link, and interest. We coded the hyperlinks in this order: parent node, child nodes, and sibling nodes. This way, first blue (unvisited) hyperlink in the list will always be the most appropriate to continue reading (in Figure 10, and assuming a general reading goal, the most coherent section to continue reading would be “Información sobre la Borrelia”). Therefore, two of the three most used strategies (coherence and top link) derive in coherent reading orders, increasing the chance of avoiding disorientation.

Regarding the paper text, it was exactly the same as the hypertext, though in a linear format. The instructions page and the graphical overview were also included in the same order, and all node titles were kept as section titles.

The text and hypertext used in the three conditions (general, medium, and specific instructions) were the same, only changing the instructions.

#### Screen capture software

A screen recording software was used to collect navigation data. These recordings were full of information about the readers' behaviour, from time spent on each node and selected hyperlinks, to mouse movements, text selections, use of bookmarks, use of multiple windows/tabs, etc.

#### Instructions

In order to discern more easily the effects of the instructions on navigation, we manipulated the specificity of the reading objectives. According to McCrudden and Schraw (2007), the instructions manipulated in this experiment would be classified as follows:

- General: from the redaction of this instruction, we could classify it as a “Perspective” manipulation (general instruction).
- Medium: this instruction belongs to the category “Targeted Segments” (specific instruction).
- Specific: this instruction belongs to the category “Targeted Segments” (specific instruction).

In the previous experiment, all participants had to read the whole text with similar instructions. For this reason, we do not know if they focused on the instructions or they just tried to read all the material as coherently as possible, regardless of the instructions. In this experiment, the three instructions manipulated focus on just one of the illnesses (toxocariasis), being different only in the specificity of that focus. In the general instruction, subjects have to read the whole illness in a coherent way, there are no highlighted sections or information, so we expect to find similar navigation profiles than the ones obtained in experiment 1. Subjects with a medium specificity instruction are proposed 4 reading objectives, each of them requiring the reading of 2 or 3 nodes/sections to be answered. Subjects in the specific instruction are proposed 7 reading goals, very specific, requiring very detailed information that can be found in just one line within a single node.

In the following table we will present how these instructions were redacted, so the reader can better appreciate the differences between them (we offer an English translation of the originals in Spanish. The word “objective” was bolded and underlined in the original):

General	Medium	Specific
<p>Imagine you are taking care of 6 year old relative during the holiday. You notice some strange symptoms in the kid and decide to go to the hospital. The doctor thinks that it could be toxocariasis, a rare illness, and gives you an appointment with an specialist for the following week.</p> <p>You do not want to wait, so you decide to look for all the information you can about the illness. You find a Web page dealing with several rare illnesses, one of them being toxocariasis. You set yourself the <b><u>objective</u></b> of learning all the details about the illness, to know what you can expect from it.</p>	<p>Next, you are going to read a text entitled “Rare Illnesses”. Your reading <b><u>objectives</u></b> are as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Find out what toxocariasis is.</li> <li>2. Discover all the information you can about the parasite characteristics and its way of living.</li> <li>3. Search in which areas of the globe you can contract toxocariasis and how you can prevent it.</li> <li>4. Look into the different health problems toxocariasis can cause and the possible treatments for each of them.</li> </ol>	<p>Next, you are going to read a text entitled “Rare Illnesses”. Your reading <b><u>objectives</u></b> are as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Find out how many eggs per day can <i>Toxocara</i> female lay.</li> <li>2. Discover how <i>Toxocara</i> larva get to the lungs from the intestines.</li> <li>3. Search for the name of the drug used in toxocariasis.</li> <li>4. Find out which <i>Toxocara</i> is larger: <i>Toxocara canis</i> or <i>Toxocara catis</i>.</li> <li>5. Search in which areas, rural or urban, is easier to contract toxocariasis.</li> <li>6. Discover in which cases you can contract toxocariasis if you do not wash your hands before you eat.</li> <li>7. Look into which of the toxocariasis syndromes can cause anorexia.</li> </ol>



(Only for hypertext groups)

The text is designed as a Web page. This means that you can use the common tools of the browser, such as Back and Forward buttons. At the end of each section you visit, you will see a list of links to choose from, depending on the section you are interested in visiting next.

Under the links list you will find permanent buttons that may be useful. The functions of these buttons are:

- Instructions: It will take you back to this page in case you need to re-read your objectives.
- Overview: It will take you to the overview of the material always you need it.

Press the "Start" button to access the text.

It is important to highlight the fact that to fulfil the objectives of the 3 instructions you must access all nodes of the illness (9 nodes, plus the introductory node “Rare Illnesses”, the instructions, and graphical overview). This way, we can make sure that the differences we may find are not caused by the different amount of nodes that were needed to be accessed.

The relevant text in this experiment is, therefore, shorter (around 1,100 words), and less time will be allowed for the task (15 minutes). The other two illnesses will be used as distracting information in this experiment, to help us analyze if subjects focus on their objectives or if they have trouble finding the relevant nodes.

#### Comprehension test and questionnaires

The same comprehension test and questionnaire from experiment 1 was used, only keeping the questions relative to toxocariasis, and rewriting those questions that asked for comparisons between two or more of the illnesses. The final comprehension test consisted on 5 short answer questions assessing text base comprehension and 4 essay questions (5 or 6 lines to answer each question) assessing situation model comprehension.

Examples of questions evaluating text base comprehension are:

- “When *toxocara* parasites invade our body, where do they mature into adults, reproduce and lay the eggs?”.
- “There are 3 alternatives in the treatment of toxocariasis, depending on the severity and localization. Which are these alternatives?”.

Examples of questions evaluating situation model comprehension are:

- “Imagine you are the mayor of a small region in your town where there is an outbreak of toxocariasis. Explain the measures you would take to avoid the spreading of the illness”.
- “Explain briefly the three syndromes of toxocariasis, and which symptoms will you use to diagnose each of them”.

Two independent measures were used to rate the tests, one for each comprehension level. Every question was scored from 0 to 1, and the addition of these scores was used to extract the percentage of correct answers, which was used as the final score for each comprehension level.

After the test, a self-report test was designed to assess prior topic knowledge, with questions such as “Had you ever heard of toxocariasis before reading the text?”, “Can you think of an illness similar to toxocariasis?”, “Did you know the meaning of the term “nematode” before reading the text?”. After this, they were asked to rate the interest of each section (from 0 to 10), and an overall interest rating about the whole illness. At the end, an “Observations” section was included, and participants were encouraged to comment on any problem, difficulty, or opinion about the experiment.

All participants completed the same test and questionnaire regardless of their reading instructions, and all groups (experimental groups reading the hypertext and control groups reading the paper text) answered them in paper format.

#### **5.3.3.3. Procedure**

First, all participants were assessed individually for WM capacity using the “Reading Span Test”. Using the scores on this test, random groups were created for the experimental (general, medium, and specific instructions in hypertext) and for the control (general, medium, and specific instructions in paper text) conditions, making sure all subgroups had the same number of high, medium and low WM capacity readers.

After this, and in a different session, the reading task was conducted in groups of 15 participants. They were given the reading material and they were given 15 minutes to fulfil their objectives. A warning was given after 10 minutes of the time had elapsed.

In the end, right after completion of the reading time, subjects had to fill out the test and questionnaire, with no time limits.

#### **5.3.3.4. Data analysis**

From the analysis of the videos, reading order and time spent on each visit during hypertext reading was extracted. This information was plotted in graphs, representing the navigation profile of each subject (we will see all these graphs in the next section). Cluster analysis was performed on navigation profiles to extract navigation patterns, and visual inspection of the graphs associated to each cluster was used to assess the similarities and differences between the navigation patterns identified.

A chi-square was conducted to check if navigation patterns had been affected by the instructions or by WM capacity. After that, two ANOVAs were performed to check for interactions between navigation patterns and comprehension scores, and between text format (hypertext/paper text) and comprehension scores.

### **5.3.4. Results**

We will start this section explaining in detail the navigation patterns identified, and analyzing if reading instructions had, this time, any effects on those patterns.

Then, we will present the results about comprehension, looking for possible effects of text format (hypertext vs. paper text), specificity of the instructions (general, medium, specific) or navigation patterns on comprehension scores.

After that, we will find out that there are (apparently) some incongruous data between navigation and comprehension scores, so we will explain these incoherent results further in a new section called “Complementary data”.

#### **5.3.4.1. Navigation**

Before extracting navigation patterns, we explore the data looking for navigation variables that could have been affected by reading instructions. An ANOVA with Tukey *post hoc* comparisons reveals that, this time, reading instructions had significant effects on navigation. In particular, subjects with specific instructions spend significantly more time to the instructions node than subjects with medium ( $p = .041$ ) and general ( $p = .024$ ) instructions, they make more visits to that node than subjects with medium ( $p = .031$ ) and general ( $p = .002$ ) instructions, and make more total transitions than participants with medium (nearly significant,  $p = .056$ ) and general ( $p = .015$ ) instructions. Since participants under specific instructions had a list with seven

objectives, these results are not unexpected, as these subjects need to go back and forth to that page in many occasions to re-read their goals. We decided to eliminate all transitions made from and to the instructions page, to check if this is the reason of the significant differences found. However, differences in number of transitions remained significant, subjects under specific instructions made more transitions than subjects under general ( $p = .049$ ), and medium (nearly significant,  $p = .073$ ) instructions. It seems that we finally obtained the expected effects of reading instructions on navigation: subjects under specific instructions presumably activate a “search” schema rather than a “deep comprehension” schema.

To reinforce these results, and have a better knowledge of the characteristics of navigation, we extracted navigation patterns through cluster analysis, using Ward’s hierarchical method. In the previous experiment, we used reading order and time on each visit for this analysis, but these variables do not discriminate in the present experiment. We assume that having a reduced amount of relevant sections, and less time on task, may explain this problem. After analyzing several navigation variables and their combinations, the most descriptive and clear groupings were achieved using the following:

- Total transitions (number of transitions between textual nodes, not including the instructions nor the graphical overview).
- Time spent on the instructions node.
- Time spent on the graphical overview.
- Number of visits to the instructions node.
- Number of visits to the graphical overview.

As we can see in Figure 18, it seems that the data suggests 5 different clusters in explaining navigation.

Next, we will see that some of these clusters are very similar, both in their navigation characteristics and in their distribution across instructions. We will explain in detail all these aspects, so the reader knows all the data and understands the justification of our decision, but it should be kept in mind that we will finally group the data in just 3 navigation patterns.

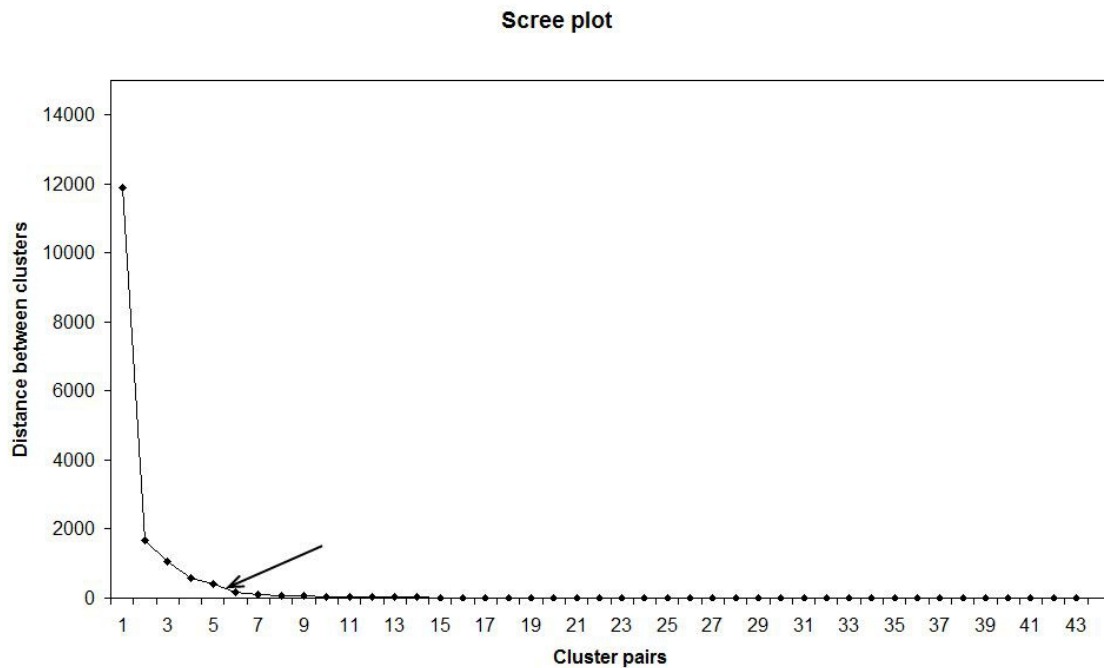


Figure 18. Scree plot supporting the extraction of 5 clusters. The arrow indicates the point where differences between clusters stop being significant enough to suggest new groups.

The 5 clusters identified in the initial analysis are as follows:

- Cluster 1 (N = 6): this is the group that makes the least number of transitions. They basically make just one reading of the material.
- Cluster 2 (N = 12): most of the subjects in this group make a general reading in the first part, and search behaviours (more number of transitions and more visits to the overview and instructions) on the final part of the reading session.
- Cluster 3 (N = 14): this group is very similar to cluster 1: they make very few visits, and the majority of the subjects focus on just one reading of the material.
- Cluster 4 (N = 8): this is the group that makes the most number of transitions, showing the most obvious search behaviours.
- Cluster 5 (N = 5): this group makes many visits to the instructions and to the graphical overview, spending a lot of time in those nodes.

Before joining some of these groups to clarify the description of the data, we will first analyze if the instructions had any effects on these navigation patterns. Fisher's exact test indicates that there are significant relations between navigation patterns and specificity of the instructions ( $p = .022$ ). In Figure 19 we can clearly observe these relations.

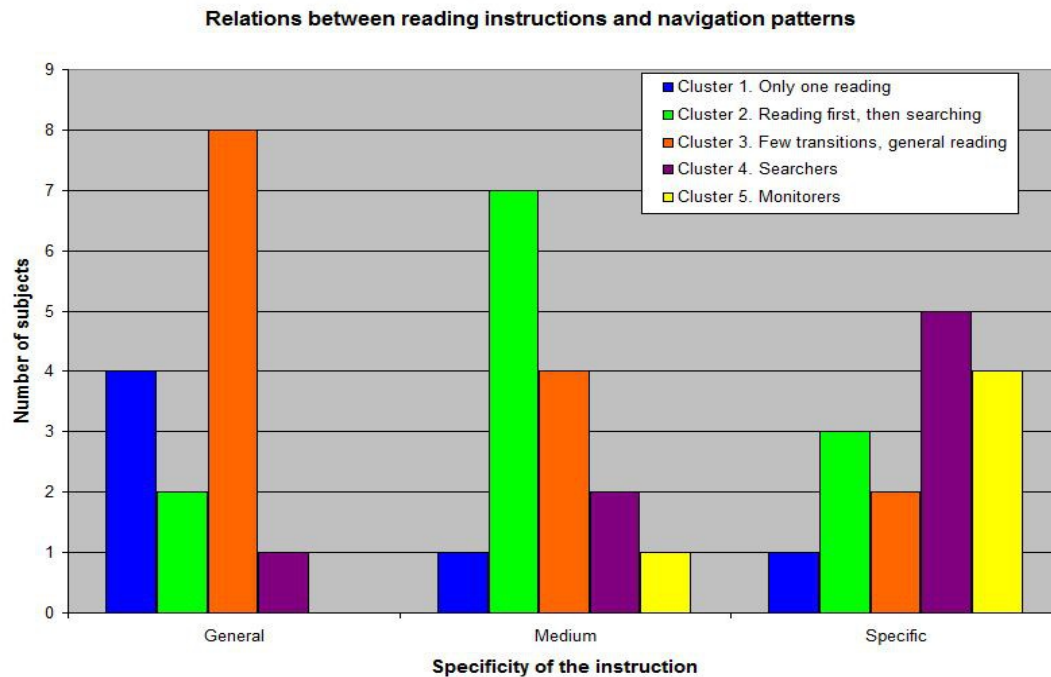


Figure 19. Navigation patterns associated to each of the reading instructions.

When we explained the characteristics of each navigation pattern in the previous page, we could realise that clusters 1 and 3 were very similar: they are the groups that make the least number of transitions, making fundamentally just one reading of the material. We can observe in Figure 19 that these clusters are also associated to the different instructions in a similar way: most of them have a general instruction and only a minority can be found in the specific instruction group. Due to their general reading, we decide to analyze if they are significantly different from the other clusters in the mean time spent on relevant nodes the first time they are visited (otherwise, mean times would correlate with number of transitions). An ANOVA with Tukey *post hoc* comparisons show that these groups (1 and 3) spend significantly more time than most other groups on first visits to relevant nodes, but there are no differences between both of them. Concretely, cluster 1 spends more time than clusters 2 ( $p = .001$ ), 4 ( $p < .001$ ) and 5 ( $p = .040$ ), and cluster 3 spends significantly more time than clusters 2 ( $p = .026$ ) and 4 ( $p = .003$ ), but do not reach significance with cluster 5. As the main goal of cluster analysis is descriptive, and due to all these similarities, we considered appropriate to consider clusters 1 and 3 as only one navigation group (global readers).

In a similar way, clusters 4 and 5 are also comparable: they make more transitions than most other groups (cluster 4 makes significantly more transitions than clusters 1, 2 and 3,  $p < .001$  in all cases, and cluster 5 makes more transitions than clusters 1,  $p = .003$ , and 2,  $p < .001$ ), they are heavy users of the instructions and

graphical overview, and they are associated in a similar way with the reading instructions. Their similarities are very clear, so they will be considered as one navigation group (Searchers/Monitorers).

To finish this section, let's have a look at Figure 20, which shows the final navigation patterns identified in this study:

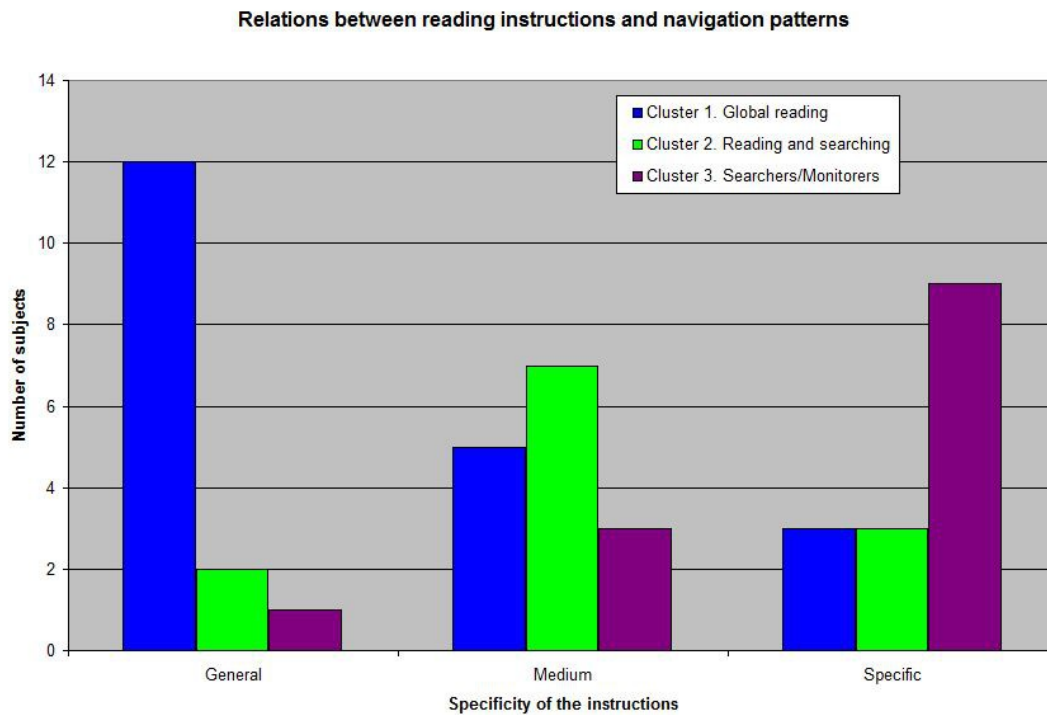


Figure 20. Navigation patterns associated to each instruction after grouping similar clusters.

We can see how subjects with a general instruction focus on global reading navigation strategies (few visits and slow reading on first visits to relevant nodes), while subjects under specific instructions tend to use search strategies (many transitions between nodes and heavy use of the instructions and graphical overview, presumably to monitor their progress on the task). Subjects under medium specificity instructions use a variety of navigation behaviours, though they tend to use a mixed strategy of global reading and searching.

#### 5.3.4.2. *Comprehension*

First, we checked if experimental groups (hypertext) had similar comprehension scores than control groups (paper text). An ANOVA showed no significant differences between text format in comprehension at text base ( $F(1, 88) = 2.221, p > .05$ ), or situation model ( $F(1, 88) = 0.217, p > .05$ ).

Then, we examined if WM capacity had any effects on comprehension. In order to meet the assumptions for the ANOVA, situation model comprehension scores needed a logarithmic transformation, and text base comprehension scores required a square root transformation. Results showed no significant differences in comprehension related to WM capacity at text base ( $F(2, 87) = 2.122, p > .05$ ) or situation model ( $F(2, 87) = 2.255, p > .05$ ).

Finally, we checked if reading instructions had any effects on comprehension. Hypertext groups showed no significant differences in text base ( $F(2, 42) = 1.070, p > .05$ ), or situation model ( $F(2, 42) = 2.427, p > .05$ ) comprehension across instructions. Paper text groups also showed no differences in text base ( $F(2, 42) = 0.249, p > .05$ ) or situation model ( $F(2, 42) = 0.799, p > .05$ ) comprehension in the different instructions.

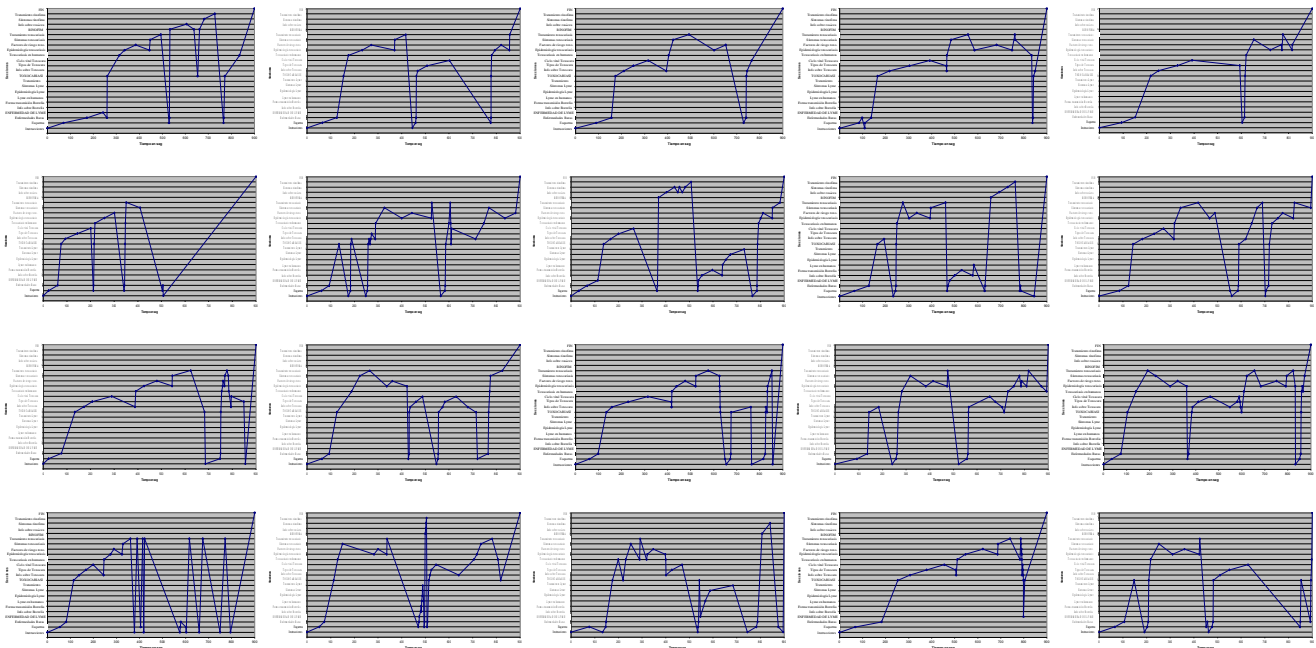
Since reading instructions had significant effects on navigation, it is very unexpected to find no differences in comprehension, too. We verified if there were differences in comprehension between the navigation patterns identified, but still no differences were found at text base ( $F(2, 42) = 0.428, p > .05$ ) or situation model ( $F(2, 42) = .047, p > .05$ ). This inconsistency deserves a deeper exploration of the results in the following section.

#### **5.3.4.3. Complementary data**

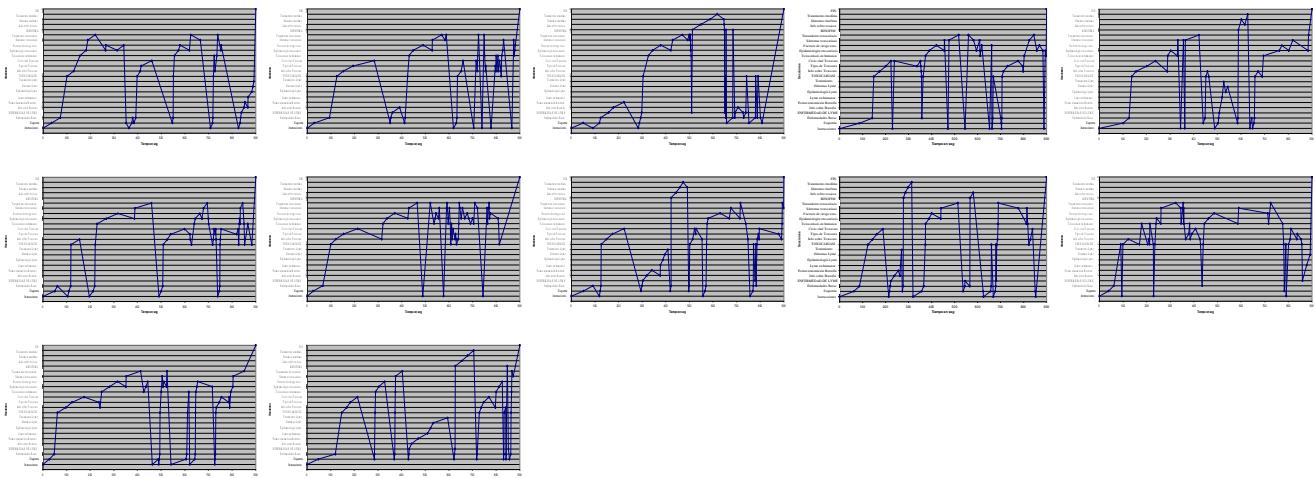
Our results show that reading instructions had a significant effect on navigation. However, all participants had a similar comprehension. Since navigation is directly related to comprehension, the fact that significantly different navigation patterns derive in a similar comprehension is an incoherent result that requires further exploration. Hopefully, a thorough inspection of all navigation graphs give us some clues into the matter. After examining all navigation graphs, we found out that most subjects make some kind of exploratory reading in the first minutes of the session, regardless of the specificity of their instructions. Next, we offer the reader with miniatures of all navigation graphs associated to each of the navigation patterns identified. All navigation graphs are enlarged and briefly commented in the Annex of Experiment 2.



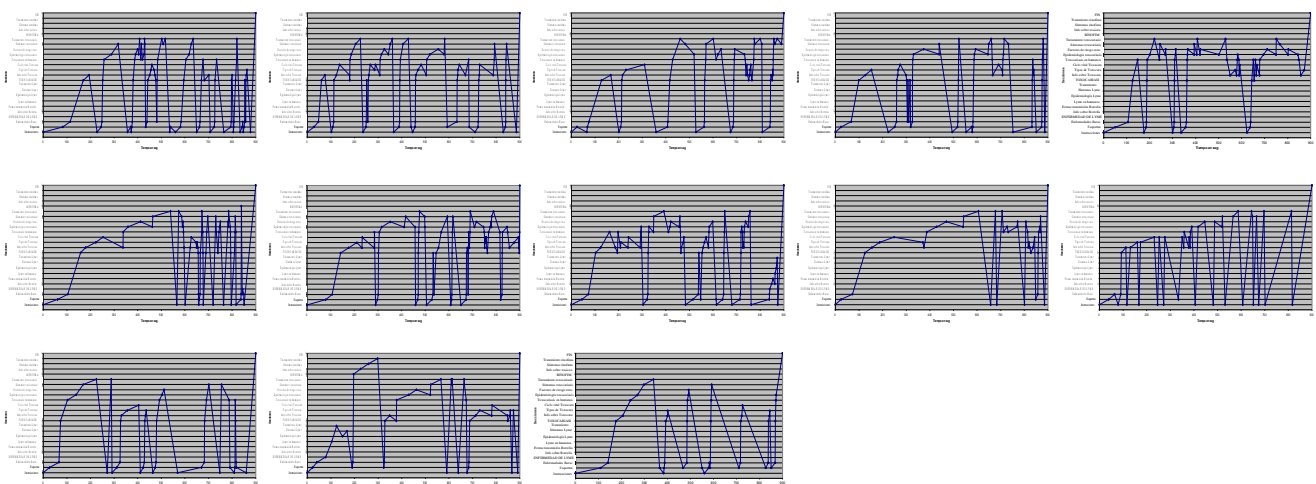
Pattern 1: Global reading.



Next, Pattern 2: Mixed strategy reading/searching.



Finally, Pattern 3: Searchers/Monitors.



We can see that even some of the subjects classified as Searchers/Monitorers make some exploration prior to getting involved in searching behaviours. This previous reading, very similar in all participants, may have caused that most participants have achieved a similar learning during the process.

According to our analysis (this analysis is based on observation and, therefore, is subject to our own subjectivity), 82% of the 45 hypertext readers make, in some way or another, a general exploration of the material in the first part of the session. Only 8 participants showed pure searching patterns, with no previous exploration: 1 subject with general instructions, 3 subjects with medium instructions, and 4 subjects with specific instructions. In fact, if we analyze the first half of the session, none of the reported significant differences in navigation (transitions or use of the instructions and graphical overview) are found. When we talk about exploration of the material, we are referring to the broad sense of the term, since 13 of the 45 hypertext participants (29%) visited several non relevant sections (6 subjects with general instructions, 4 subjects with medium instructions, and 3 subjects with specific instructions). We find it difficult to classify these visits as disorientation (at least most of them), because many of these visits are partial (they do not read the whole irrelevant illness), they spent less time in these nodes than in relevant ones, and they are done in the exploration phase, but not during the searching behaviours. However, it is also difficult to accept the participants' comments on this issue. The majority of these subjects (8 subjects, 62% from the total that visited non-relevant nodes) report that they visited those sections because they had some time left, though their navigation graphs show that some of those visits were actually made before reading all relevant nodes. The other explanation reported by participants (11 subjects, 85% of the total who visited non-relevant nodes. As we can infer from the percentages, several subjects used both explanations), is that they read those non-relevant sections out of curiosity or because they were interested in them.

### **5.3.5. Discussion**

In this second experiment we hypothesized that the specificity of the instructions could affect low domain knowledge readers' navigation. This hypothesis turned out to be correct: subjects under specific instructions make significantly more transitions than subjects with general instructions, even eliminating all visits made from and to the instructions page. The more specific the instruction, the more transitions subjects make,

and the heavier the use of the instructions and the graphical overview. However, these results need some elaboration. It is true that specificity of the instructions had an impact on navigation, but only in the second part of the session, after an exploratory reading. This result is counterintuitive if we keep in mind the simplicity of the task proposed in the specific instructions condition. Despite having low domain knowledge, the information they needed to search for was very clear. For example, one of their objectives was to find the name of the drug used in toxocariasis. A quick look to the graphical overview is enough to infer that the answer to this question must be in the “Treatment” section. Furthermore, only 9 nodes were relevant for the task, so such a focus in exploration is not strictly necessary. However, most subjects decided to explore the material, even visiting sections that were not relevant for the task. WM capacity had no effect on navigation, so it is hard to believe that this exploratory behaviour is due to limited cognitive resources. When participants were asked about the reasons of visiting non relevant nodes, they stated that they did it because they had enough time, and because they were interested in the other illnesses, so these two reasons might also be extended to explain the exploratory behaviours. A more strict condition with greater time constraints, or using a less interesting topic, might cause students to implement search strategies directly and systematically, with no exploration at all.

A study developed by Rouet and Le Bigot (2007) gives partial support to the hypothesis of low domain knowledge readers needing to explore the materials. In their experiment, a group of expert and a group of novice students were given the same task: they had 15 minutes to read a hierarchical hypertext, in order to find the main characteristics of the explanatory models of anorexia, so they could write a brief summary about it after the reading session. The authors analyzed the time spent on each hypertext section, and they found that novices spent more time in the introductory nodes than in task-relevant nodes, whether experts just scanned those introductory nodes and spent most of their time on the relevant nodes for the task. From the findings of this study, and keeping in mind our own results, it seems likely that some topic knowledge is necessary to implement appropriate reading strategies. An expert will be able to navigate more efficiently to relevant nodes, easily dismissing all that information that will not be useful to achieve the objectives. However, a novice will need to explore the basic contents of the topic and how the information is structured before being able to focus on the task requirements. We should not reject the hypothesis that, regardless of the instruction, the most suitable strategy for (or at least, the most easily implemented

by) low domain knowledge readers may be exploration. And since comprehension is similar in paper text groups, there also exists the possibility that subjects use this exploratory behaviour with paper texts too.

Another interesting matter regarding navigation, is that all navigation patterns identified are present across all reading instructions. Each navigation pattern is more characteristic in one instruction (readers with general instructions mostly used a global navigation, whether subjects with specific instructions mostly used a searching/monitoring navigation), but there are also readers under general instructions who develop a searching/monitoring navigation, and subjects with specific instructions that use a global navigation. Moreover, as we saw in the navigation graphs, many subjects seem to employ several navigation strategies during the session (global exploration and specific search behaviours). These results are an extension of the findings by Salmerón *et al.* (2006) and Protopsaltis (2008), These authors found that mainly three strategies are used when selecting a hyperlink (top link, coherence, and interest), but they also found that each subject used several of these strategies during the reading session. It seems that when analyzing navigation patterns as a whole, we also find that participants employ a reduced number of navigation strategies, but many of the subjects use several of those strategies during the reading session. Reading instructions had an effect of the type of strategies implemented, but regardless of the instructions many subjects used a combination of navigation strategies.

Regarding comprehension scores, we did not find any significant differences across instructions or text format (paper text vs. hypertext). The most plausible explanation to account for the fact that different navigation patterns derived in similar comprehension, specially at situation model level, is that participants were able to learn the main concepts and relations during the exploratory reading. We should not dismiss the possibility that the simplicity of the task had some effect on this matter, since the target material was half in length than the target material in experiment 1, and relations between information were also simpler (it is not the same to compare the syndromes of one illness with their treatments, than comparing the similarities and differences between the symptoms and treatments of the three illnesses). Using the instructions manipulations from this experiment, but targeting the complete material, we may have found significant effects of the specificity of instructions on comprehension. Although it

is also possible that subjects would have made an exploratory reading deriving in similar comprehension scores anyway. We believe that manipulations on the type and difficulty of the task, and time constraints, are necessary to find significant differences between reading instructions: time pressure may cause students to develop search behaviours with no prior exploration, which may in turn hinder comprehension in low domain knowledge readers. But if subjects consider they will have enough time to complete the task, they will explore the materials before engaging with task specifications.

As we saw when explaining the theoretical framework, we found indications that participants learnt targeted information better than participants that did not have that information in their objectives. The goal of our experiment was not to analyze this question, so we can only explore the matter through indirect results. For example, subjects with the specific instruction had to search for how many eggs the *toxocara* female could lay every day. In the comprehension test, when asked to summarize the vital cycle of *toxocara*, most subjects with specific instructions considered important to mention that *toxocara* females lay more than 200,000 eggs a day, whereas no subjects in the other groups commented on that piece of information. This is in line with the findings obtained when manipulating “Targeted segments” instructions, and it supports the fact that our subjects were actually focusing on their instructions (since we did not use similar questions in the comprehension test as the ones used in the reading instructions, and since all participants had to navigate through the same nodes to fulfil any of the tasks, this indirect data is all proof we have to support that participants used their time to complete their respective tasks, or at least were trying to do so). These results, added up to the interest ratings of the subjects<sup>2</sup>, suggest that the similar comprehension scores obtained were not due to subjects’ passivity or lack of interest, spending their time exploring without purpose or effort (as low prior knowledge readers did in the study by Lawless and Kulikowich, 1996, which they called “apathetic users”).

However, our results do not support the “goal specificity effect”, since non specific instructions (general) did not derive in better learning than specific instructions. According to Sweller (1988), a specific objective causes the use of means-ends strategy, which requires keeping in mind the desired final state of the problem and all sub-states

---

<sup>2</sup> Interest ratings were not included in the results of the experiments because around 10% of the participants did not fulfil that part. Of the 161 subjects that completed this rating, only 17 scored below 6 (on a 0-10 scale), with 7.1 as the mean interest rating.

needed to get to it, overloading working memory and hindering learning. This was not the case in our study. We can think of two possible explanations: first, low domain knowledge may interfere in the employment of means-ends strategies, favouring a global exploration strategy. If this is the case, the goal specificity effect would depend on prior knowledge and/or the amount of reading strategies each student is able to employ in each reading task. The other explanation is that the goal appropriateness theory (Miller *et al.*, 1999) is more explanatory in our experiment. These authors proposed that goal specificity is not what affects learning, but the fact that those goals are appropriate or not for the learning task. Therefore, some of the objectives we proposed may have helped students to learn some of the key concepts in the material, but we do not have enough data to verify these assumptions. For the moment, we can only confirm that our results do not support the goal specificity effect, but the debate is still open.

## **6. FINAL CONCLUSIONS**

### **6.1. On the experiments**

#### **6.1.1. Navigation**

In the two experiments conducted, we have obtained very interesting data about how low prior knowledge readers navigate in a hypertext. First, we have found that the majority of low prior knowledge readers can navigate showing no disorientation problems. Disorientation was not only reduced, but eliminated completely in more than 50% of the participants: linear coherent reading, with no random transitions across sections, and no sign (on the navigation graphs or on students' reports) of being lost in the material. It is arguable that this linear reading, which we categorize as coherent, is just a consequence of the hypertext design that actually reflects a passive reading in which students just select the first link they find (remember that due to the position of the links, the most coherent option was, most of the time, the first unvisited link). We cannot assure if link selections were done following an active strategy of "coherence" or a passive "top link" strategy, but what we do know is that subjects selecting coherent paths had better situation model comprehension scores than disoriented subjects. This finding does not support any of the following possibilities: On the one hand, subjects may have made an effort on selecting actively the most coherent link from the list, but

since previous research always report disorientation problems in low prior knowledge readers, this is a remote possibility. On the other hand, subjects may have selected links following a passive “top link” strategy, but the fact that these participants significantly outperformed those subjects that did not follow coherent reading orders, makes it difficult to think that a passive strategy was being implemented. Perhaps, in the context of low prior knowledge readers navigating a hypertext, we should differentiate two types of passivity: a “passive behaviour”, as the one found by Lawless and Kulikowich (1996), when students do not make an effort on the task, selecting links randomly as an entertainment until the time for the task expires (apathetic users); and a “strategic passivity”, the one we may have found, when subjects are passive just in the navigation developed, letting the system guide their reading orders so they can focus on the comprehension of the material. Giving the option to navigate passively without losing coherence, may free valuable cognitive resources when dealing with new unknown information. And the reader might ask: what is the point in designing a hypertextual (non-linear) material with the purpose of being read in a linear<sup>3</sup> fashion? The answer to this question was already briefly commented at the beginning of this manuscript: hypertextual reading (with the Internet as its best representative) is present in students' daily life. It has become an indispensable tool for searching information, writing essays, or even studying. It may not be useful for a teacher to design a Web page to teach a new topic to the students, since some of them will be disoriented and will have comprehension difficulties. But there are many online courses, both free and fee-based, which transmit all the contents through Web pages. Also, there are many Web pages designed for educational purposes, where students carry out supplementary activities. So it is not a question of if it makes sense giving the option of reading in a linear fashion a non-linear material; the question is how to facilitate learning. And if designing hypertextual materials allowing a passive reading can improve learning, we should take it in account when designing them. Also, experiments usually analyze what happens during reading, or during the task, rather than focusing on the final part of the session. If we check again all navigation graphs from our two experiments, we can see that although the first reading is very similar in most subjects, the second reading, whether it is for revising or for searching specific information, is very different in all of them. It

---

<sup>3</sup> We must keep in mind that linear reading is not beneficial *per se*. Remember that, in our experiment, we manipulated the presentation order of the hyperlinks so a linear reading would be, at the same time, the most coherent reading order. But this does not necessary happen in other hypertexts. In the following reasoning we will assume that the linear (or passive) reading that should be facilitated is also the most coherent reading order.

may be this final part of reading sessions where hypertextual materials are more beneficial. Once the subjects had the option (we insist on the term “option”, since navigation paths are not forced in any particular direction) of navigating in a “passive” way until getting acquainted with the materials, revise or search behaviours might be more efficient in a hierarchical hypertext than in a traditional linear format, so it may be interesting to analyze these behaviours further in future research.

Another justification for giving the option of a linear reading to low domain subjects is that participants with minor disorientation in our first experiment obtained similar comprehension scores than subjects that were completely disoriented. Only 6 subjects showed severe disorientation, so this may reflect a statistical artefact, but we must consider the possibility that just a couple of incoherent transitions in hypertextual materials during the first reading might hinder performance. So we should make an effort to facilitate a coherent reading order, at least in the first part of the reading session.

The other important result obtained from the analysis of navigation is related to the previous discussion: all participants made a similar exploration phase irrespective of their reading instructions. Across the two experiments we have manipulated a total of six different reading instructions, three of them focusing on the whole text, and three of them focusing on just one part of the text. However, navigation profiles are very similar across conditions: a linear, coherent navigation, of all target material (and even extra material) during the first part of the reading session. In the first experiment we found three navigation patterns, none of them affected by reading instructions. In the second experiment, when we finally found effects of the specificity of instructions on navigation, we found out that these effects only arise during the final part of the reading session, after the linear exploratory reading. We know that WM limitations are not causing this behaviour, since high WM capacity readers also engaged in exploration. So, for the moment and using the data we have available, we need to consider domain knowledge as the responsible variable. At the end of our first experiment we stated that domain knowledge may not be a key element in explaining disorientation, just one among several important variables. However, when explaining strategy implementation in task-oriented reading, domain knowledge may be one of the key variables. The reasons for this belief is that we eliminated the causal relation “low domain knowledge -> disorientation” just by manipulating hypertext design, but in the second experiment,



navigation strategies were unaffected by this design, or by WM capacity, or by specificity of instructions. There may be several explanations for this fact:

- Other uncontrolled variables are affecting the implementation of navigation strategies. Some good suspects are metacognitive variables, such as self-regulation; or learning variables, such as prior experience with the tasks or the texts proposed.
- Another option is that low domain knowledge is actually affecting strategy implementation. Subjects need to acquire some knowledge about the materials and the contents, before being able to implement more effective strategies in achieving the external goals.
- Finally, we cannot dismiss the possibility that the most effective strategy when dealing with new materials (at least for low domain knowledge readers) is exploration, exactly as we found.

In the light of these results, one interesting possibility is that this exploratory behaviour might have been classified as disorientation in previous studies. The fact is that our second experiment allowed enough time for the task, and the analysis of navigation was very simple (most subjects only navigated through the nine relevant nodes). Due to these facts, we were able to check that low prior knowledge subjects can be very strategic and efficient when searching for information (navigation profiles show how after the exploration phase, participants navigate across relevant nodes and instructions page using a low amount of steps). Using more extensive and complex materials, this behaviour would have been less evident, interpreted as disorientation since navigation is not focused on relevant nodes for a good part of the reading session, or considered a passive serial search strategy, when actually, this behaviour could reflect the implementation of, possibly, the most useful strategy when dealing with new materials: exploration.

### **6.1.2. On comprehension and reading instructions**

Regarding the effects of reading instructions on comprehension scores, both experiments showed similar results: on the one hand, and partially contrasting with previous research, reading instructions showed little effect on comprehension. In the review by McCrudden and Schraw (2007) we saw how all the reading instructions we have manipulated had some kind of effect on performance. However, in our first

experiment, there were no differences across instructions (EI, test taking, and summary writing) in navigation or comprehension. These instructions are very similar, so there is a chance that participants used the same strategies (navigation) in all of them. In the second experiment, we found some indicators suggesting that specific instructions (Targeted Segments) caused a better recall for the facts that were highlighted in the pre-reading objectives (or at least, they provoked that subjects assessed that information as more relevant). Despite this result, comprehension scores were very similar among Perspective (general) instruction, and Targeted Segments (specific) instructions. In this case, the simplicity of the task may have had some influence. In the second experiment, relevant text was about 1,100 words (instead of 2,500), and relations among concepts and pieces of information were done across 9 nodes (instead of 21). Therefore, this simplification may explain, at least in part, that subjects acquired a similar learning, even when they were just searching for specific details. Similar navigation caused by the exploration phase may also explain these results. Repeating these tasks with more extensive and complex materials, may cause significant differences in comprehension, since it would have been much more difficult to learn the contents through an exploratory reading. There is also a chance that significant differences arise in the first experiment if allowing more time to students for the task, in order to analyze in detail the post-exploratory navigation.

On the other hand, now supporting previous research, we have found that comprehension is directly affected by navigation, being disorientation a negative factor for performance (Amadiou, Tricot & Mariné, 2010). Another important result that is supported by our findings is that reading orders have an impact just on situation model comprehension, but not on text base comprehension (Salmerón *et al.*, 2005). In the first experiment we explained how reading instructions had no effect on comprehension, but navigation did: disoriented subjects scored significantly lower, but only at situation model level. Despite their disorientation problems, they were able to learn information within single nodes as much as subjects that were not disoriented; they only showed difficulties in relating information from different nodes. In the second experiment, in which reading instructions had effects on navigation, there were not differences in comprehension, because navigation was very similar in good part of the reading session. One hypothesis that derives from these results is that reading instructions may have a stronger impact on navigation and comprehension for high knowledgeable readers. Having high domain knowledge may

facilitate the implementation of more complex strategies to solve tasks. However, low knowledgeable readers may have no other option than using the same basic strategy, exploration, prior to implementing any other strategy more directly related with solving the specific task at hand.

MD-TRACE model (Rouet, 2006; Rouet & Britt, 2011) can offer another explanation for this lack of effect of reading instructions. As we explained in a previous section (Section 3.3.1.), this theory proposes that subjects create a “task model” and a “documents model” to solve a task. Both models are created progressively and in parallel. We hypothesize that low domain knowledge readers are not capable of doing both tasks in parallel (creating the task model and creating the documents model). The external task model, that is, the one that is stated in the reading instructions, is dismissed in the initial part, presumably because subjects are not able to deal with it due to their lack of knowledge. Instead, subjects create an internal task model, which only objective is to create de documents model: to know what kind of materials they have at their disposal, and how they are structured. Once the subjects have created a basic documents model, they are ready to focus on developing the external task model, achieving small sub-goals and progressing now in parallel in the process of updating both models. As indicated by this theory, prior knowledge, reading strategies, and self-regulation skills, have an impact on the whole process. From our results, we believe that the specific way in which prior knowledge acts in this process, is by facilitating parallel creation of both task and documents model in experts, being novices relegated to the serial processing of both models. It would very interesting for future research to analyze the interrelations among all three variables (domain knowledge, reading skills, and self-regulation skills) to better understand hypertext navigation and task-oriented reading.

### **6.1.3. Paper vs. hypertext**

In our experiments, we have found no differences in comprehension between subjects doing the tasks using paper texts and subjects doing the same tasks using hypertext. As we saw, navigation is directly related to comprehension, so a similar performance across text formats may mean that subjects in both groups used the materials in a similar way. Linear patterns identified in hypertext follow the same reading order in which paper texts were constructed, so it is possible that subjects read the information in the same order in both formats. This results may support the fact that

subjects had no disorientation problems in the second experiment, when they were performing the exploratory reading. If they had been disoriented, they would have obtained lower comprehension scores than subjects using paper texts. However, this assumption works in both directions: it is possible that subjects using paper texts were disoriented when “navigating” through the paper pages, so a similar performance would mean that hypertext subjects were just as disoriented as paper text participants. Anyway, it is clear that working with hypertextual materials did not hinder, or benefit, students in any of the different tasks proposed. This is an important result, since it supports the fact that novices can deal with different tasks in hypertext materials, as long as the hypertext is properly designed for this population, and tasks do not require too much time (perhaps longer tasks cause poorer performance, due to the problems we commented when explaining the review by Dillon [1992], such as eye strain or slower reading). Therefore, and in line with the results of Tamim *et al.* (2011), we should not rush in eliminating paper texts from our schools, since, for the moment, electronic texts must be considered just another tool, which seems to have benefits when used as a support for instruction, rather than as the main method of transmitting knowledge. Moreover, as we explained in a previous section (Section 4.1.), hypertext reading requires new reading skills and strategies, and we will still need some time to find out the best ways to teach those skills to pupils, so they can achieve the maximum advantage of electronic texts on educational settings. As stated by Lei and Zhao (2007), the more important thing is not the amount of use of the technology, but the quality of that use.

## **6.2. Limitations and potential improvements**

We are aware of some limitations in the experiments we conducted, which should be commented and kept in mind for future projects. First, our hypertext was relatively short (2,500 words), specially for a sample formed by undergraduate students, who are used to more extensive texts. Different results may have been obtained using longer and more complex texts, since more nodes and relations would consume more cognitive resources, which could overload low domain knowledge readers, leading to disorientation and poor performance even using a good hypertext design. Similarly, despite the effort we made to create a text about a topic that could be interesting for students, as it is rare illnesses that are present in our country, and although the topic was

very well received by our participants (according to their interest ratings), the tasks they had to complete were still performed in an experimental environment. It is not the same to ask students to read for a test that will have no consequences on their grades, than asking to study for a final exam on a subject. In future projects we should try to implement texts dealing with their subjects' contents, and perform tasks that have a considerable impact on their academic results. This kind of experiments are not very common in hypertext research, but the ecologic validity would be increased in a great extent.

Another limitation in our experiments is the homogeneity of the sample. All participants were undergraduate students, from the same Faculty, and of similar age. The way students use electronic texts depends on experience, so age (younger students are more used, in general, to computers and electronic reading) and studies (more technical degrees such as physics or computer engineering require using computers in greater extent), may cause great differences in the performance achieved with, and the way of using, hypertexts. In fact, previous research indicates that different types of prior knowledge have different effects on hypertext performance. Specifically, domain knowledge (topic knowledge) seems to affect learning, whereas system knowledge (knowledge about the use of computers and similar technologies) facilitates searching for relevant information, which indirectly improves performance, specially in low domain knowledge readers (Mitchell *et al.*, 2005; Waniek & Schäfer, 2009). Although there is no agreement in how to assess system knowledge, controlling both types of prior knowledge seems to be an interesting approach that we should consider in future projects.

Finally, the experimental design in our experiments can definitely be improved. Despite we used a considerable sample (90 participants in each experiment), we implemented a between-subjects design, which reduces the amount of students assigned to each condition, forcing us to be very cautious in the analysis and generalization of the results. In future projects we will make an effort to use a bigger sample size, or within-subjects designs to strengthen our results.

### **6.3. On the PhD program**

It has been a long journey, full of obstacles and difficulties, that has led to small achievements and great personal gains. When I started the PhD program, especially during those never-ending reading sessions in which you try to design a novel and useful project (a task that seemed impossible by that time), I could only think of the day that I would finish the program. And now that it is over, I cannot help thinking that I have just started. New projects start taking shape to extend the results from this thesis, and many other ideas keep piling up on pieces of paper while designing the approaching experiments. However, despite this feeling of things getting started, the official deadlines remind me I must finish writing a dissertation about how my work ended up. And the main conclusion I can think of, like in novel and television series, is "To be continued...". The PhD program will be over with the defence of this thesis, but the formative and learning period will never finish, especially in this always changing area of research, that is, reading comprehension and new technologies.

I have been very lucky to meet great professionals and educators during this journey, and all of them taught me, by their example, some of the most important skills any researcher should have: insatiable curiosity, being always willing to help any colleague or student, and learning from every situation. So developing these skills will be one of my goals for my professional future.

The PhD program has taught me many things, both academically and personally. Some lessons were hard to learn, like accepting that the experimental design will never be perfect, regardless of your efforts. You will always need to work harder to improve it. Other lessons are still to be learnt. Meanwhile, we will keep thinking about all those variables that we wanted to control but we could not, about all those results we wanted to find but we did not, and about how to design better projects that help us improve our research. Whatever happens, we will keep doing our best to design comprehensive experiments that take in account **READER**, **TEXT**, and **TASK** variables, with the hope to better understand the interrelations among them in explaining learning through texts.

## References

- Amadiou, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2009). Exploratory study of relations between prior knowledge, comprehension, disorientation and on-line processes in hypertext. *The Ergonomics Open Journal*, 2, 49-57.
- Amadiou, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2010). Interaction between prior knowledge and concept-map structure on hypertext comprehension, coherence of reading orders and disorientation. *Interacting with Computers*, 22, 88–97.
- Amadiou, F., van Gog, T., Paas, F., Tricot, A., & Mariné, C. (2009). Effects of prior knowledge and concept-map structure on disorientation, cognitive load, and learning. *Learning and Instruction*, 19(5), 376-386.
- Archer, K., Savage, R., Sanghera-Sidhu, S., Wood, E., Gottardo, A., & Chen, V. (2014). Examining the effectiveness of technology use in classrooms: A tertiary meta-analysis. *Computers & Education*, 78, 140-149.
- Baddeley, A. D. (2007). *Working memory, thought and action*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2012). Working memory: Theories, models and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1974). Working memory. En G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation*, vol. 8, (pp. 47-89). New York: Academic Press.
- Barab, S., Bowdish, B., & Lawless, K. (1997). Hypermedia navigation: Profiles of hypermedia users. *Educational Technology Research & Development*, 45(3), 23-41.
- Bezdan, E., Kester, L., & Kirschner, P. A. (2013). The influence of node sequence and extraneous load induced by graphical overviews on hypertext learning. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 870-880.
- Bråten, I., & Samuelstuen, M. S. (2004). Does the influence of reading purpose on reports of strategic text processing depend on students' topic knowledge? *Journal of Educational Psychology*, 96(2), 324–336.
- Calisir, F., Eryazici, M., & Lehto, M. R. (2008). The effects of text structure and prior knowledge of the reader on computer-based learning. *Computers in Human Behavior*, 24(2), 439-450.

- Calisir, F., & Gurel, Z. (2003). Influence of text structure and prior knowledge of the learner on reading comprehension, browsing and perceived control. *Computers in Human Behavior, 19*(2), 135-145.
- Callender, A. A., & McDaniel, M. A. (2007). The benefits of embedded question adjuncts for low and high structure builders. *Journal of Educational Psychology, 99*(2), 339-348.
- Cangoz, B., & Altun, A. (2012). The effects of hypertext structure, presentation, and instruction types on perceived disorientation and recall performances. *Contemporary Educational Technology, 3*(2), 81-98.
- Carr, N. (2010). *The Shallows: What the Internet is doing to our brains*. New York: W. W. Norton & Company.
- Chen, C., & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A meta-analysis of experimental studies. *Human-Computer Interaction, 11*(2), 125-156.
- Chen, S. Y., Fan, J-P, Macredie, R. D. (2006). Navigation in hypermedia learning systems: Experts vs. novices. *Computers in Human Behavior, 22*(2), 251,266.
- Cheung, A. C. K., & Slavin, R. E. (2012). How features of educational technology applications affect student reading outcomes: A meta-analysis. *Educational Research Review, 7*(3), 198-215.
- Coiro, J. (2003). Reading comprehension on the Internet: Expanding our understanding of reading comprehension to encompass new literacies. *The Reading Teacher, 56*(5), 458-464.
- Coiro, J., & Dobler, E. (2007). Exploring the online reading comprehension strategies used by sixth-grade skilled readers to search for and locate information on the Internet. *Reading Research Quarterly, 42*(2), 214-257.
- Colom, R., Abad, F. J., Quiroga, M. Á., Shih, P. C., & Flores-Mendoza, C. (2008). Working memory and intelligence are highly correlated constructs, but why? *Intelligence, 36*(6), 584-606.
- Conklin, J. (1987). Hypertext: An introduction and survey. *IEEE Computer 20*(9), 17-41.
- Daneman, M., & Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 19*(4), 450-466.
- Daniel, D. B., & Woody, W. D. (2013). E-textbooks at what cost? Performance and use of electronic v. print texts. *Computers & Education, 62*, 18-23.



- de Jong, T. (2010). Cognitive load theory, educational research and instructional design: Some food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 105-134.
- de Jong, T., & van der Hulst, A. (2002). The effects of graphical overviews on knowledge acquisition in hypertext. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 219-231.
- DeStefano, D., & LeFevre, J-A. (2007). Cognitive load in hypertext reading: A review. *Computers in Human Behavior*, 23(3), 1616-1641.
- Dillon, A. (1992). Reading from paper versus screens: a critical review of the empirical literature. *Ergonomics*, 35(10), 1297-1326.
- Dillon, A. (1996). Myths, misconceptions, and an alternative perspective on information usage and the electronic medium. En J.-F. Rouet, J. J. Levonen, A. Dillon, & R. J. Spiro (Eds.), *Hypertext and Cogintion*, (pp. 25-42), Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dillon, A., & Gabbard, R. (1998). Hypermedia as an educational technology: A review of the quantitative research literature on learner comprehension, control, and style. *Review of Educational Research*, 68(3), 322-349.
- Dillon, A., McKnight, C., & Richardson, J. (1988). Reading from paper versus reading from screen. *The Computer Journal*, 31(5), 457-464.
- Dornisch, M. M., & Sperling, R. A. (2006). Facilitating learning from technology-enhanced text: Effects of prompted elaborative interrogation. *Journal of Educational Research*, 99(3), 156-165.
- Elosúa, M. R., Gutiérrez, F., García Madruga, J. A., Luque, J. L., & Gárate, M. (1996). Adaptación española del "Reading Span Test" de Daneman y Carpenter. *Psicothema*, 8(2), 383-395.
- Ertem, I. S. (2010). The effect of electronic storybooks on struggling fourth-graders' reading comprehension. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 9(4), 140-155.
- Geiger, J. F., & Millis, K. K. (2004). Assessing the impact of reading goals and text structures on comprehension. *Reading Psychology*, 25(2), 93-110.
- Gurlitt, J., Dummel, S., Schuster, S., & Nückles, M. (2012). Differently structured advance organizers lead to different initial schemata and learning outcomes. *Instructional Science*, 40(2), 351-369.
- Kaakinen, J. K., & Hyönä, J. (2007). Perspective effects in repeated reading: An eye movement study. *Memory & Cognition*, 35(6), 1323-1336.

- Kaakinen, J. K., Hyönä, J., & Keenan, J. M. (2002). Perspective effects on online text processing. *Discourse Processes*, 33(2), 159-173.
- Kintsch, W. (1988). The role of knowledge in discourse comprehension: A Construction-Integration model. *Psychological Review*, 95(2), 163-182.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A paradigm for cognition*. New York: Cambridge University Press.
- Kintsch, W. (2004). The Construction-Integration model of text comprehension and its implications for instruction. In R. B. Ruddell & N. J. Unrau (Eds.), *Theoretical models and processes of reading, 5th Edition*, (pp. 1270-1328). Newark, DE: International Reading Association.
- Kintsch, W., & Keenan, J. (1973). Reading rate and retention as a function of the number of propositions in the base structure of sentences. *Cognitive Psychology*, 5(3), 257-274.
- Last, D., O'Donnell, A., & Kelly, E. A. (2001). The effects of prior knowledge and goal strength on the use of hypertext. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 10(1), 3-25.
- Lawless, K. A., & Kulikowich, J. M. (1996). Understanding hypertext navigation through cluster analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 14(4), 385-399.
- Lee, M. J., & Tedder, M. C. (2003). The effect of three different computer texts on readers' recall: based on working memory capacity. *Computers in Human Behavior*, 19(6), 767-783.
- Lei, J., Zhao, Y. (2007). Technology uses and student achievement: A longitudinal study. *Computers & Education*, 49(2), 284-296.
- Leu, D. J., McVerry, J. G., O'Byrne, W. I., Zawilinski, L., Castek, J., & Hartman, D. K. (2009). The new literacies of online reading comprehension and the irony of No Child Left Behind: Students who require our assistance the most, actually receive it the least. En L. M. Morrow, R. Rueda, & D. Lapp (Eds.), *Handbook of research on literacy and diversity*, (pp. 173-194). New York: Guildford Press.
- Levin, J. R. (2008). The unmistakable professional promise of a young educational psychology researcher and scholar. *Educational Psychologist*, 43(2), 70-85.
- Mayer, R. E. (Ed.). (2005). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31-48). New York: Cambridge University Press.

- McCrudden, M. T., Magliano, J. P. & Schraw, G. (2010). Exploring how relevance instructions affect personal reading intentions, reading goals and text processing: A mixed methods study. *Contemporary Educational Psychology*, 35(4), 229-241.
- McCrudden, M. T., & Schraw, G. (2007). Relevance and goal-focusing in text processing. *Educational Psychology Review*, 19(2), 113–139.
- McCrudden, M. T., Schraw, G., & Kambe, G. (2005). The effect of relevance instructions on reading time and learning. *Journal of Educational Psychology*, 97(1), 88-102.
- McDonald, S., & Stevenson, R. J. (1996). Disorientation in hypertext: The effects of three text structures on navigation performance. *Applied Ergonomics*, 27(1), 61-68.
- McDonald, S., & Stevenson, R. J. (1998). Effects of text structure and prior knowledge of the learner on navigation in hypermedia. *Human Factors*, 40(1), 18–27.
- Miller, C. S., Lehman, J. F., & Koedinger, K. R. (1999). Goals and learning in microworlds. *Cognitive Science*, 23(3), 305-336.
- Mitchell, T. J. F., Chen, S. Y., & Macredie, R. D. (2005). Hypermedia learning and prior knowledge: Domain expertise vs. system expertise. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(1), 53-64.
- Moreno, R. (2010). Cognitive load theory: More food for thought. *Instructional Science*, 38(2), 135-141.
- Müller-Kalthoff, T., & Möller, J. (2003). The effects of graphical overviews, prior knowledge, and self-concept on hypertext disorientation and learning achievement. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 12(2), 117-134.
- Muter, P., & Maurutto, P. (1991). Reading and skimming from computer screens and books: The paperless office revisited? *Behaviour & Information Technology*, 10(4), 257-266.
- Niederhauser, D. S. (2008). Educational hypertext. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. van Merriënboer, & M. P. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology (3rd Ed)*, (pp. 199-210). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Nielsen, J. (1995). *Multimedia and hypertext: The Internet and beyond*. London: Academic Press.

- Nielsen, J. (2000). *Designing web usability*. Indianapolis, IN: New Riders Publishing.
- Nielsen, J. (2004). Guidelines for visualizing links. *Jakob Nielsen's Alertbox*, May 10. <http://www.nngroup.com/articles/guidelines-for-visualizing-links/> (09/05/2014).
- Nielsen, J. (2008). Right-Justified navigation menus impede scannability. *Jakob Nielsen's Alertbox*, April 28. <http://www.nngroup.com/articles/right-justified-navigation-menus/> (09/05/2014).
- Nielsen, J. (2012). Usability 101: Introduction to usability. *Jakob Nielsen's Alertbox*, January 4. <http://www.nngroup.com/articles/usability-101-introduction-to-usability/> (09/05/2014).
- OCDE (2011). *Pisa 2009 Results: Students on line: Digital technologies and performance (Volume VI)*. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264112995-en> (09/05/2014).
- Ozgungor, S. & Guthrie, J. T. (2004). Interactions among elaborative interrogation, knowledge, and interest in the process of constructing knowledge from text. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 437–443.
- Paas, F., & Sweller, J. (2012). An evolutionary upgrade of cognitive load theory: Using the human motor system and collaboration to support the learning of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 24(1), 27-45.
- Pichert, J. W., & Anderson, R. C. (1977). Taking different perspectives on a story. *Journal of Educational Psychology*, 69(4), 309-315.
- Potelle, H., & Rouet, J.-F. (2003). Effects of content representation and readers' prior knowledge on the comprehension of hypertext. *International Journal of Human-Computer Studies*, 58(3), 327-345.
- Protopsaltis, A. (2008). Reading strategies in hypertexts and factors influencing hyperlink selection. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 17(2), 191-213.
- Puntambekar, S., & Stylianou, A. (2005). Designing navigation support in hypertext systems based on navigation patterns. *Instructional Science*, 33(5-6), 451-481.
- RAND Reading Study Group [RRSG] (2002). *Reading for understanding: Toward an R&D program in reading comprehension*. Santa Monica, CA: Rand. [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monograph\\_reports/2005/MR1465.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monograph_reports/2005/MR1465.pdf) (09/05/2014).

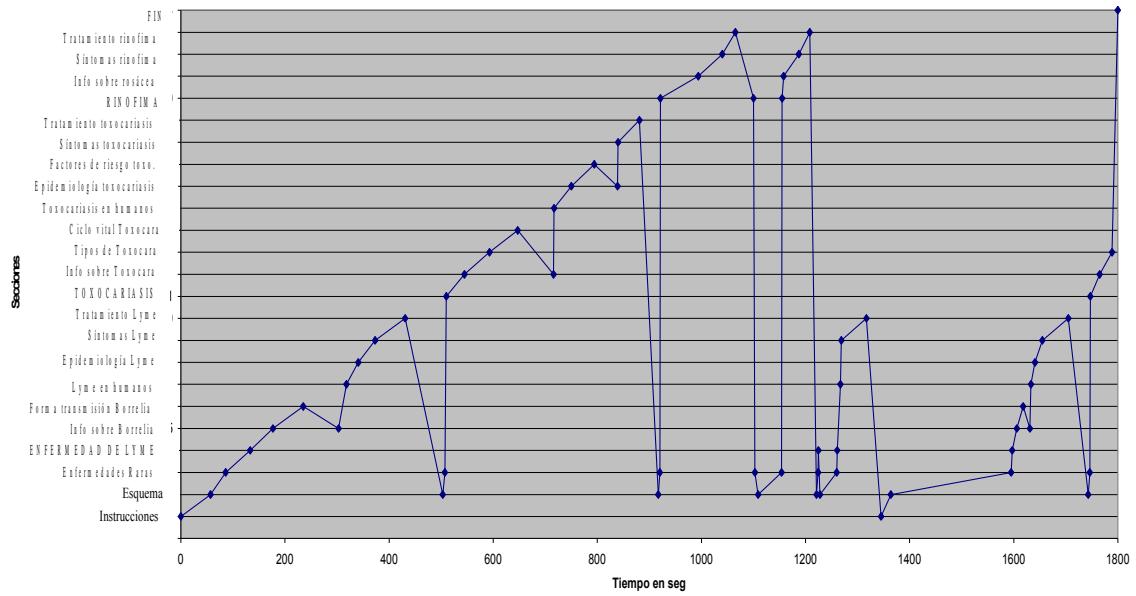
- Rezende, F., & de Souza Barros, S. (2008). Students' navigation patterns in the interaction with a mechanics hypermedia program. *Computers & Education*, 50(4), 1370-1382.
- Rockinson-Szapkiw, A. J., Courduff, J., Carter, K., & Bennett, D. (2013). Electronic versus traditional print textbooks: A comparison study on the influence of university students' learning. *Computers & Education*, 63, 259-266.
- Rouet, J.-F. (2006). *The skills of document use: From text comprehension to Web-based learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Rouet, J.-F., & Britt, M. A. (2011). Relevance processes in multiple document comprehension. In M. T. McCrudden, J. P. Magliano, & G. Schraw (Eds.), *Relevance instructions and goal-focusing in text learning* (pp. 19-52). Greenwich, CT: Information Age Publishing.
- Rouet, J.-F., & Le Bigot, L. (2007). Effects of academic training on metatextual knowledge and hypertext navigation. *Metacognition Learning*, 2(2-3), 157-168.
- 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(4), 1308-1319.
- Salmerón, L., Cañas, J. J., Kintsch, W., & Fajardo, I. (2005). Reading strategies and hypertext comprehension. *Discourse Processes*, 40(3), 171-191.
- Salmerón, L., Kintsch, W., & Cañas, J. J. (2006). Reading strategies and prior knowledge in learning from hypertext. *Memory & Cognition*, 34(5), 1157-1171.
- Salmerón, L., Kintsch, W., & Kintsch, E. (2010). Self-regulation and link selection strategies in hypertext. *Discourse Processes*, 47(3), 175-211.
- Schoon, P., & Cafolla, R. (2002). World Wide Web hypertext linkage patterns. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 11(2), 117-139.
- Shapiro, A. M. (2000). The effect of interactive overviews on the development of conceptual structure in novices learning from hypermedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 9(1), 57-78.
- Shapiro, A., & Niederhauser, D. (2004). Learning from hypertext: Research issues and findings. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 605-620). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

- Smith, B. L., Holliday, W. G. & Austin, H. W. (2010). Students' comprehension of science textbooks using a question-based reading strategy. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 363-379.
- Snyder, I. (1998). Beyond the hype: reassessing hypertext. In I. Snyder (Ed.), *Page to Screen: Taking literacy into the electronic era* (pp. 125-143). London and New York: Routledge.
- 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(1), 87-106.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Sweller, J. (2005). Implications of cognitive load theory for multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 19-30). New York: Cambridge University Press.
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10(3), 251–296.
- Tamim, R. M., Bernard, R. M., Borokhovski, E., Abrami, P. C., & Schmid, R. F. (2011). What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. *Review of Educational Research*, 81(1), 4-28.
- van den Broek, P., Lorch, R. F. Jr., Linderholm, T., & Gustafson, M. (2001). The effects of readers' goals on inference generation and memory for texts. *Memory & Cognition*, 29(8), 1081–1087.
- Van Deursen, A. J. A. M., and van Dijk, J. A. G. M. (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. *Interacting with Computers*, 21(5-6), 393-402.
- van Dijk, T. A. (1980). *Macrostructures: An interdisciplinary study of global structures in discourse, interaction, and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (2002). Goal specificity and learning with a hypermedia program. *Experimental Psychology*, 49(2), 98-108.
- Vörös, Z., Rouet, J.-F., & Pléh, C. (2011). Effect of high-level content organizers on hypertext learning. *Computers in Human Behavior*, 27(5), 2047–2055.

- Waniek, J., & Schäfer, T. (2009). The role of domain and system knowledge on text comprehension and information search in hypermedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 18*(2), 221-240.
- Wenger, M. J., & Payne, D. G. (1996). Comprehension and retention of nonlinear text: Considerations of working memory and material-appropriate processing. *American Journal of Psychology, 109*(1), 93-130.
- Zumbach, J. (2006). Cognitive overhead in hypertext learning reexamined: Overcoming the myths. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 15*(4), 411-432.
- Zumbach, J., & Mohraz, M. (2008). Cognitive load in hypermedia reading comprehension: Influence of text type and linearity. *Computers in Human Behavior, 24*(3), 875-887.

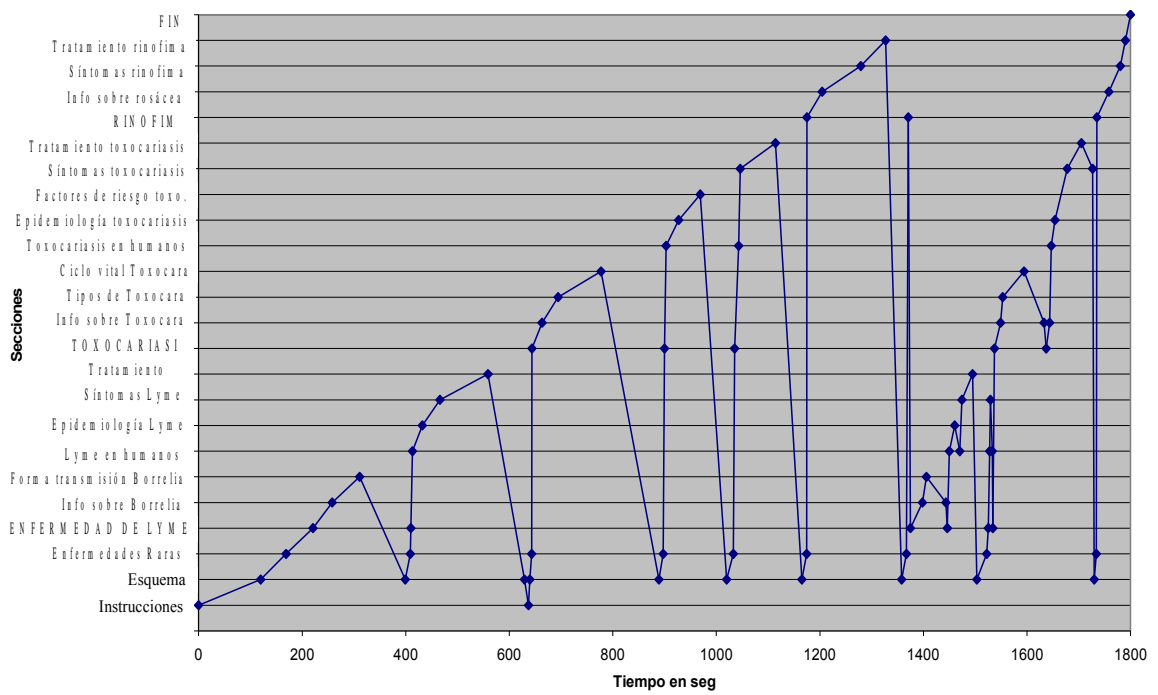
# ANEXO EXPERIMENTO 1

## Gráficas de navegación lineal

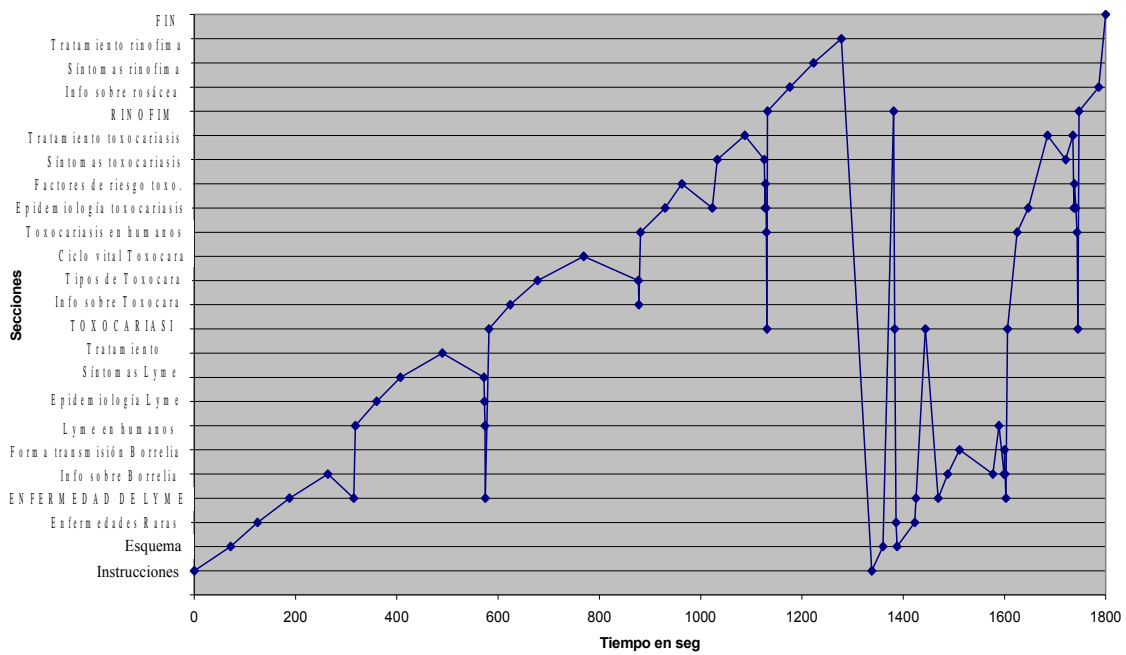


Gráfica 1. Navegación lineal, con uso del esquema como acceso directo al terminar de leer cada una de las enfermedades.

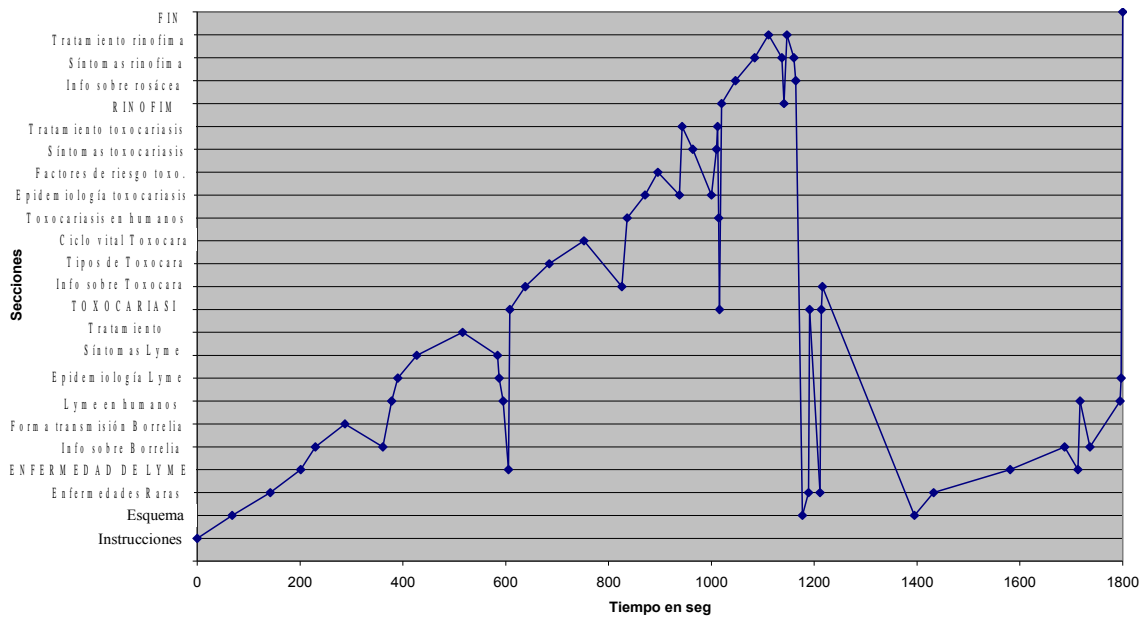




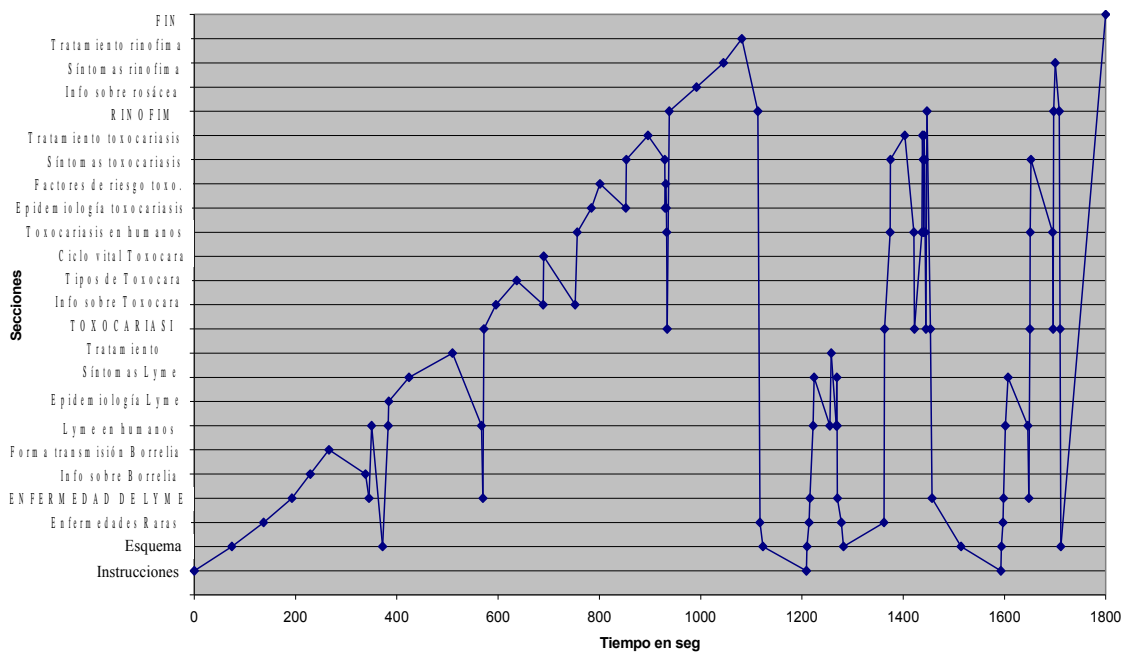
Gráfica 2. Navegación lineal. Este sujeto utiliza el esquema cada vez que llega a un nodo muerto, en lugar de utilizar el botón de retroceso. Aún así, lee el material en un orden coherente, sin saltarse secciones.



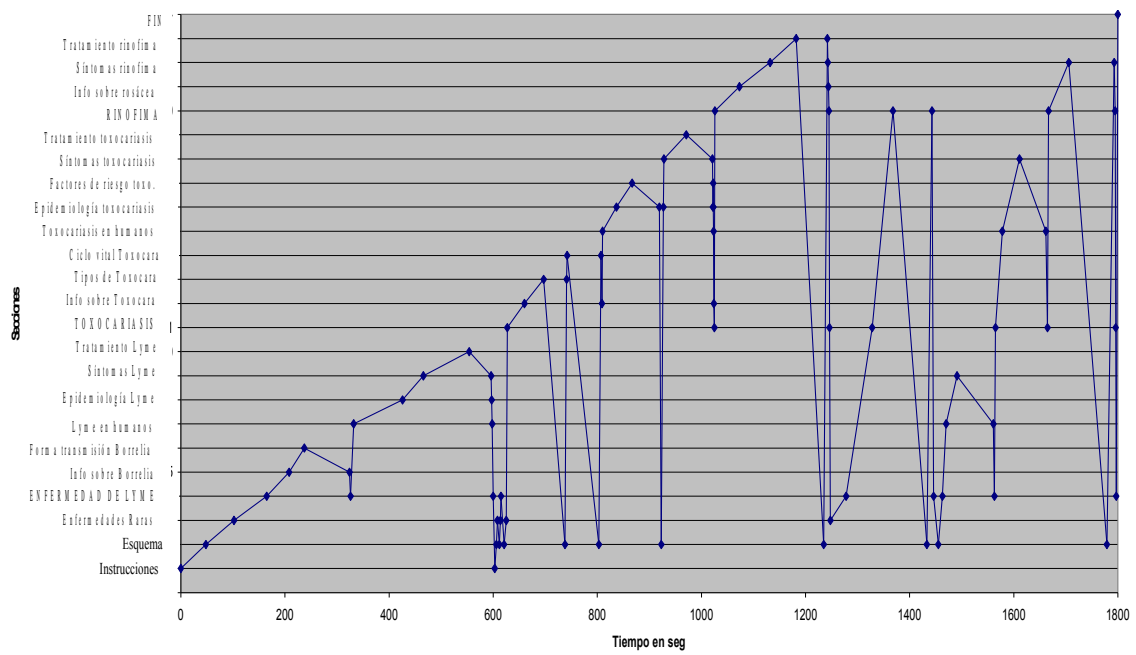
Gráfica 3. Navegación lineal, casi sin usar el esquema. El sujeto usa el botón “Atrás” del navegador en los nodos muertos para acceder a nuevas secciones.



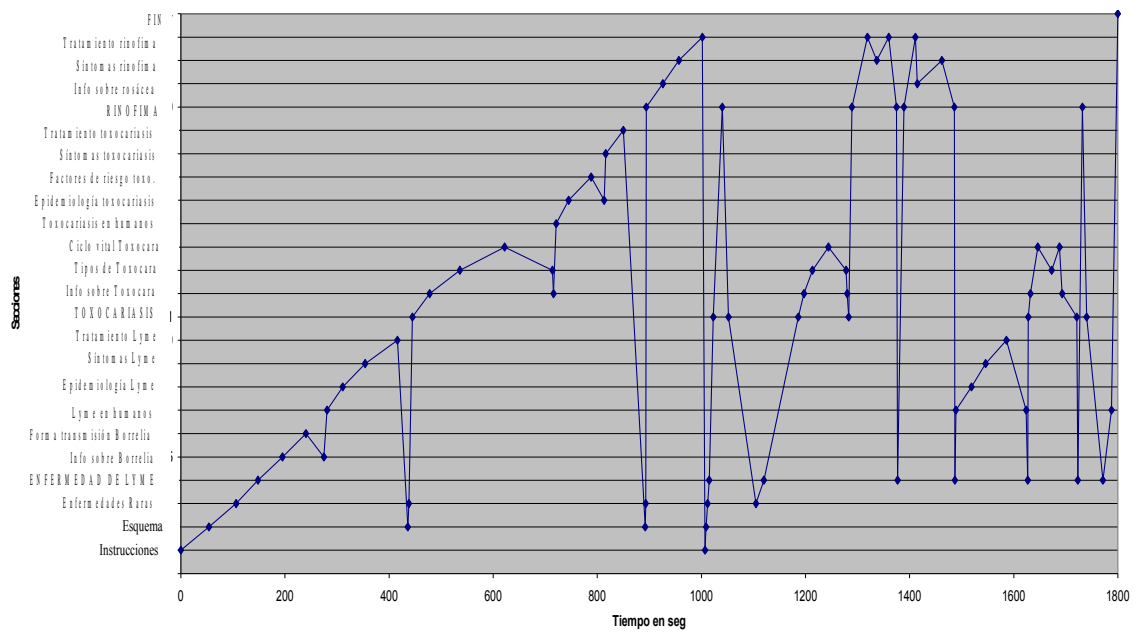
Gráfica 4. Navegación lineal sin uso del esquema en la primera lectura.



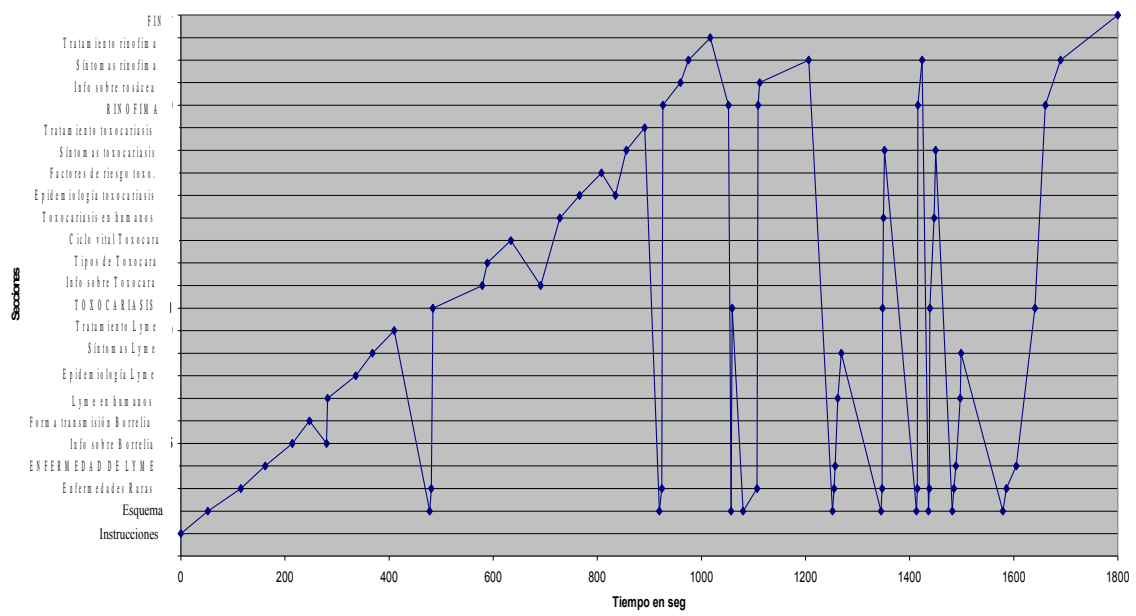
Gráfica 5. Navegación lineal, prácticamente sin uso del esquema en la primera lectura.



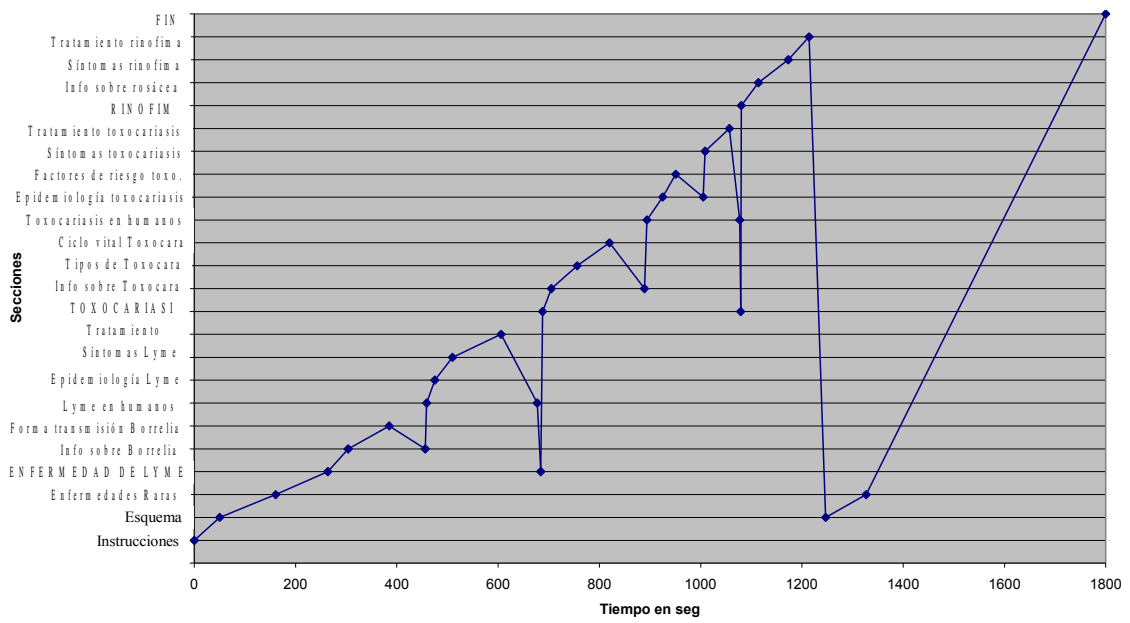
Gráfica 6. Navegación lineal con uso del esquema en la mayoría de nodos muertos.



Gráfica 7. Navegación lineal con uso del esquema al terminar de leer cada enfermedad.

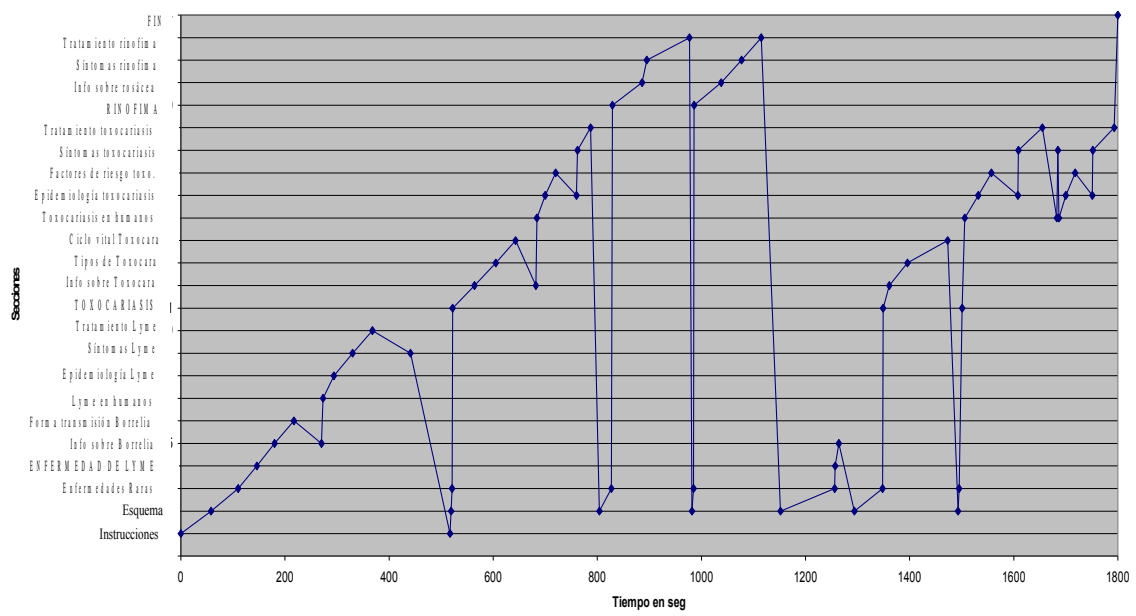


Gráfica 8. Navegación lineal, uso del esquema al terminar de leer cada enfermedad.

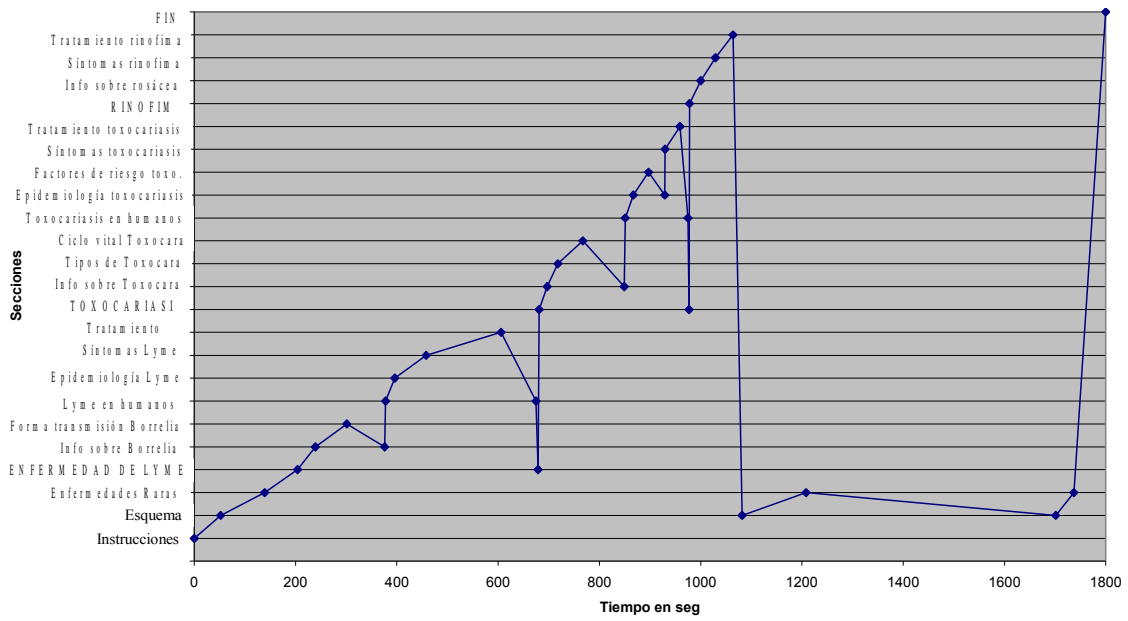


Gráfica 9. Navegación lineal, sin usar prácticamente el esquema y sin relectura/repaso al terminar.

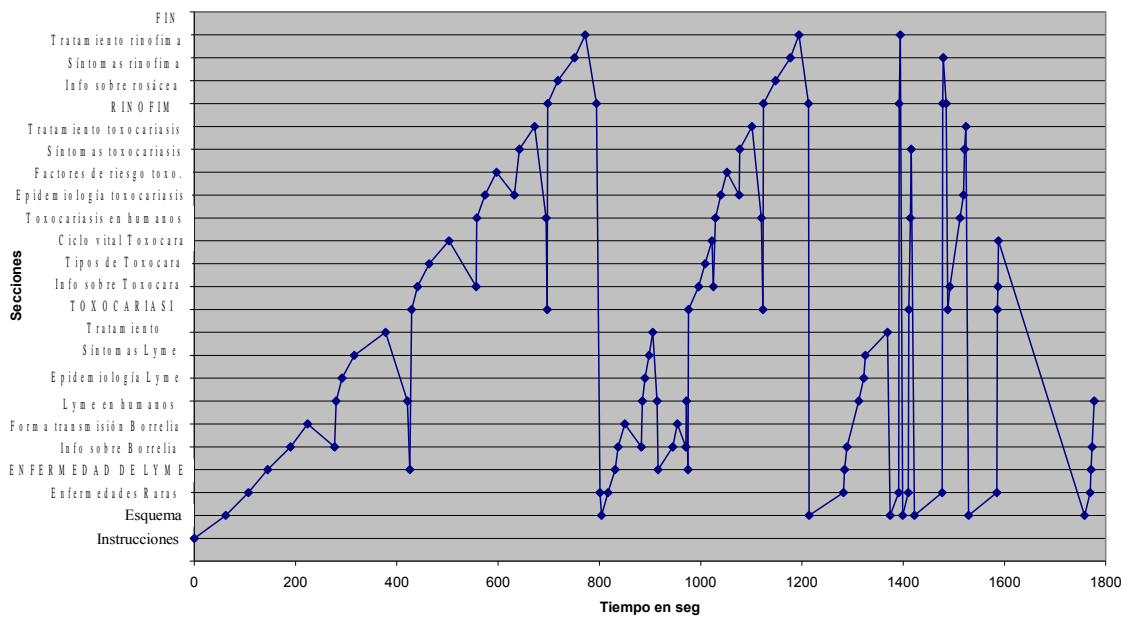




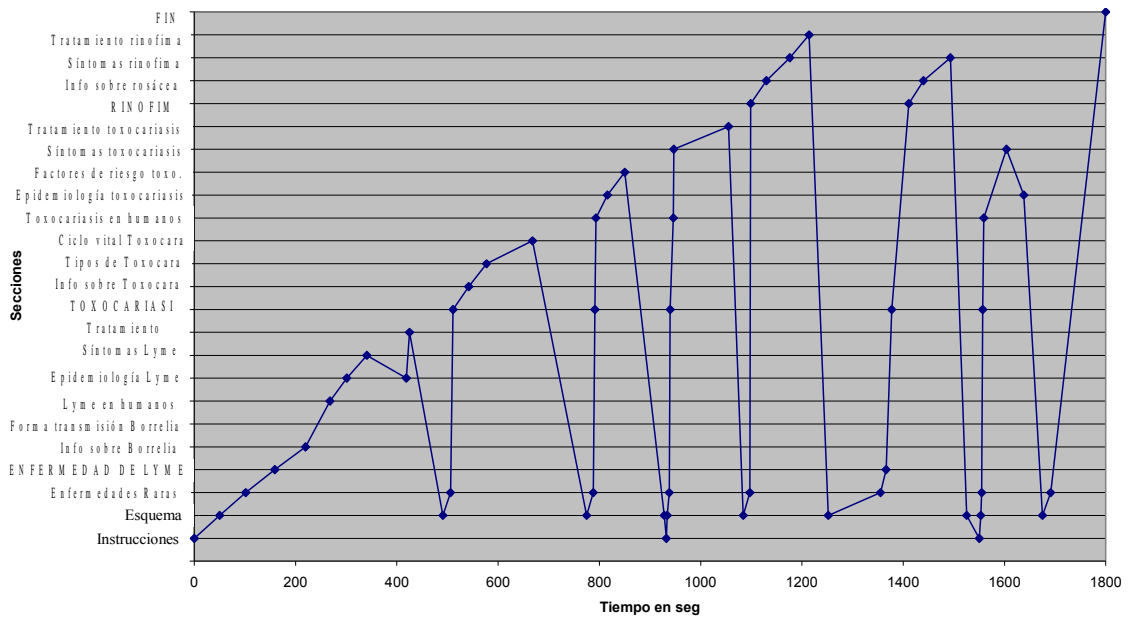
Gráfica 10. Navegación lineal, con uso del esquema al terminar de leer cada enfermedad.



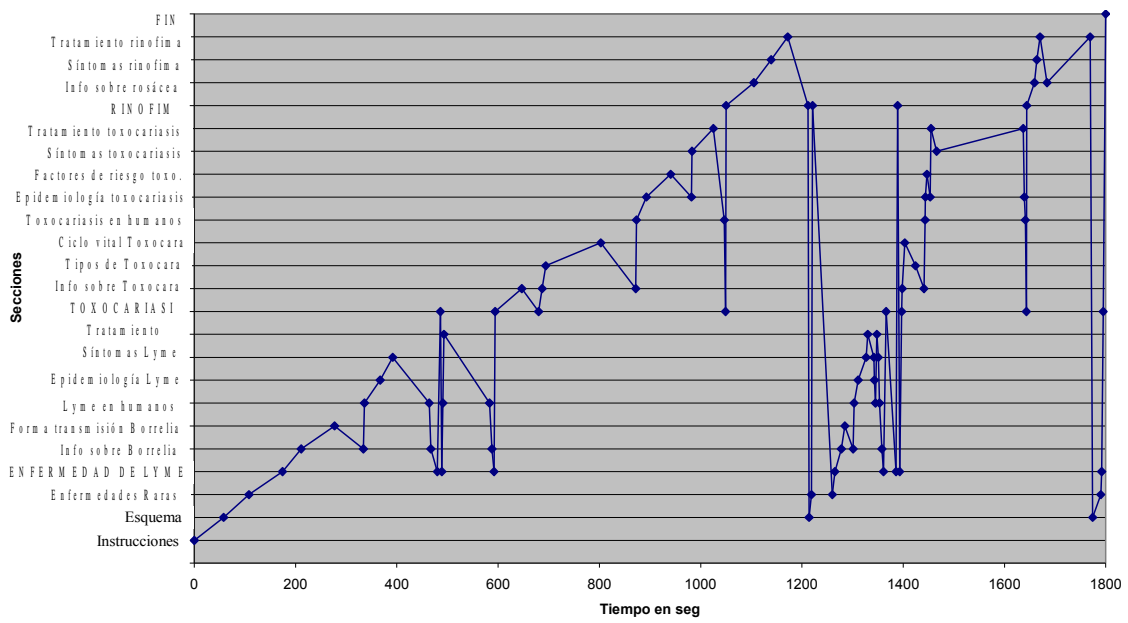
Gráfica 11. Navegación lineal, sin usar prácticamente el esquema y sin relectura/repaso al terminar.



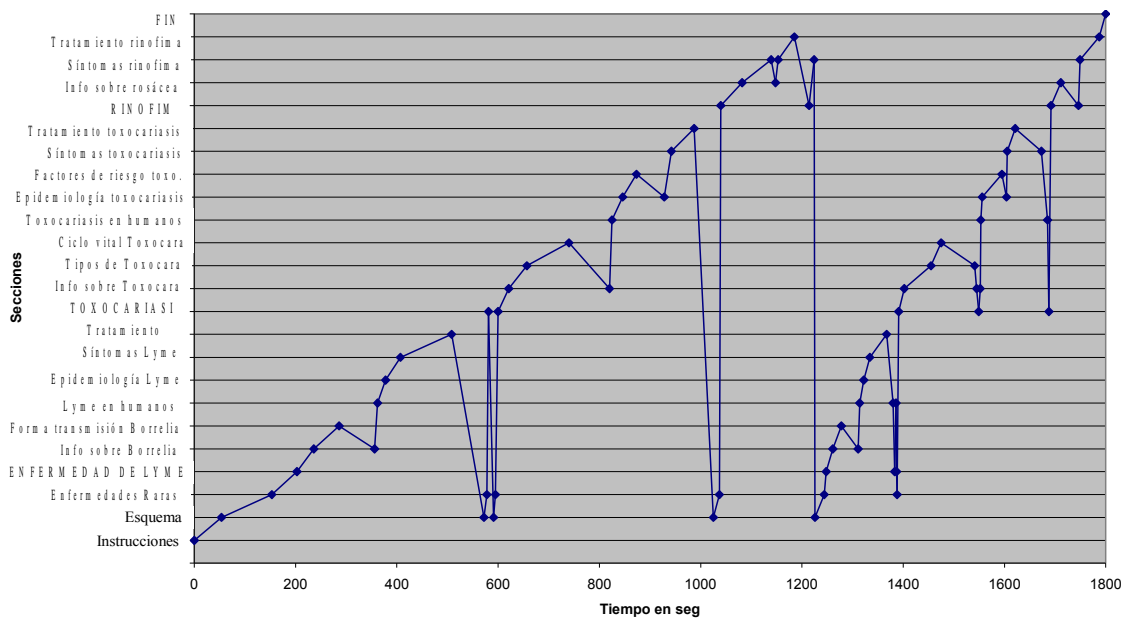
Gráfica 12. Navegación lineal, sin uso del esquema durante la primera lectura. Este sujeto realiza dos lecturas completas del material y repaso de secciones sueltas en la parte final.



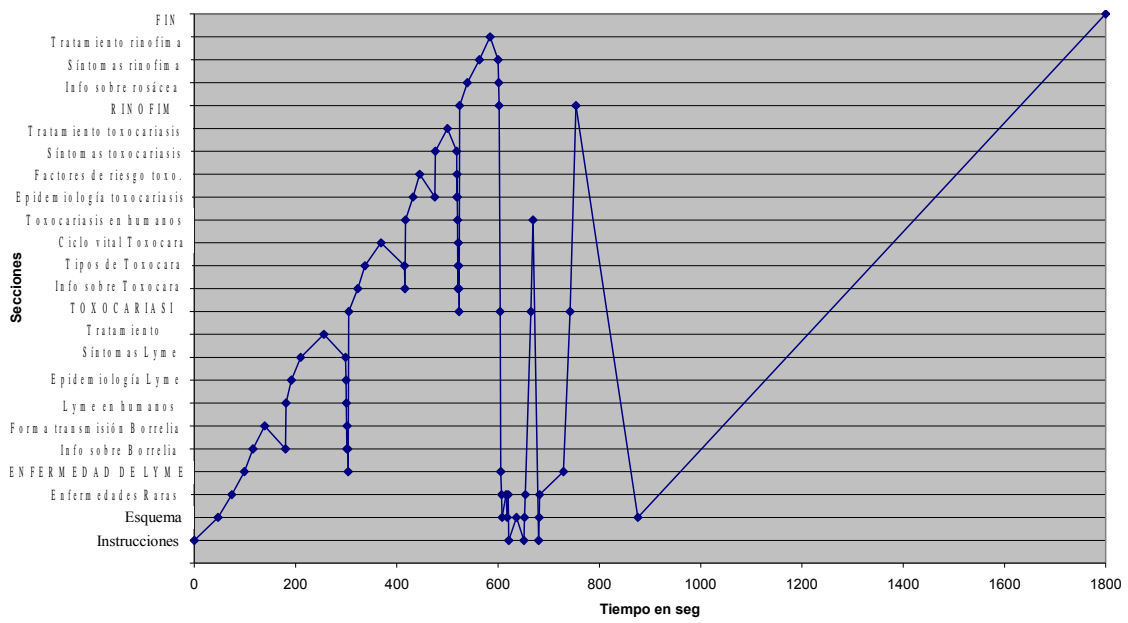
Gráfica 13. Navegación lineal, con uso del esquema tras visitar cada nodo muerto.



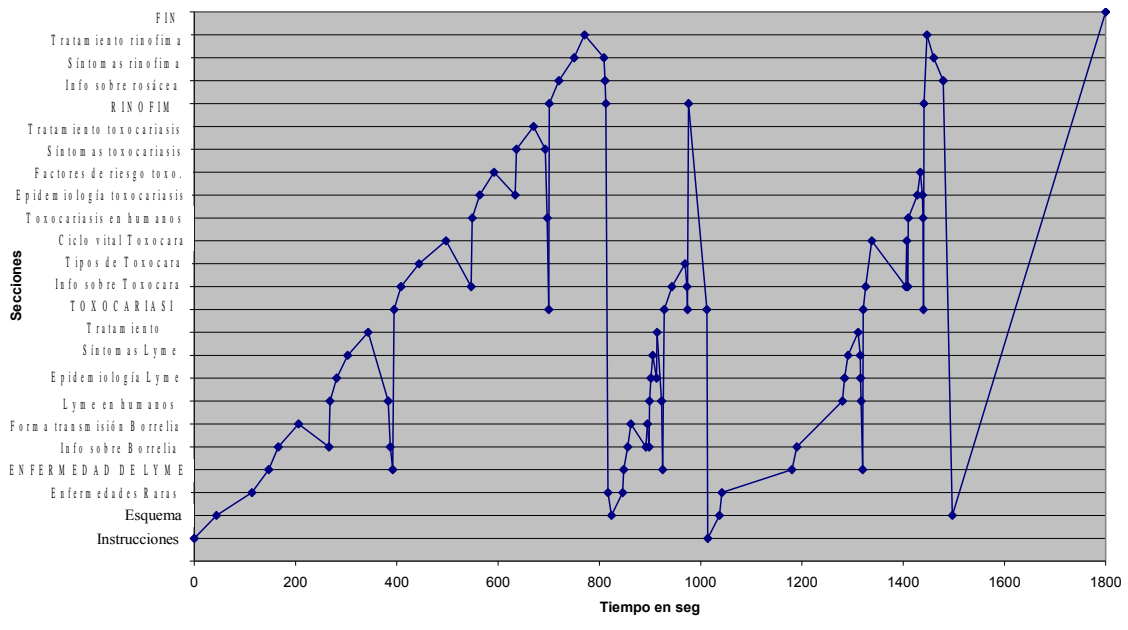
Gráfica 14. Navegación lineal, sin uso del esquema durante la primera lectura.



Gráfica 15. Navegación lineal, con uso del esquema tras terminar de leer cada enfermedad.

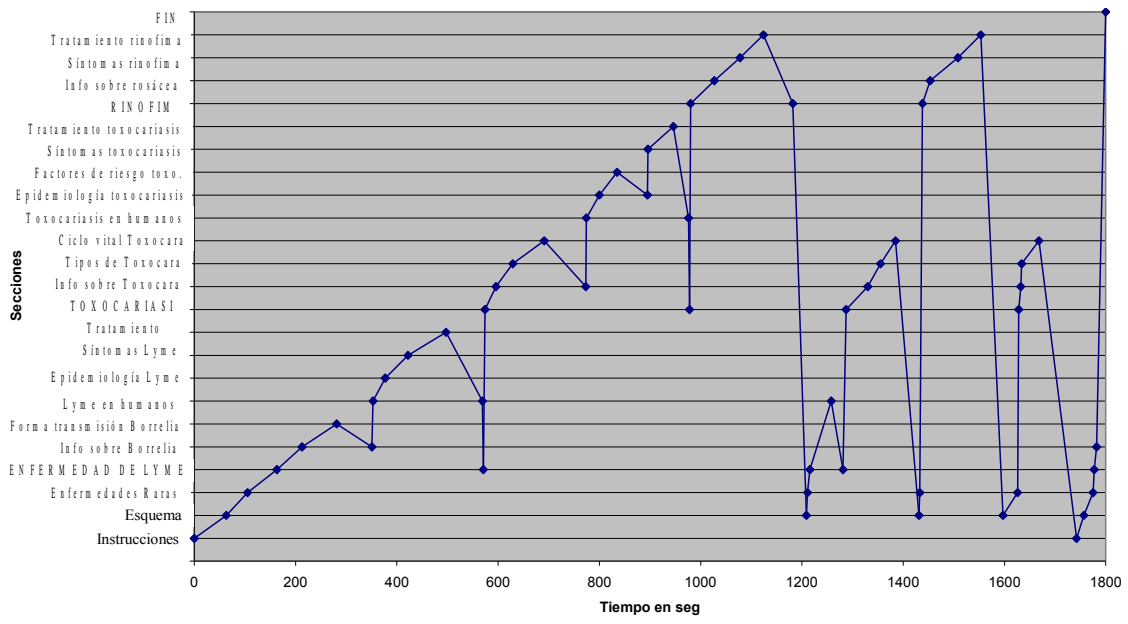


Gráfica 16. Navegación lineal, sin uso del esquema durante la primera lectura y sin relectura/repaso en la parte final.

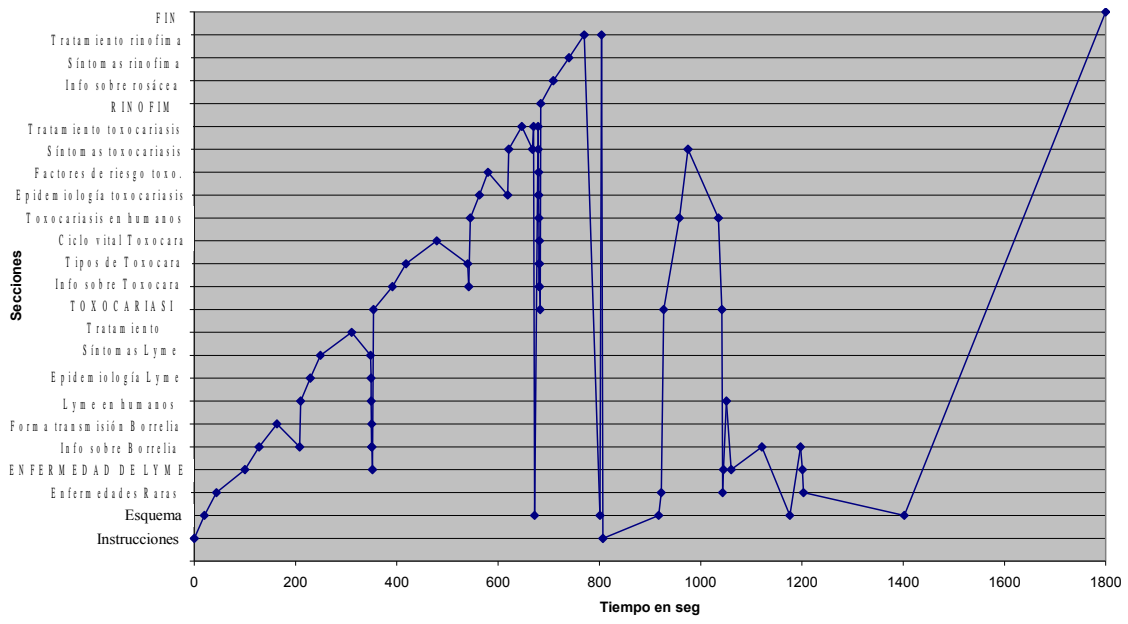


Gráfica 17. Navegación lineal, sin uso del esquema durante la primera lectura.

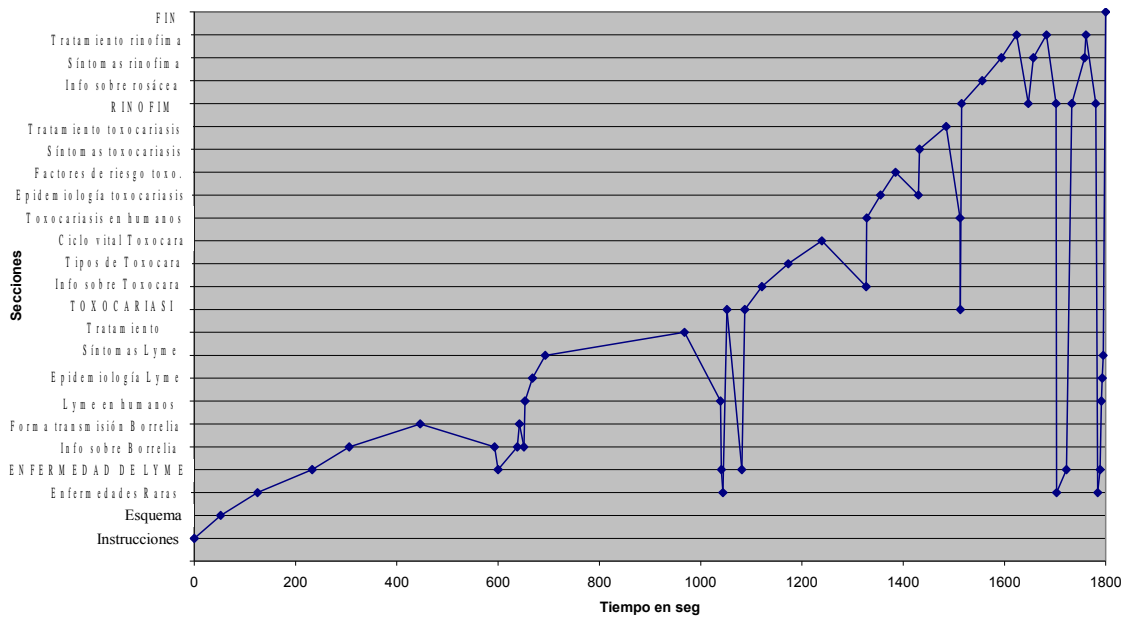




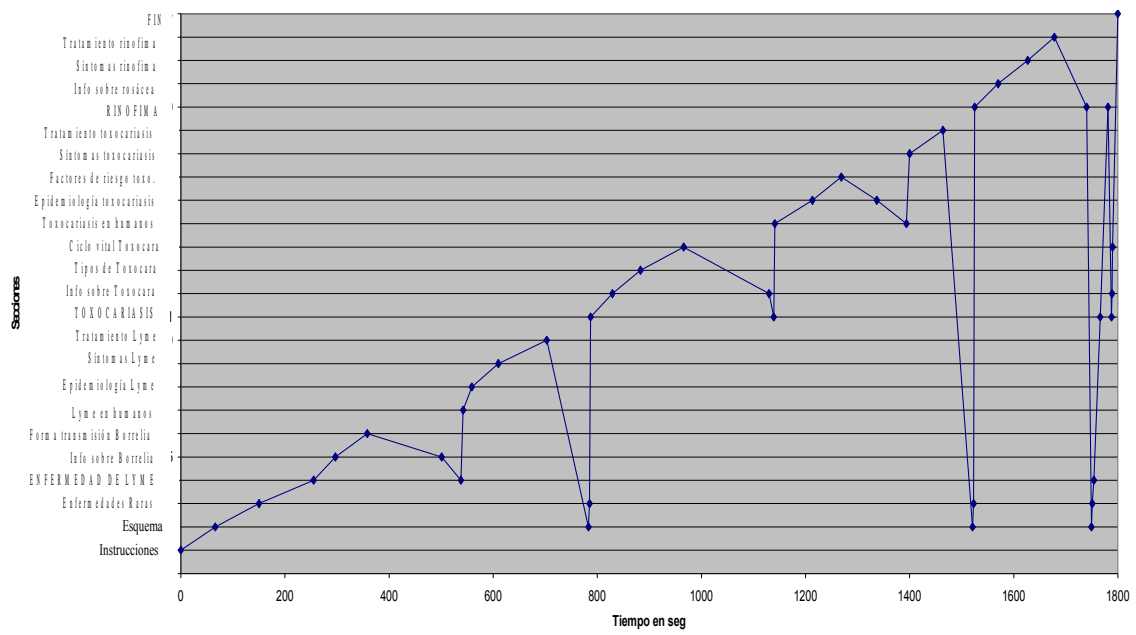
Gráfica 18. Navegación lineal, sin uso del esquema durante la primera lectura.



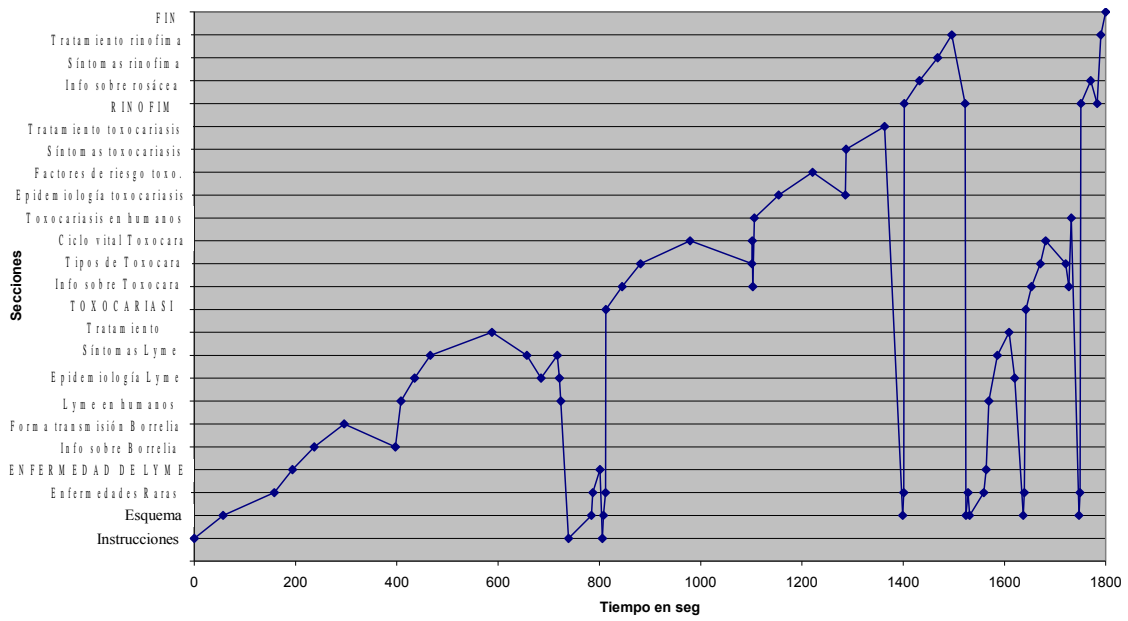
Gráfica 19. Navegación lineal, sin uso del esquema durante la primera lectura.



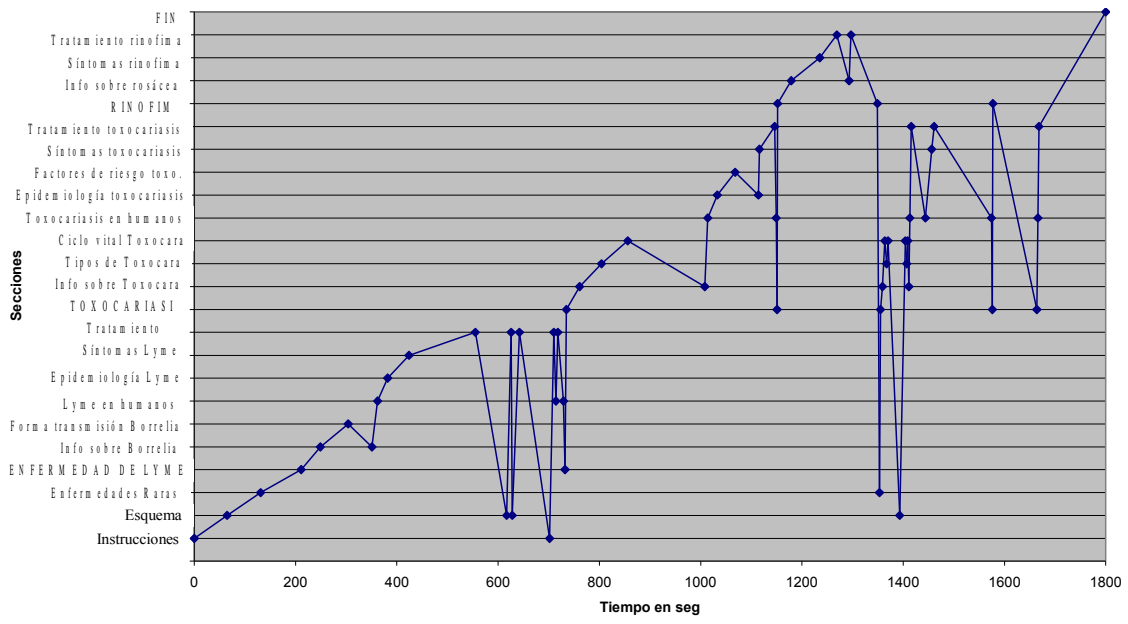
Gráfica 20. Navegación lineal. Una sola lectura del material.



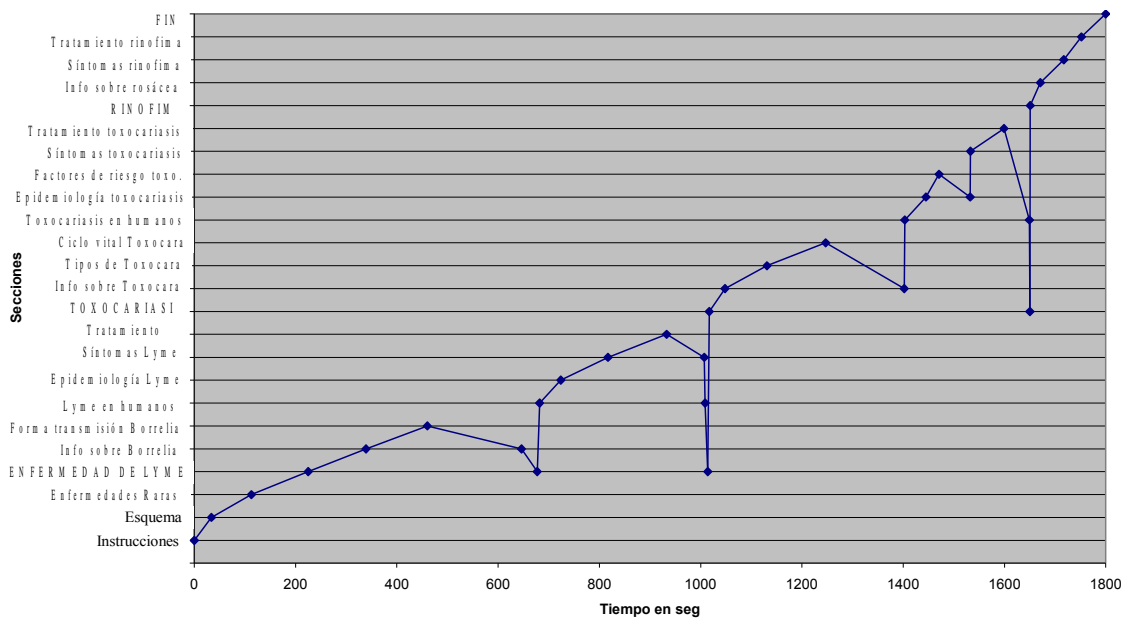
Gráfica 21. Navegación lineal, una sola lectura del material.



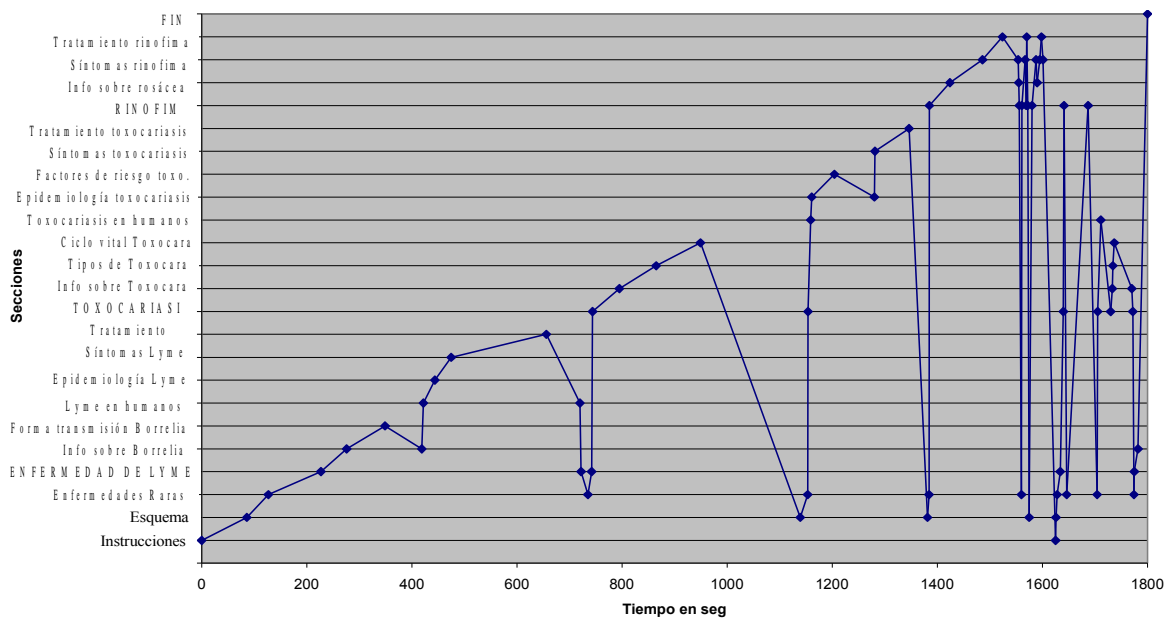
Gráfica 22. Navegación lineal, con uso del esquema al terminar de leer cada enfermedad.



Gráfica 23. Navegación lineal, con poco uso del esquema.

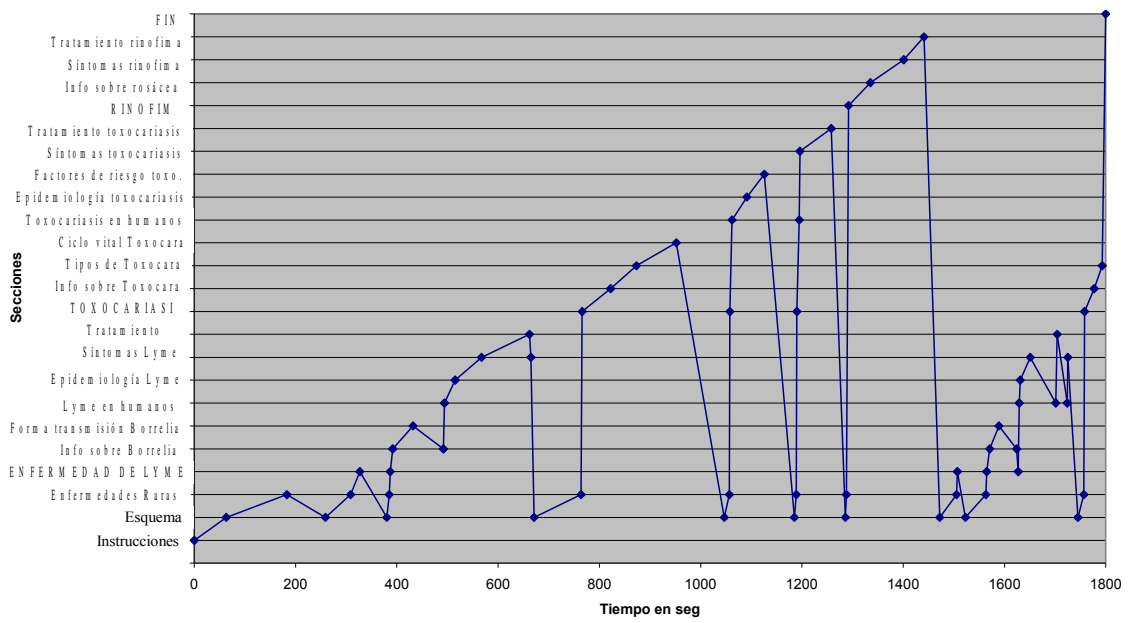


Gráfica 24. Navegación lineal, una sola lectura del material.



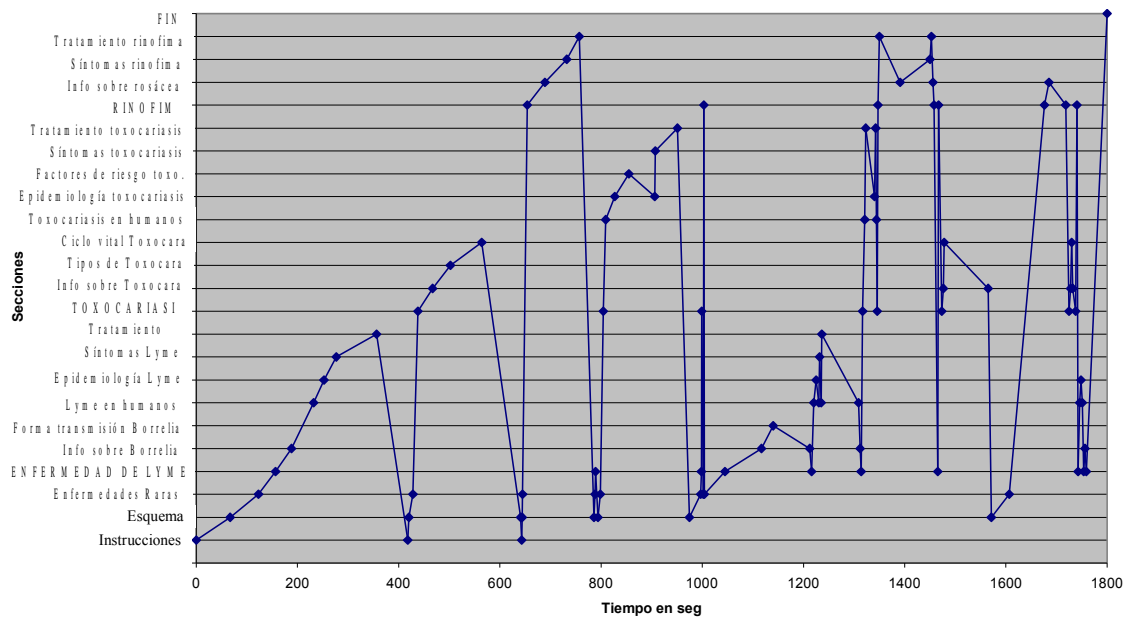
Gráfica 25. Navegación lineal, con poco uso del esquema.



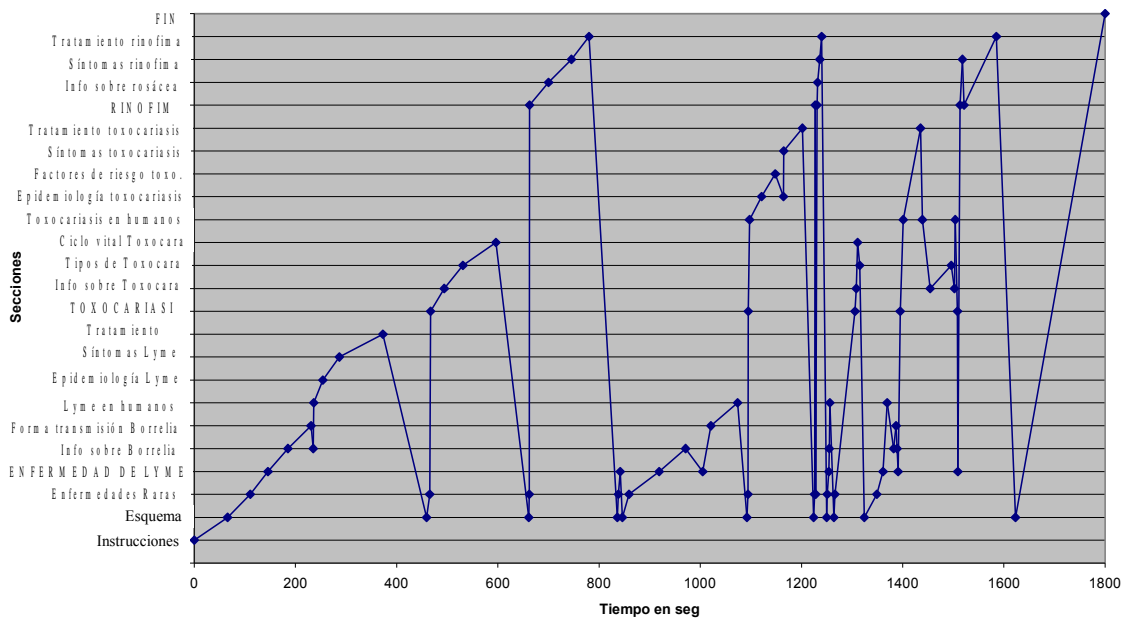


Gráfica 26. Navegación lineal, con uso del esquema tras la mayoría de nodos muertos.

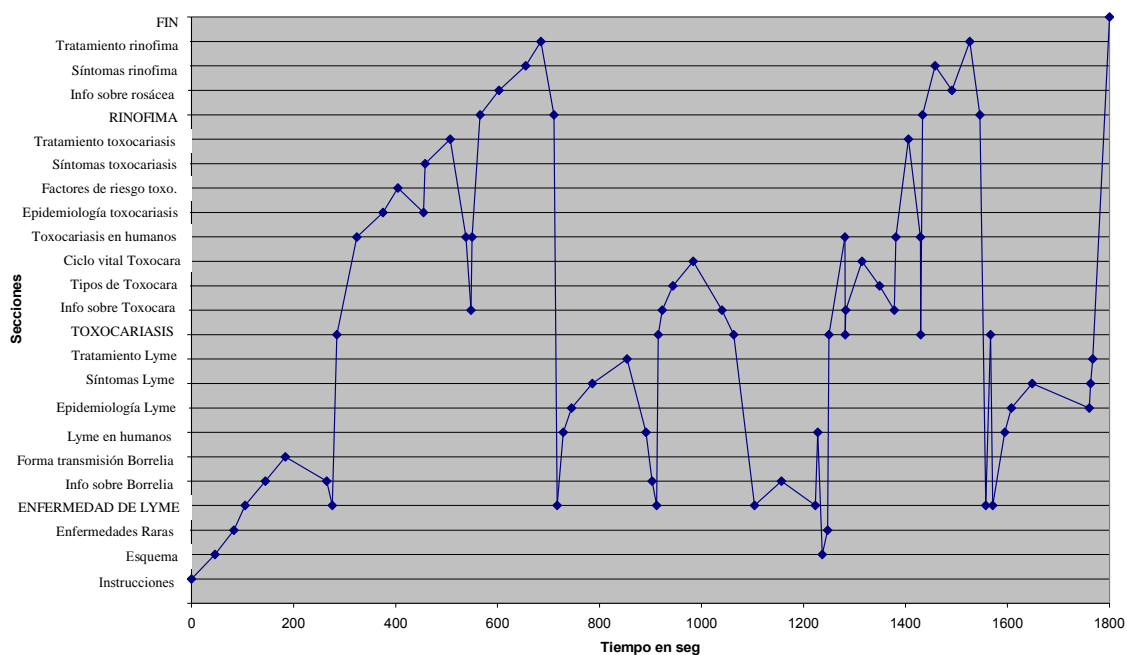
## Gráficas de navegación lineal con mínima desorientación



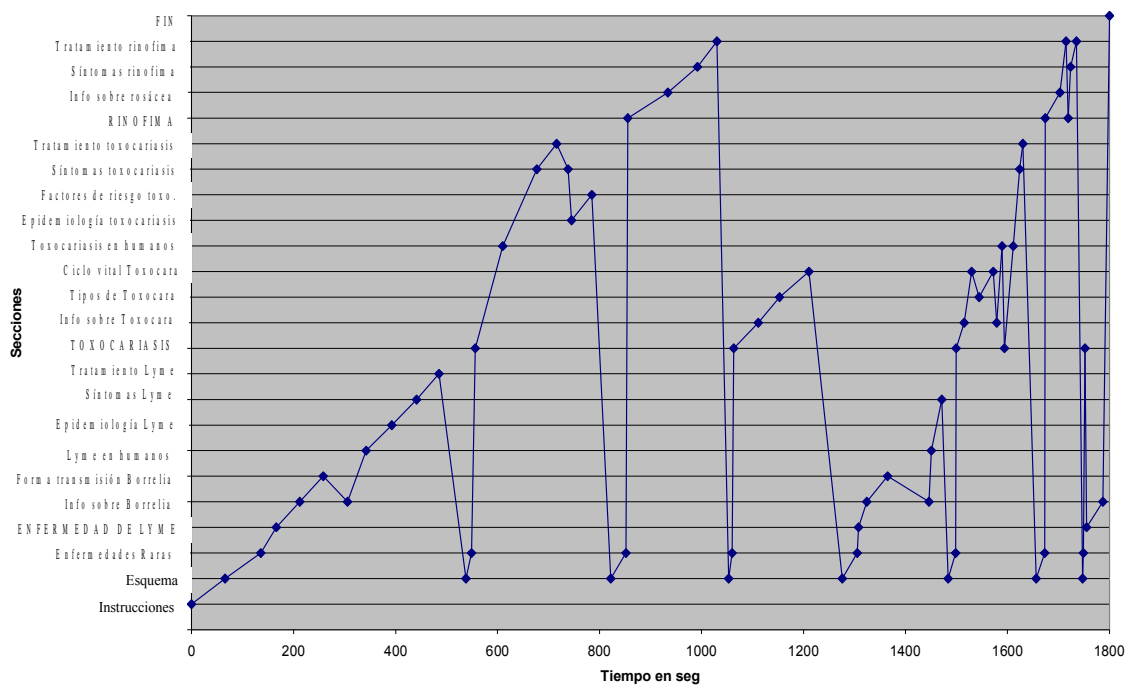
Gráfica 1. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto salta varias secciones al llegar al nodo muerto "Ciclo vital de la Toxocara", en el segundo 600. Vemos cómo en el segundo 800 se visitan las secciones saltadas.



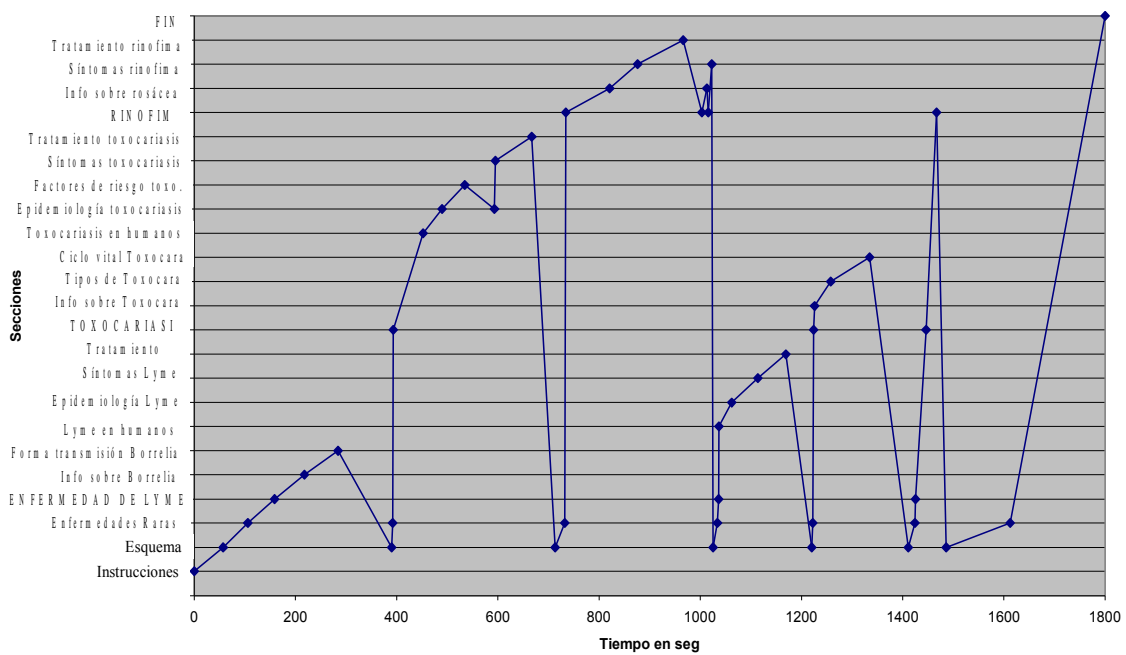
Gráfica 2. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto salta varias secciones al llegar al nodo muerto "Ciclo vital de la Toxocara" alrededor del segundo 600. Las secciones saltadas son visitadas sobre el segundo 1.100.



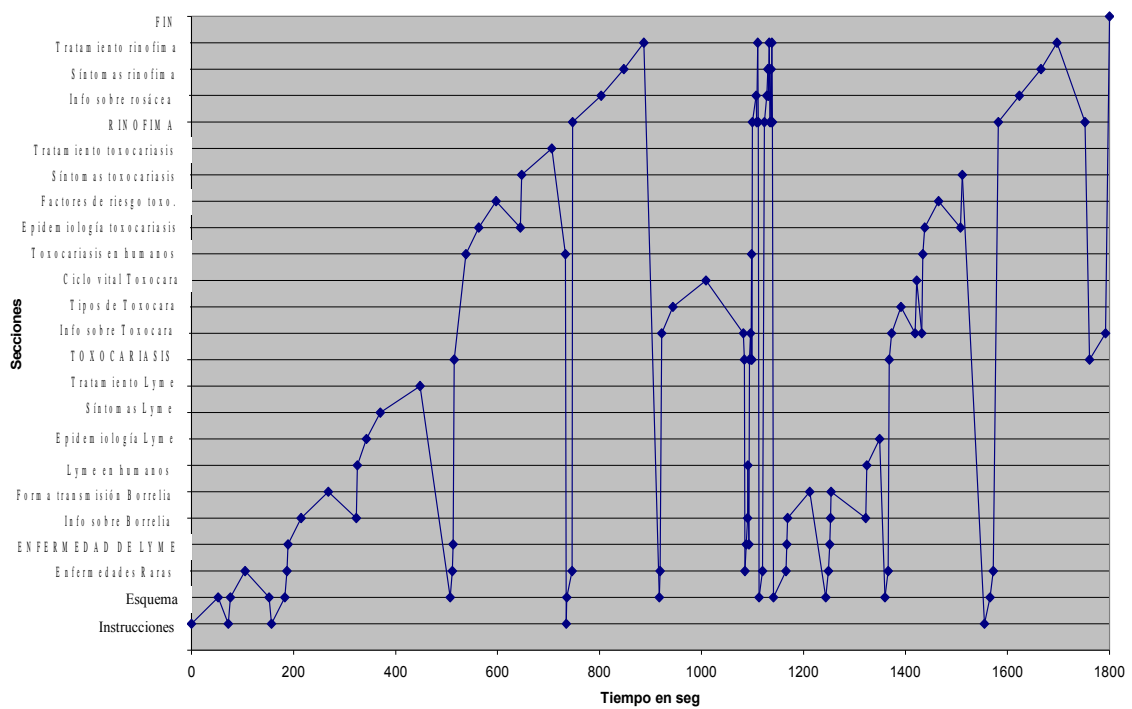
Gráfica 3. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto salta varias secciones en el segundo 200, a pesar de que retrocede satisfactoriamente desde el nodo muerto "Forma de transmisión de la Borrelia". Al llegar a la toxocariasis, comienza con la segunda subsección "Toxocariasis en humanos", en lugar de "Información sobre la toxocara". Todas las secciones saltadas son visitadas a partir del segundo 700 tras terminar la primera lectura.



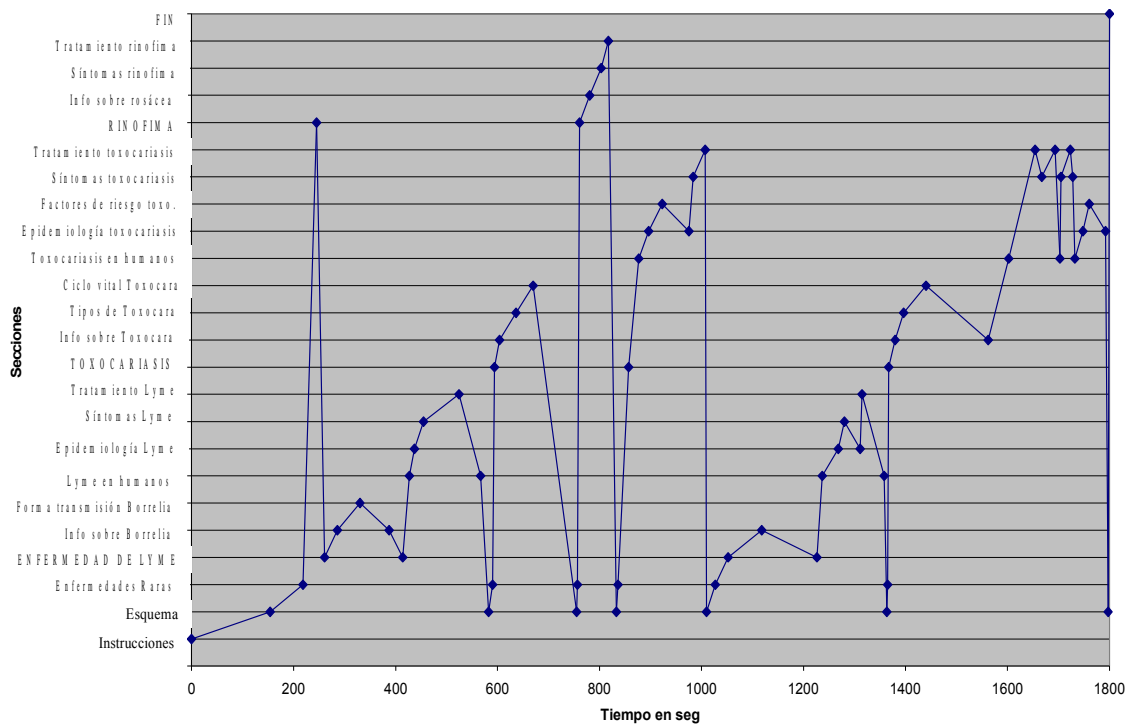
Gráfica 4. Navegación lineal con mínima desorientación. Al llegar a la parte de toxocariasis, comienza leyendo la segunda subsección "Toxocariasis en humanos", olvidando la subsección que inicia en "Información sobre la toxocara". Estos nodos son visitados nada más terminar la primera lectura, a partir del segundo 1.000.



Gráfica 5. Navegación lineal con mínima desorientación. Se saltan secciones al llegar al nodo muerto "Forma de transmisión de la Borrelia", y se comienza leyendo la segunda parte de la enfermedad de la toxocariasis. Todos los nodos de estas subsecciones olvidadas son visitados a partir del segundo 1.000.

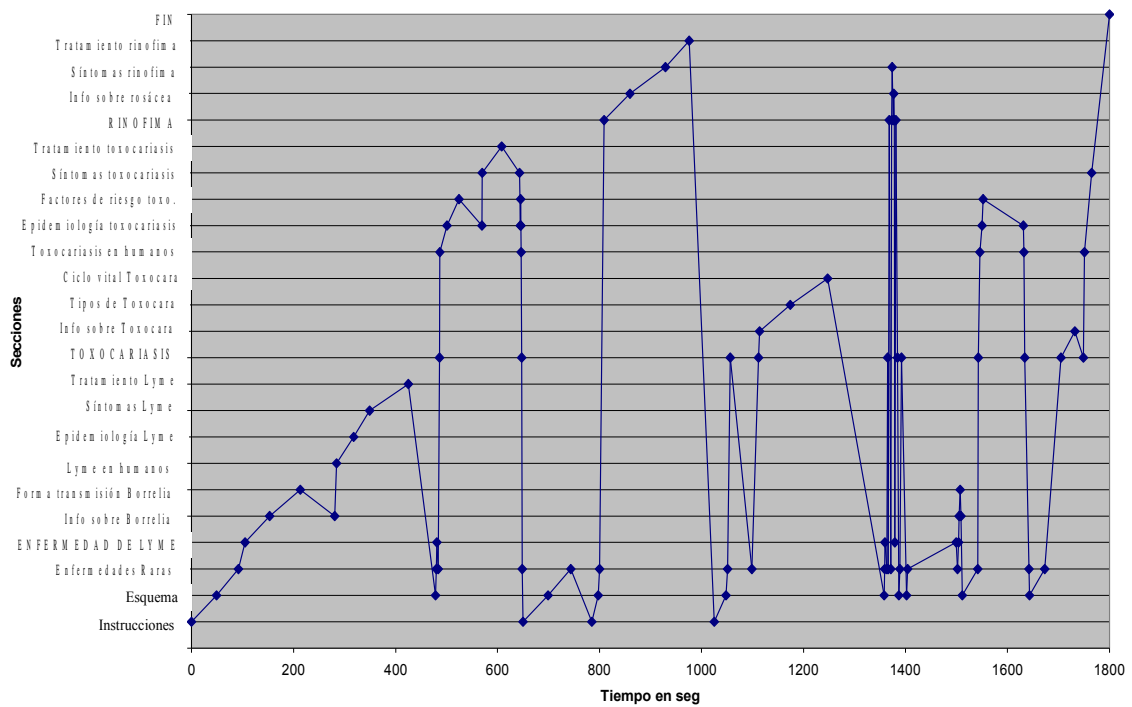


Gráfica 6. Navegación lineal con mínima desorientación. Comienza a leer la segunda parte de la toxocariasis alrededor del segundo 500, olvidando la primera parte. Los nodos de esta subsección son visitados alrededor del segundo 1.000, nada más terminar la primera lectura.

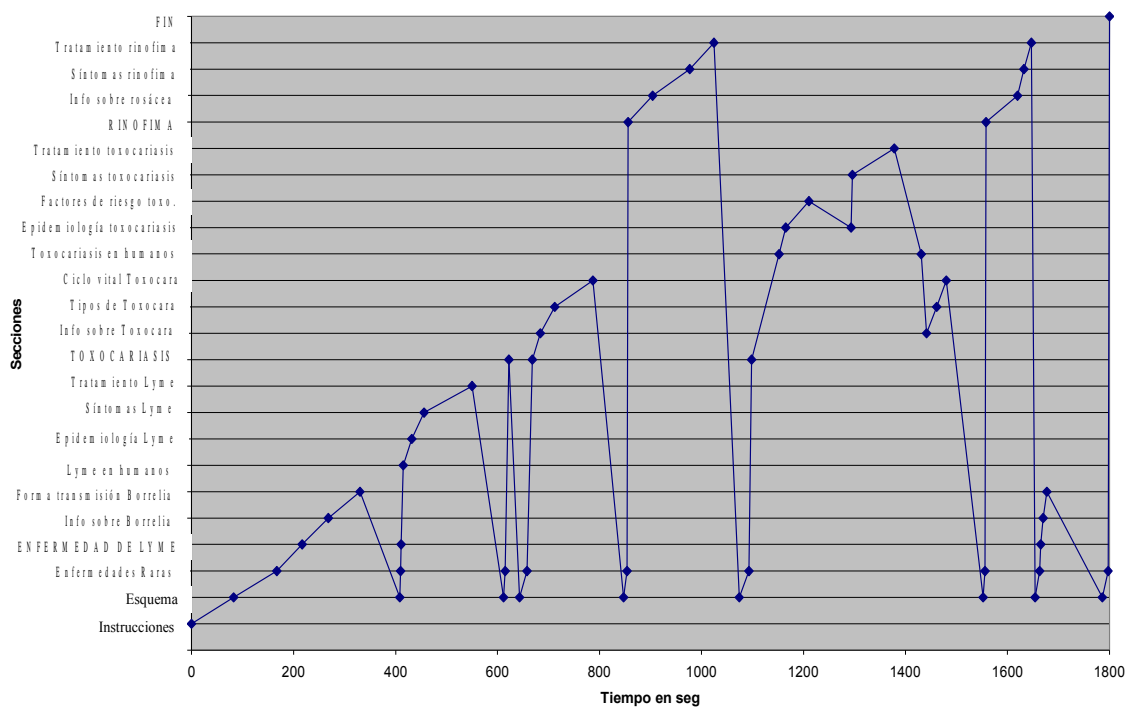


Gráfica 7. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto hace un falso inicio de lectura por la última enfermedad (Rinofima), para rectificar rápidamente y comenzar leyendo la primera (Enfermedad de Lyme). Lee en un orden coherente hasta llegar al nodo muerto de "Ciclo vital de la toxocara" alrededor del segundo 700, cuando usa el esquema como atajo para llegar rápidamente a la siguiente enfermedad. Los nodos olvidados son visitados nada más terminar la primera lectura, a partir del segundo 800.

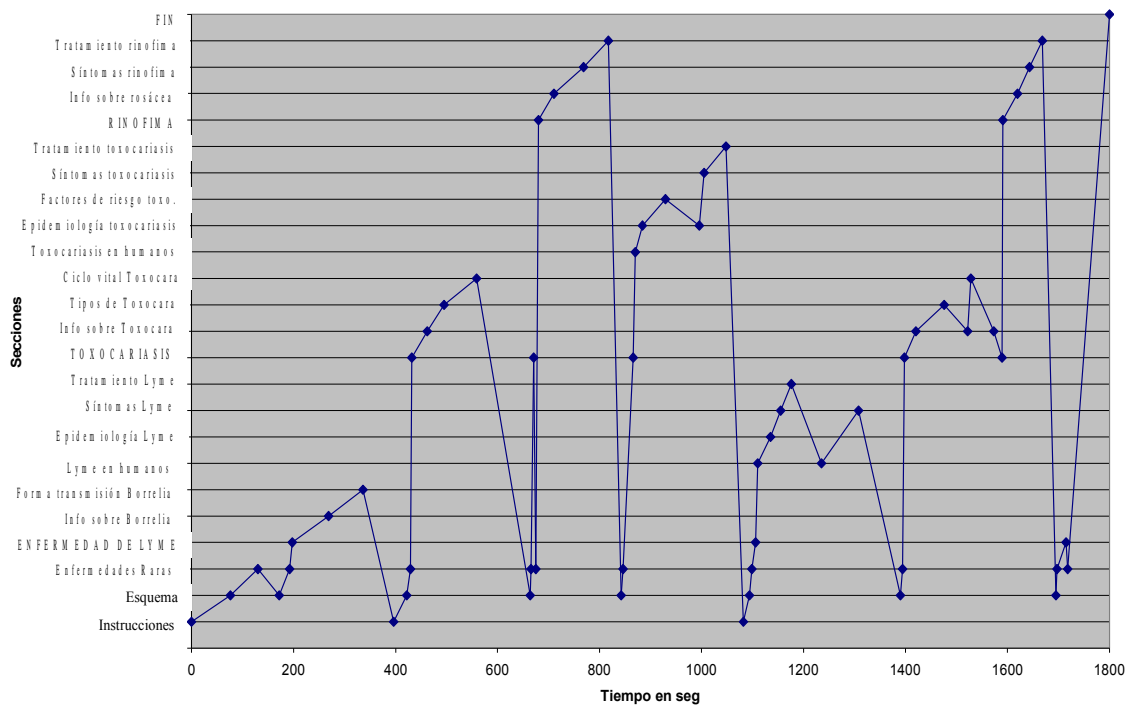




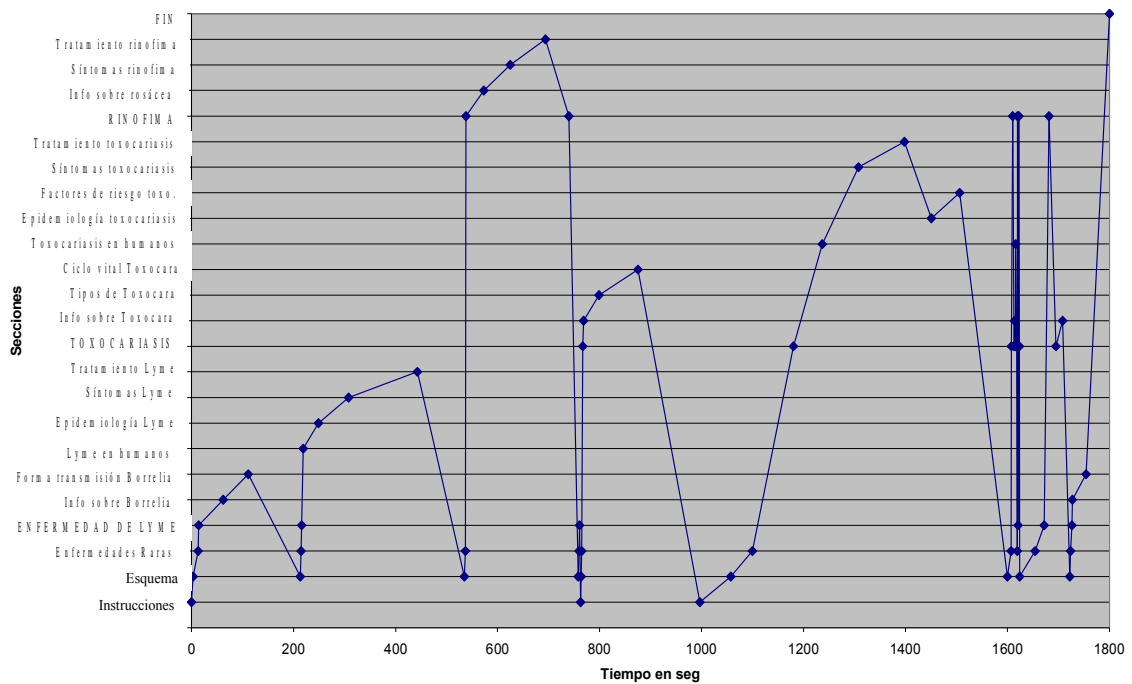
Gráfica 8. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto inicia la lectura de la enfermedad de toxocariasis por la segunda parte ("Toxocariasis en humanos") en el segundo 500. La primera parte es finalmente leída nada más terminar la primera lectura, a partir del segundo 1.100.



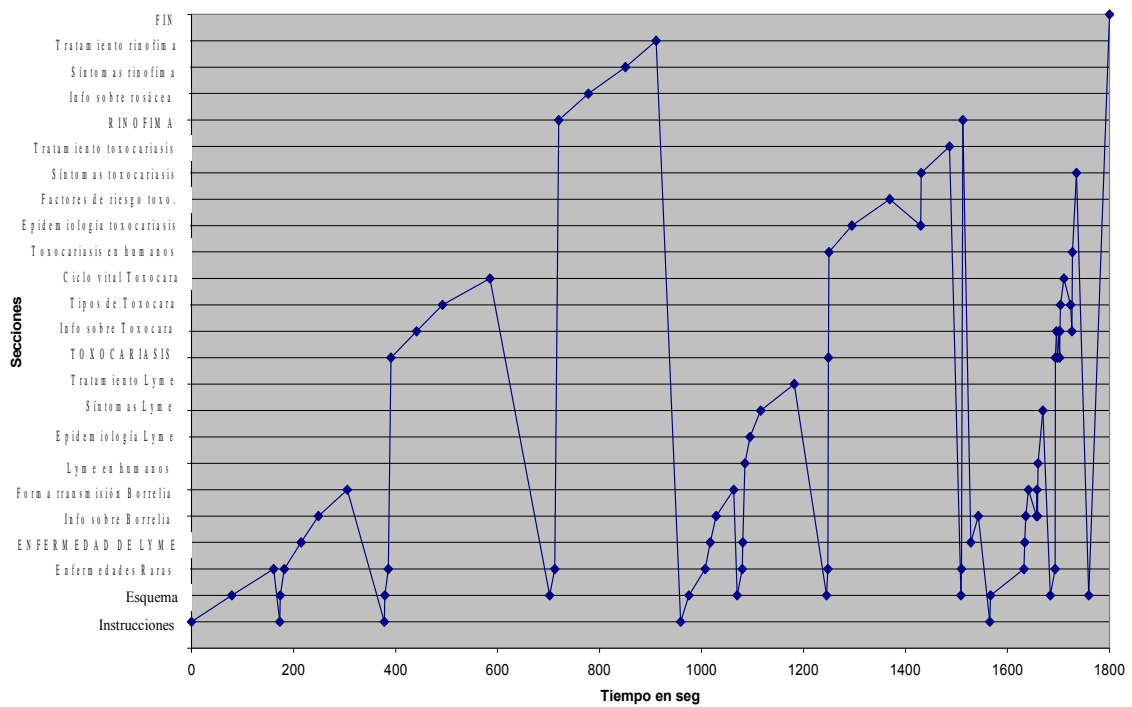
Gráfica 9. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto olvida la segunda parte de la enfermedad toxocariasis al llegar al nodo muerto "Ciclo vital de la toxocara" en el segundo 800. Esos nodos son visitados nada más terminar la primera lectura, a partir del segundo 1.200.



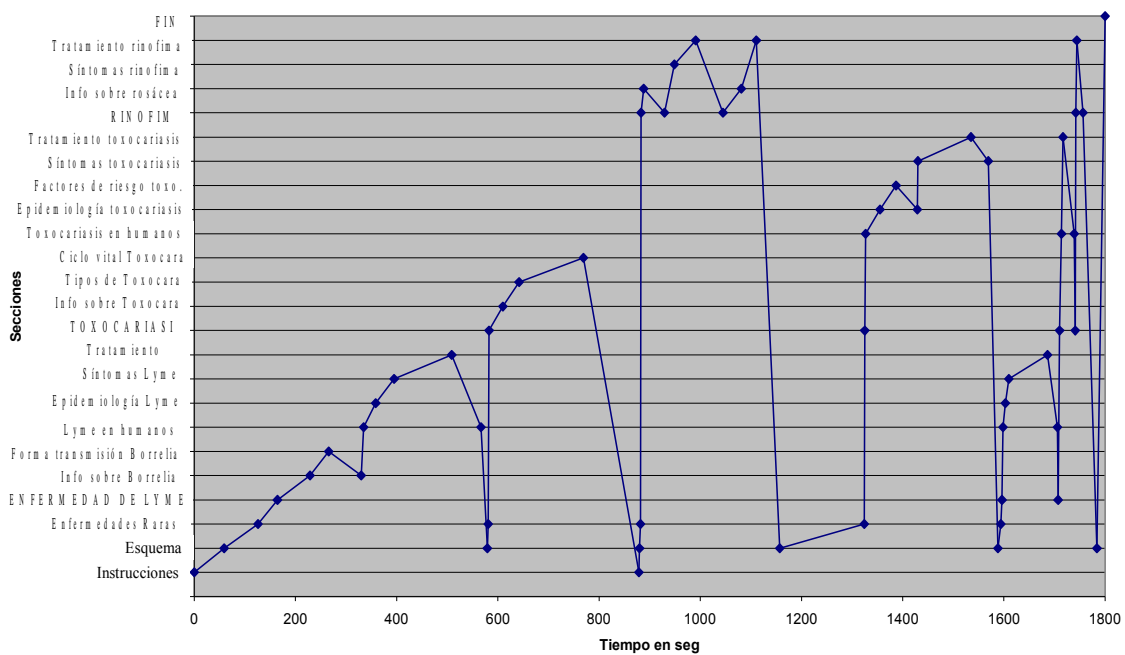
Gráfica 10. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto salta de enfermedad cada vez que llega a un nodo muerto ("Forma de transmisión de la Borrelia" alrededor del segundo 400 y "Ciclo vital de la toxocara" en el 600). Todos los nodos perdidos son visitados tras la primera lectura, durante los segundos 900 y 1.400.



Gráfica 11. Navegación lineal con mínima desorientación. Este sujeto lee la primera enfermedad al completo (segundos 0-600), después la tercera enfermedad (segundos 600-800) y finalmente la segunda enfermedad (segundos 800-1600). El orden de lectura de las enfermedades no afecta a la coherencia, siempre que todos los nodos de cada enfermedad se lean al completo y en un orden coherente. La razón por la que este sujeto está mínimamente desorientado es porque gasta demasiado tiempo desde que termina de leer la primera parte de la toxocariasis (segundo 900) hasta que comienza a leer la segunda parte (second 1.300). Además, esta segunda parte de la toxocariasis se visita en un orden ligeramente incoherente (Síntomas -> Tratamiento -> Epidemiología -> Factores de riesgo).

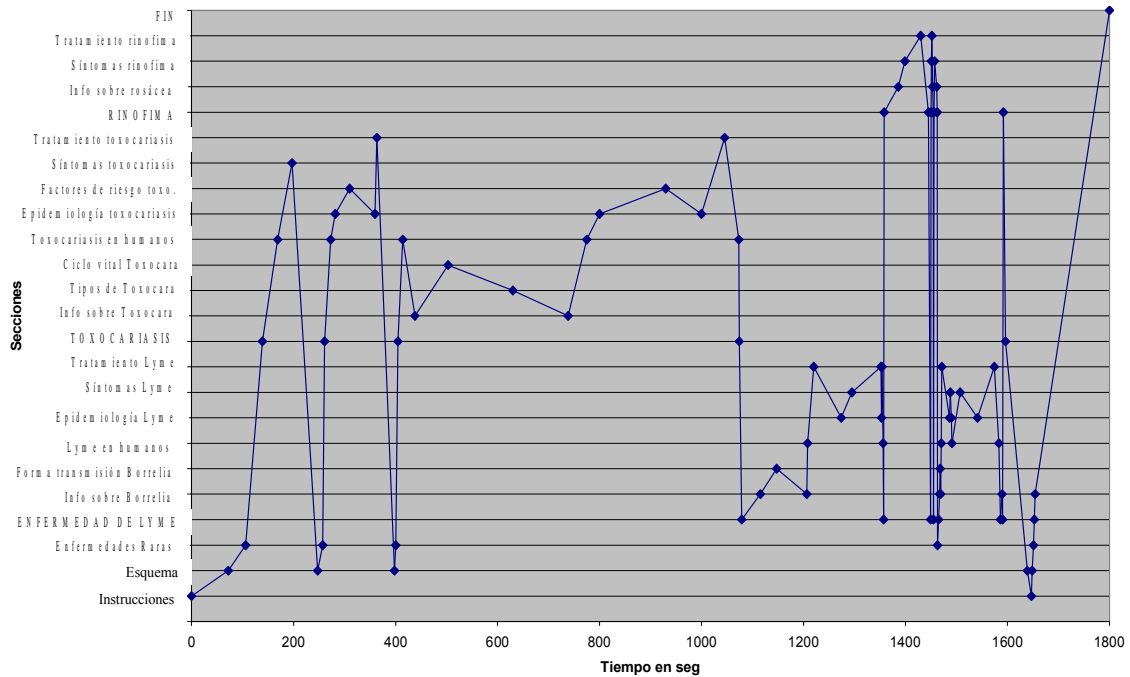


Gráfica 12. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto salta de enfermedad cada vez que llega a un nodo muerto (en el segundo 300 al llegar a "Forma de transmisión de la Borrelia" y en el 600 al llegar "Ciclo vital de la toxocara"). Todos los nodos saltados se visitan tras la primera lectura, entre los segundos 1.000 y 1.500.

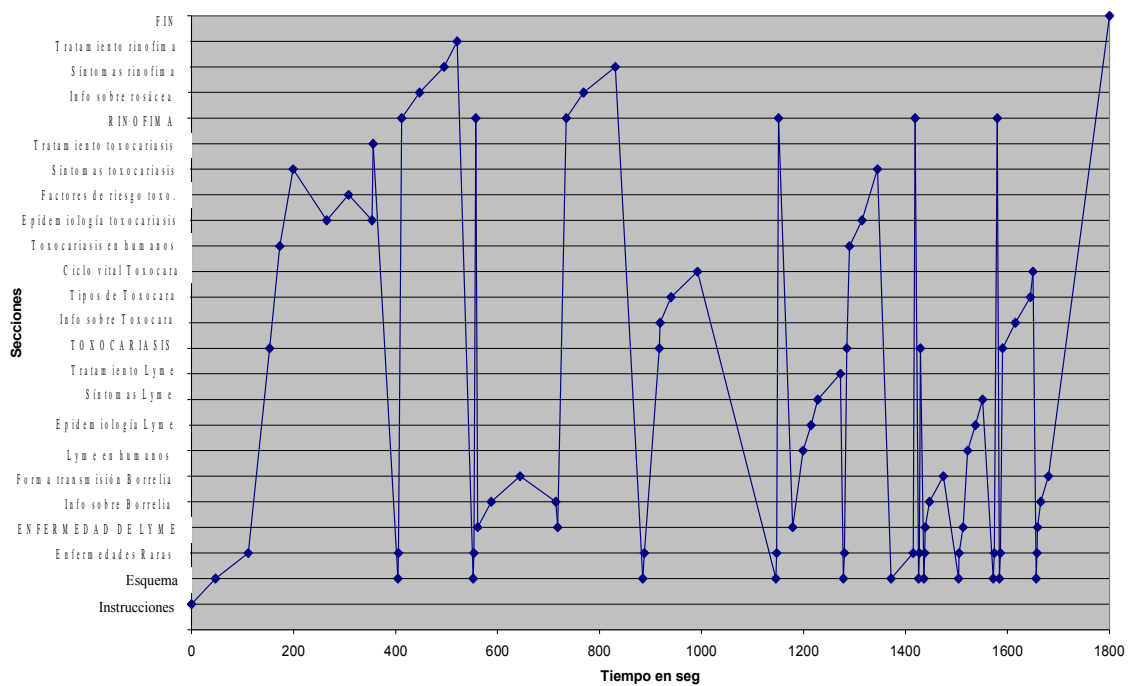


Gráfica 13. Navegación lineal con mínima desorientación. El sujeto salta de enfermedad al llegar al nodo muerto "Ciclo vital de la toxocara" en el segundo 800. Los nodos saltados son visitados a partir del segundo 1.400. La lectura de la Rinofima (segundos 900 - 1.100) parece que se realiza de forma incoherente, pero simplemente refleja la relectura del nodo introductorio.

## Gráficas de navegación desorientada

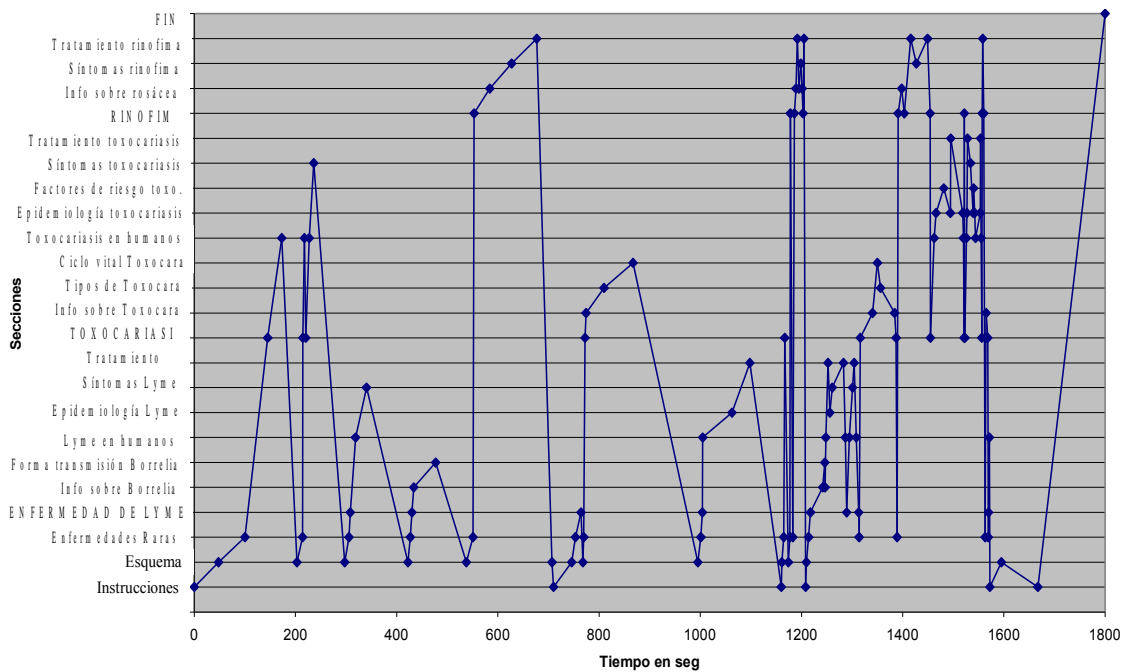


Gráfica 1. Navegación desorientada. Vemos cómo se realizan multitud de transiciones, siguiendo órdenes incoherentes y realizando lecturas incompletas de las subsecciones. Este sujeto se centra en la toxocariasis durante la primera mitad de la sesión (hasta el segundo 1.000) y luego lee las otras dos enfermedades, siguiendo el patrón de transiciones múltiples y aleatorias. La única enfermedad leída de forma coherente es la Rinofima (alrededor del segundo 1.400), puesto que es la más sencilla estructuralmente (un solo nivel).

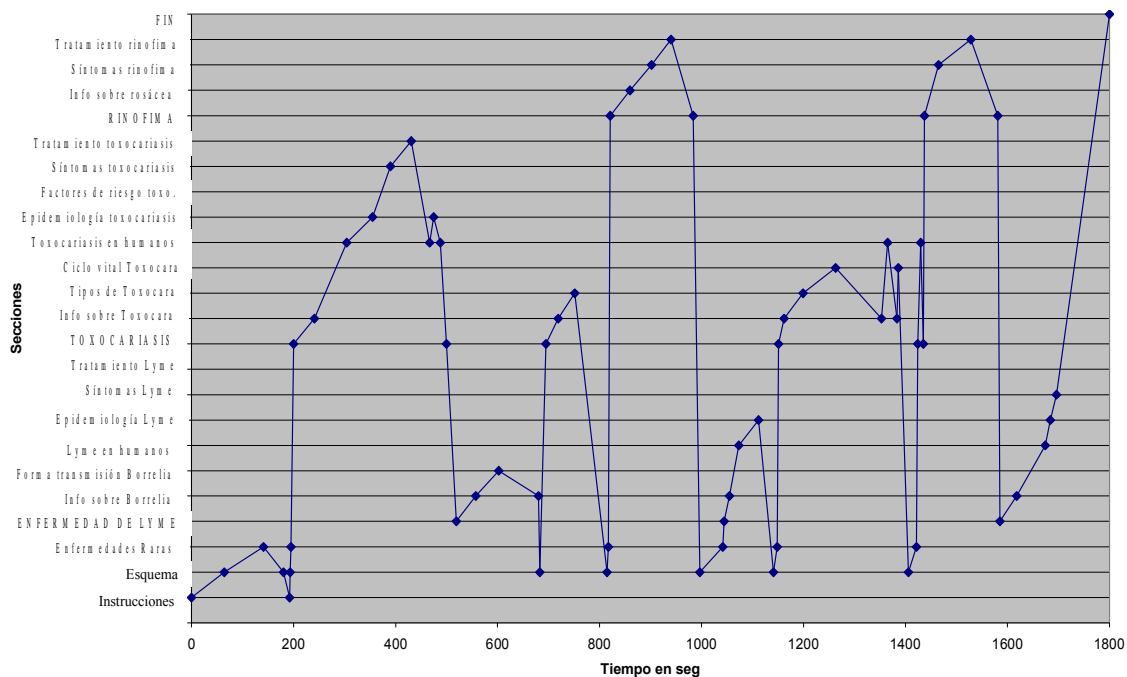


Gráfica 2. Navegación desorientada. Este sujeto comienza muy desorientado, con transiciones aleatorias entre nodos (hasta el segundo 400). A partir de aquí, podemos observar que lee de forma lineal y coherente dentro de muchas subsecciones, pero el orden de lectura de las subsecciones es caótico y en ocasiones incompleto.

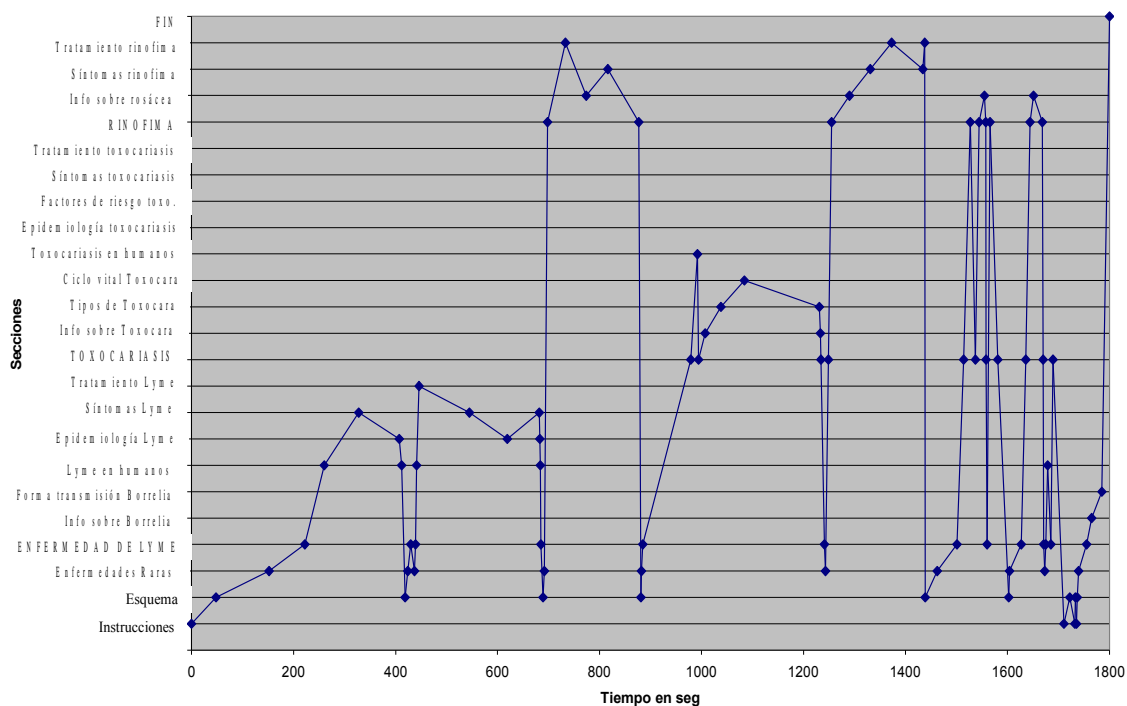




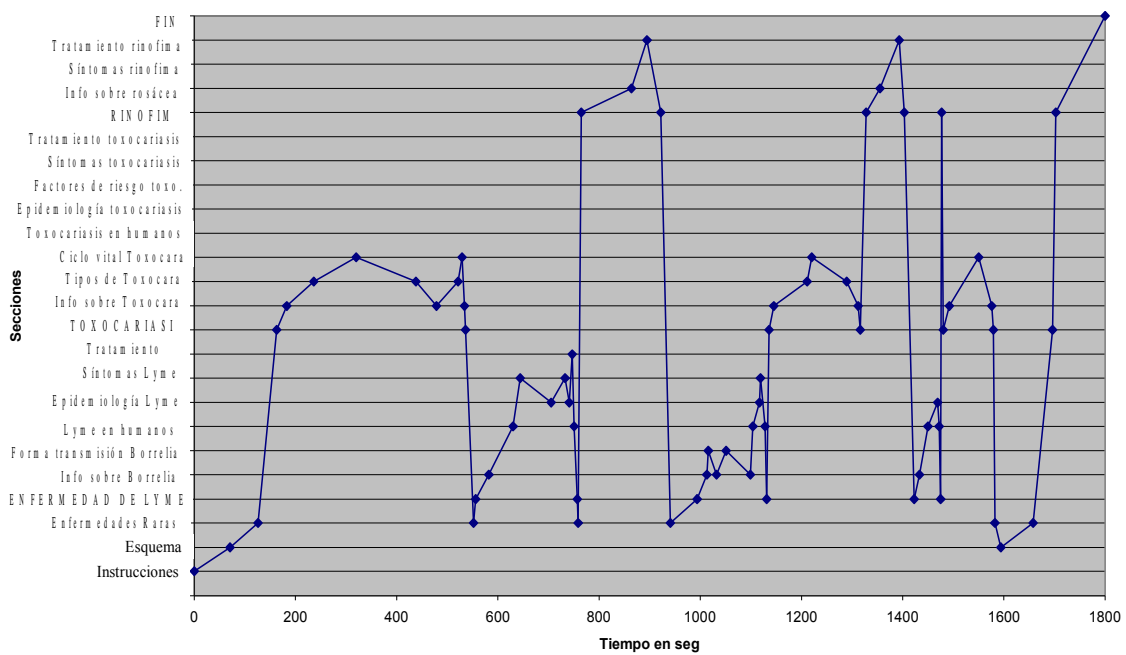
Gráfica 3. Navegación desorientada. Igual que el sujeto anterior, comienza la lectura muy desorientado (hasta el segundo 400). Luego lee dentro varias subsecciones de forma coherente, aunque el orden entre las subsecciones no lo es. También podemos observar que la segunda parte de la toxocariasis sólo es leída al completo entre los segundos 1.450 y 1.500, de forma muy rápida y caótica.



Gráfica 4. Navegación desorientada. Este sujeto no realiza tantas transiciones como los demás dentro de este grupo, sin embargo, realiza transiciones incoherentes y lecturas incompletas. Por ejemplo, alrededor del segundo 250 podemos observar que salta los nodos "Tipos de toxocara" y "Ciclo vital de la toxocara", y alrededor del segundo 400 salta la sección "Factores de riesgo de la toxocara", nodo al que no accede en toda la sesión de lectura. El nodo "Tratamiento de la enfermedad de Lyme" tampoco se visita.



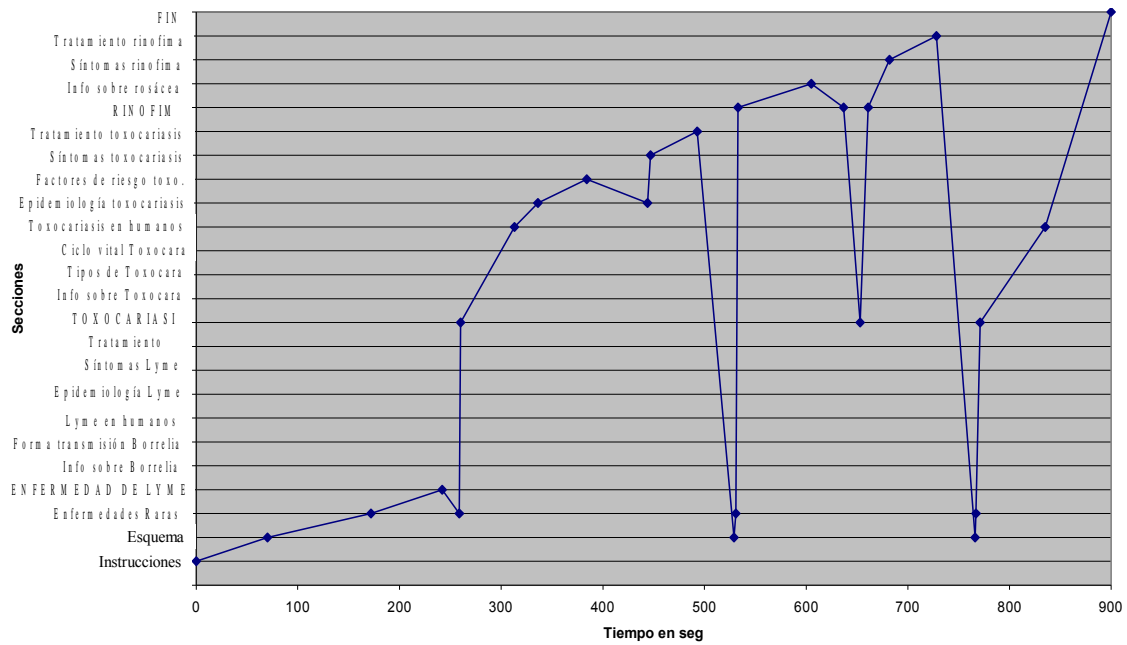
Gráfica 5. Este sujeto deja multitud de secciones sin visitar. No lee la segunda parte de la enfermedad de toxocariasis (ninguno de los nodos de la subsección de "Toxocariasis en humanos"). También salta los nodos introductorios de la enfermedad de Lyme, a los que accede rápidamente en los segundos finales. A pesar de ello, vemos que no realiza excesivas transiciones incoherentes (comparado con los demás sujetos desorientados), y cómo a partir del segundo 1.400 dedica bastante tiempo a visitar el nodo inicial de cada enfermedad (LYME, TOXOCARIASIS, y RINOFIMA), por lo que podría ser un patrón medianamente apropiado para la instrucción de resumen. Sin embargo, este sujeto tenía una instrucción de examen.



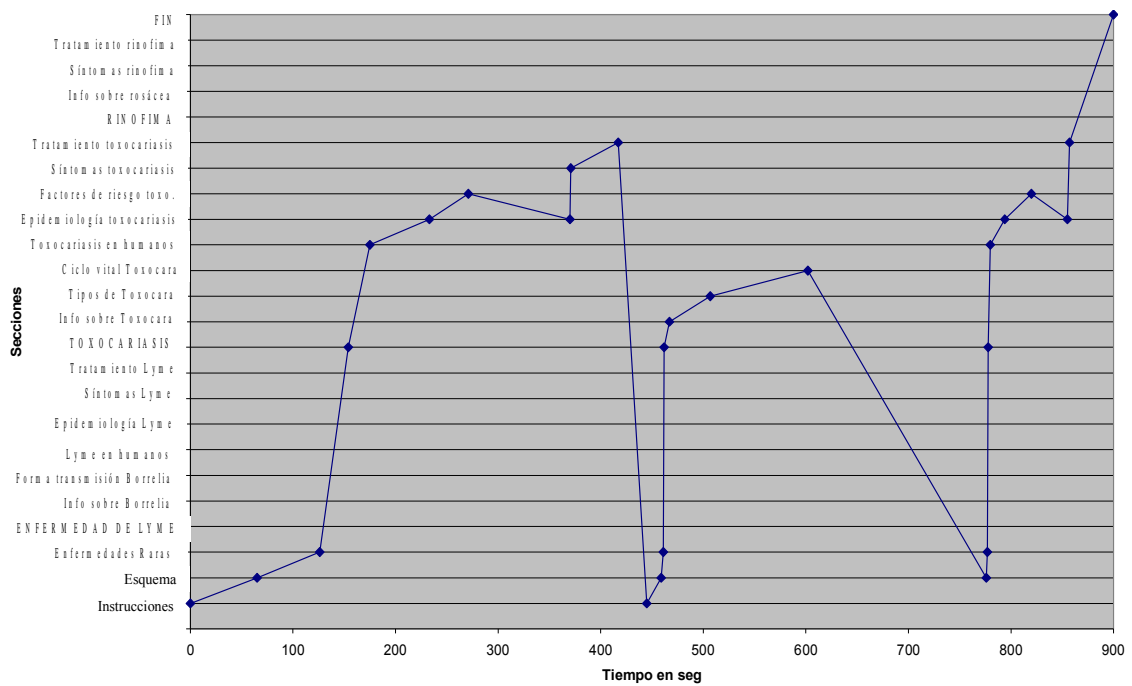
Gráfica 6. Navegación desorientada. Este sujeto deja multitud de nodos sin visitar (como "Síntomas de la Rinofima" o todos los nodos de la subsección "Toxocariasis en humanos"). También realiza muchos saltos entre enfermedades, y lecturas incompletas de las subsecciones.

## ANEXO EXPERIMENTO 2

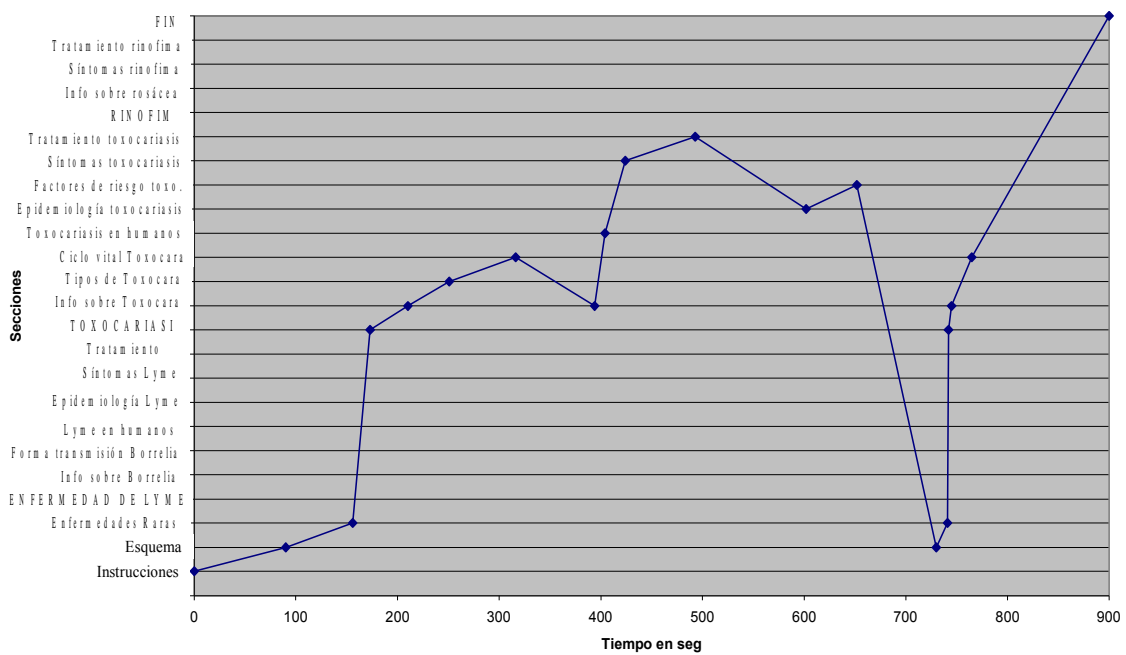
### Gráficas de navegación de los sujetos con la instrucción de lectura general



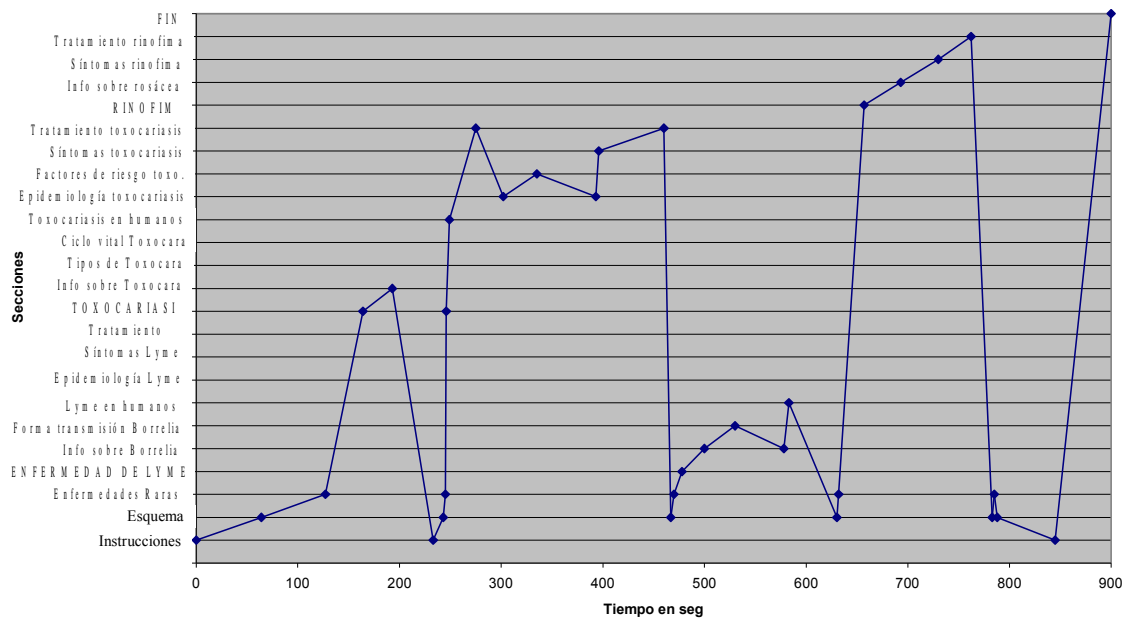
Gráfica 1. Navegación asociada al patrón global. Vemos claramente las características de este patrón: pocas transiciones, una sola lectura, y exploración (se lee la Rinofima a pesar de no ser necesaria). También vemos que no se lee la primera parte de la enfermedad objetivo (toxocariasis). Es bastante común que los sujetos con esta instrucción se interesen primero, o únicamente, en los nodos relativos a la subsección "Toxocariasis en humanos" (presumiblemente porque su instrucción es ayudar a un familiar con la enfermedad, por lo que se interesan más por los síntomas y tratamiento).



Gráfica 2. Navegación asociada al patrón global. Básicamente una sola lectura del material, sin visitar nodos irrelevantes. Vemos cómo lee primero la parte de "Toxocariasis en humanos" y después la de información sobre el parásito.

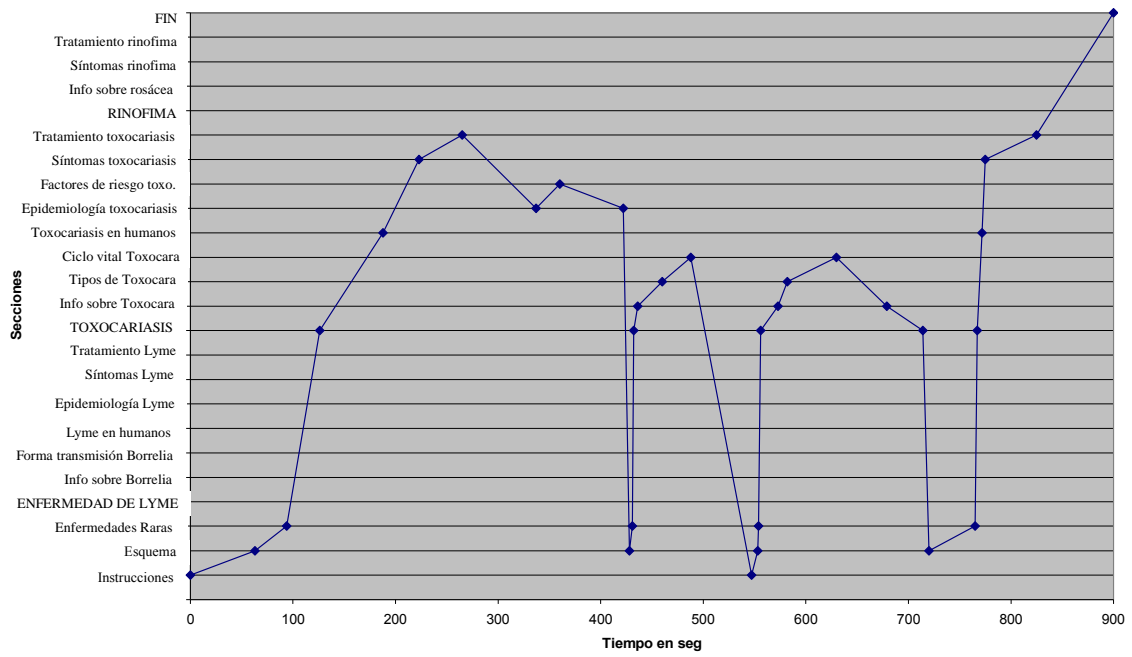


Gráfica 3. Navegación asociada al patrón global. Prácticamente una sola lectura de la enfermedad objetivo, sin visitas a nodos irrelevantes.

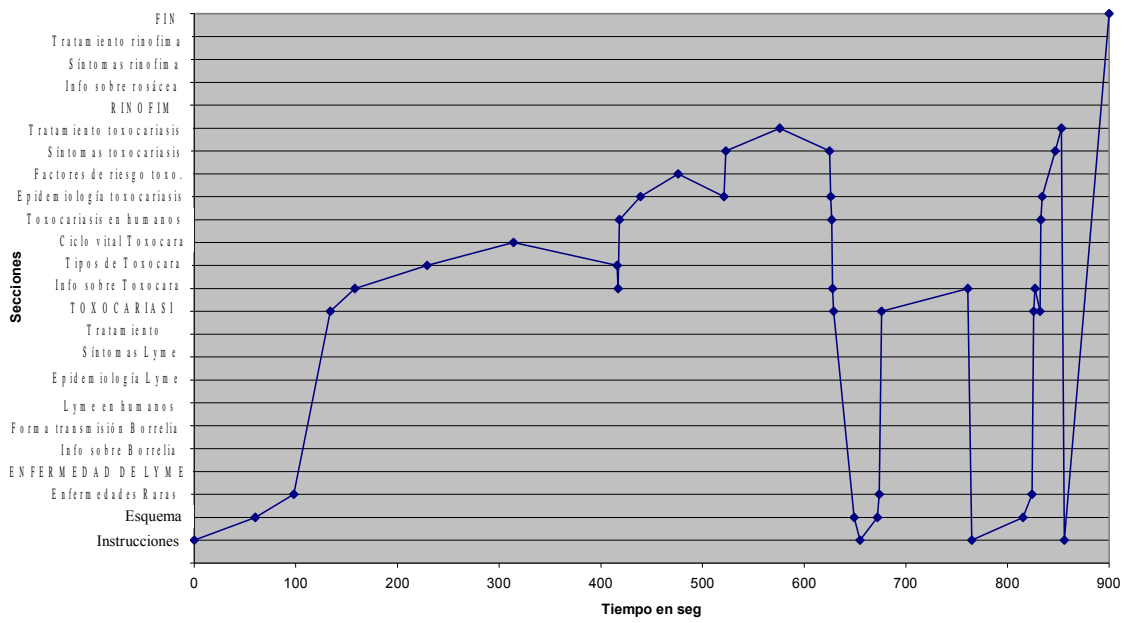


Gráfica 4. Navegación asociada al patrón global. Vemos cómo hace una sola lectura del material, centrado en la parte de afectación a humanos de la enfermedad objetivo, y en la segunda parte de la sesión explora las otras 2 enfermedades.

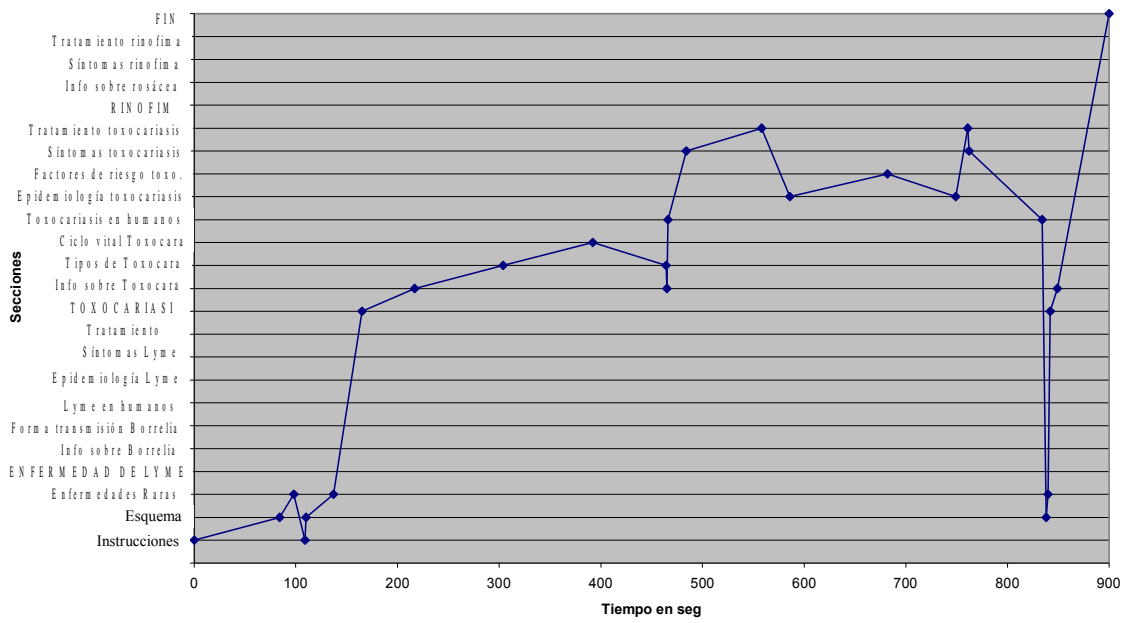




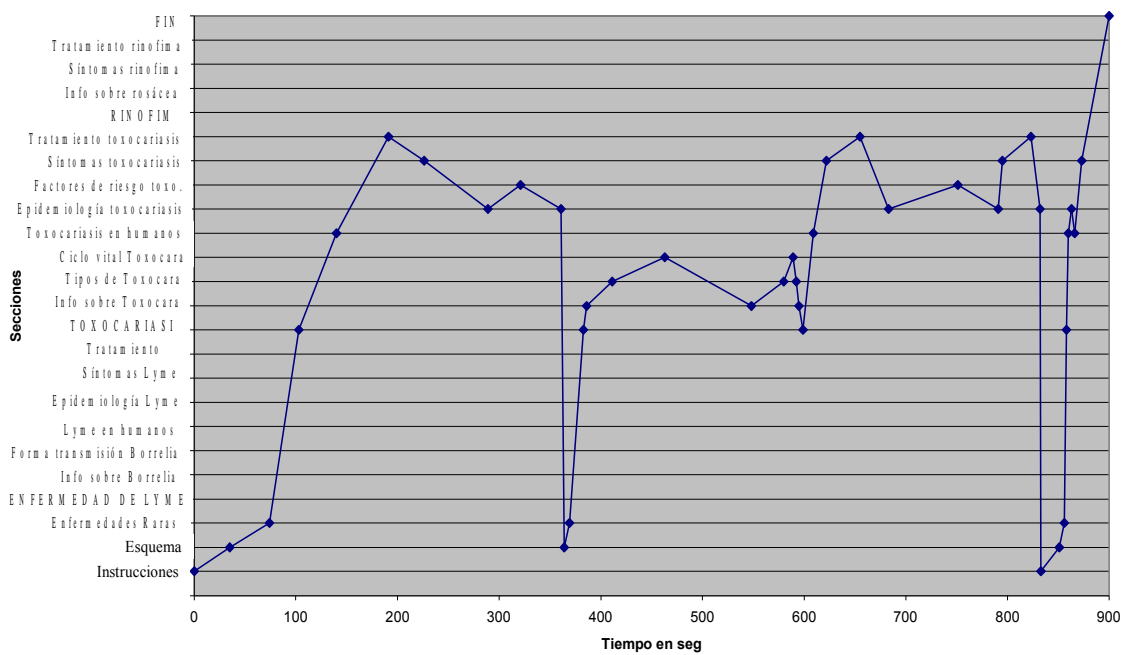
Gráfica 5. Navegación asociada al patrón global. Pocas revisitas y pocas transiciones totales, lectura centrada en la enfermedad objetivo.



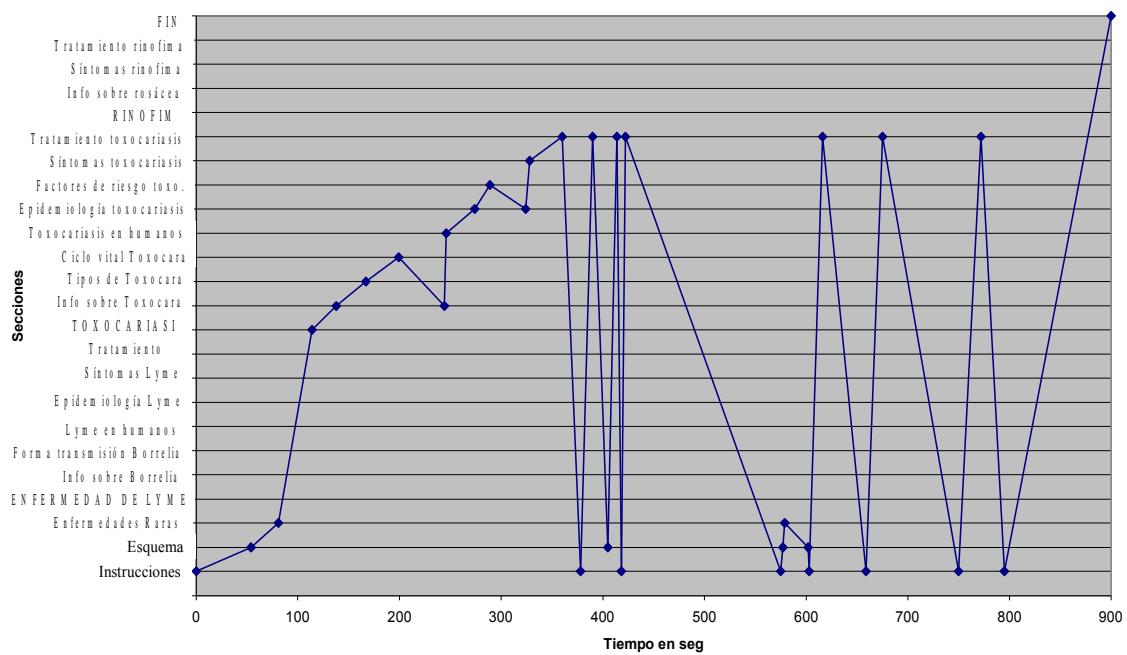
Gráfica 6. Navegación asociada al patrón global. Básicamente una sola lectura, con pocas visitas y centrada en la enfermedad objetivo.



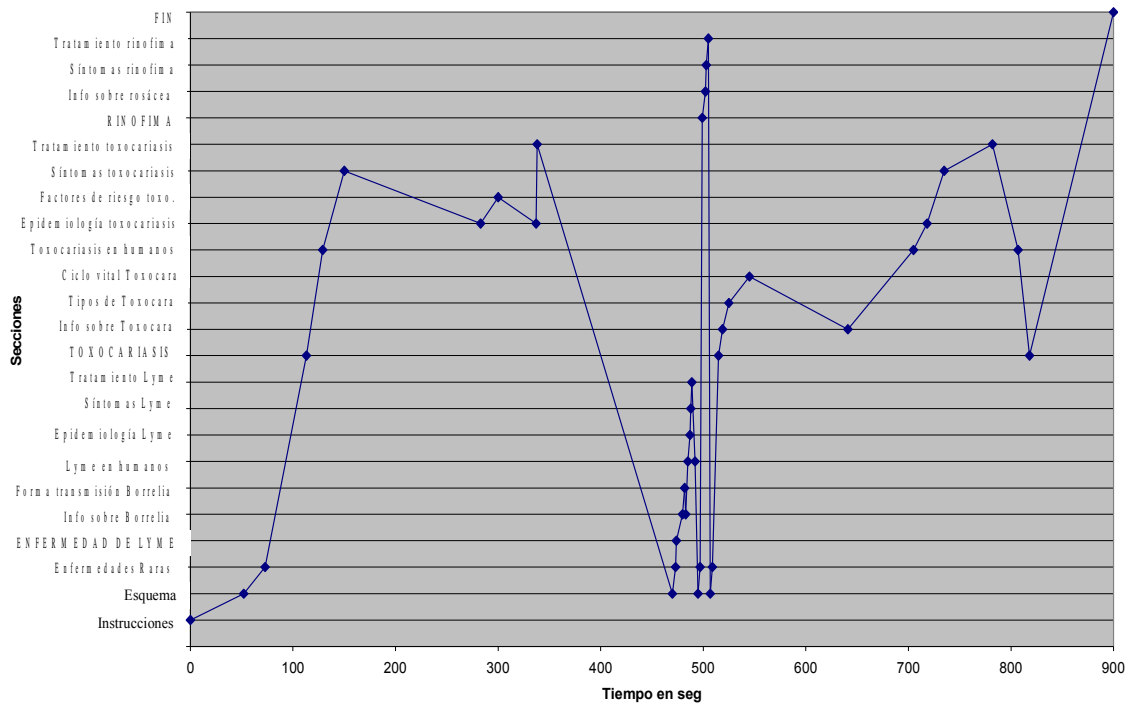
Gráfica 7. Navegación asociada al patrón global. Básicamente una sola lectura, con muy pocas revisitas y centrada en la enfermedad objetivo.



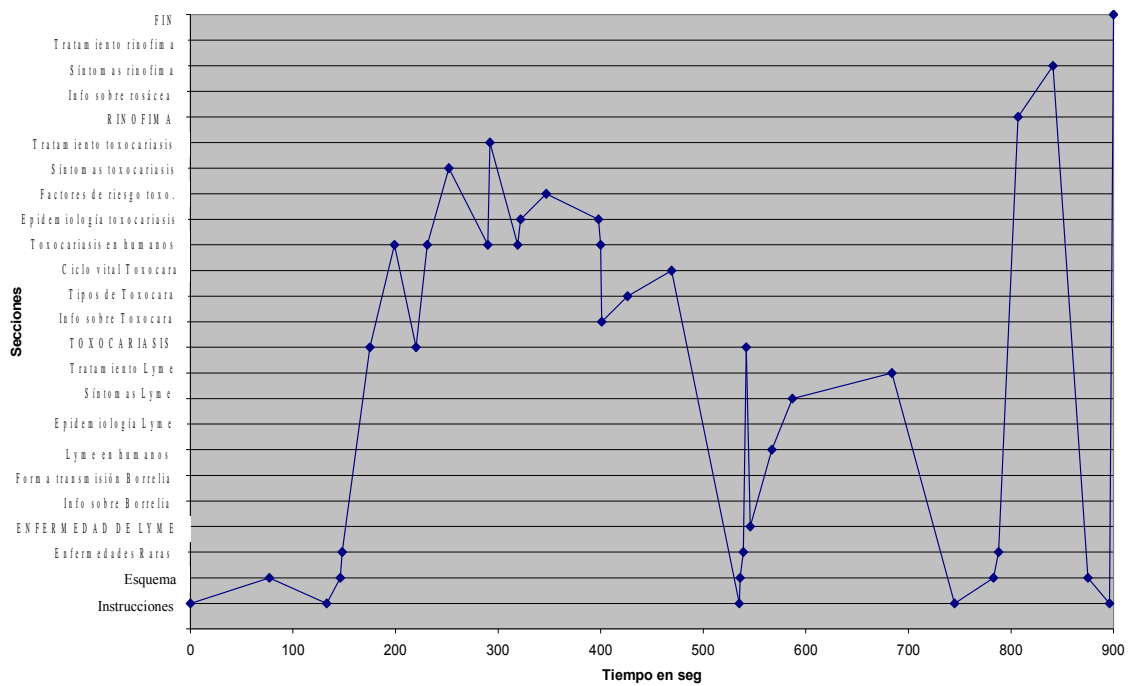
Gráfica 8. Navegación asociada al patrón global. Lectura centrada en la enfermedad objetivo, con pocas revisitas. De nuevo vemos cómo se lee primero y se presta más atención la parte de afectación a los humanos.



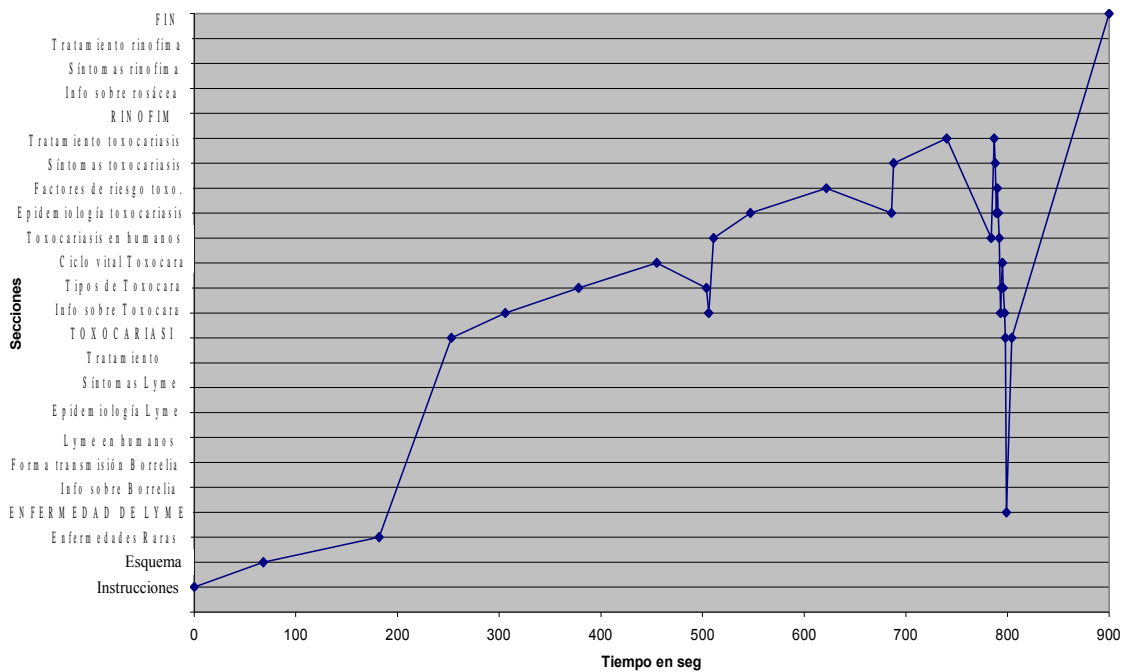
Gráfica 9. Navegación asociada al patrón global. Vemos una sola lectura de la enfermedad objetivo, muy pocas revisitas y sin visitas a nodos de las enfermedades irrelevantes. La segunda mitad de la sesión la dedica a leer en profundidad el nodo de tratamiento.



Gráfica 10. Navegación asociada al patrón global. Una sola lectura, con pocas revisitas. En la mitad de la sesión se observa un escaneo muy rápido de las dos enfermedades irrelevantes, pero la lectura está centrada en la enfermedad objetivo.

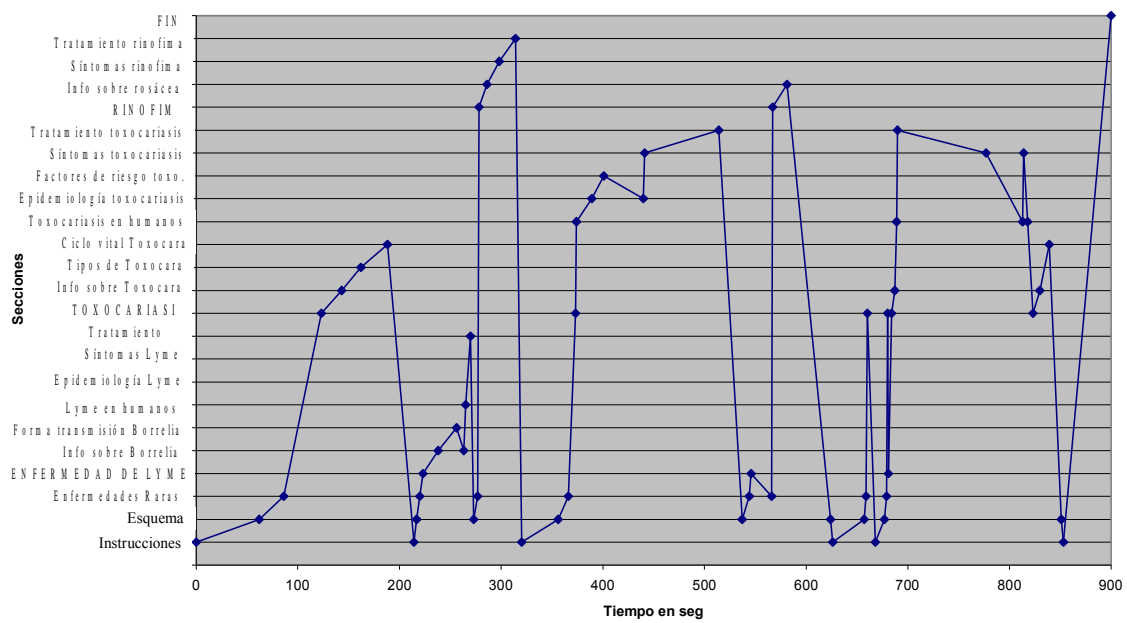


Gráfica 11. Navegación asociada al patrón global. Una sola lectura, con muy pocas revisitas. De nuevo vemos cómo inicia la lectura con los nodos relativos a la afectación a la humanos. Dedicar los últimos 5 minutos a leer parte de las enfermedades irrelevantes.

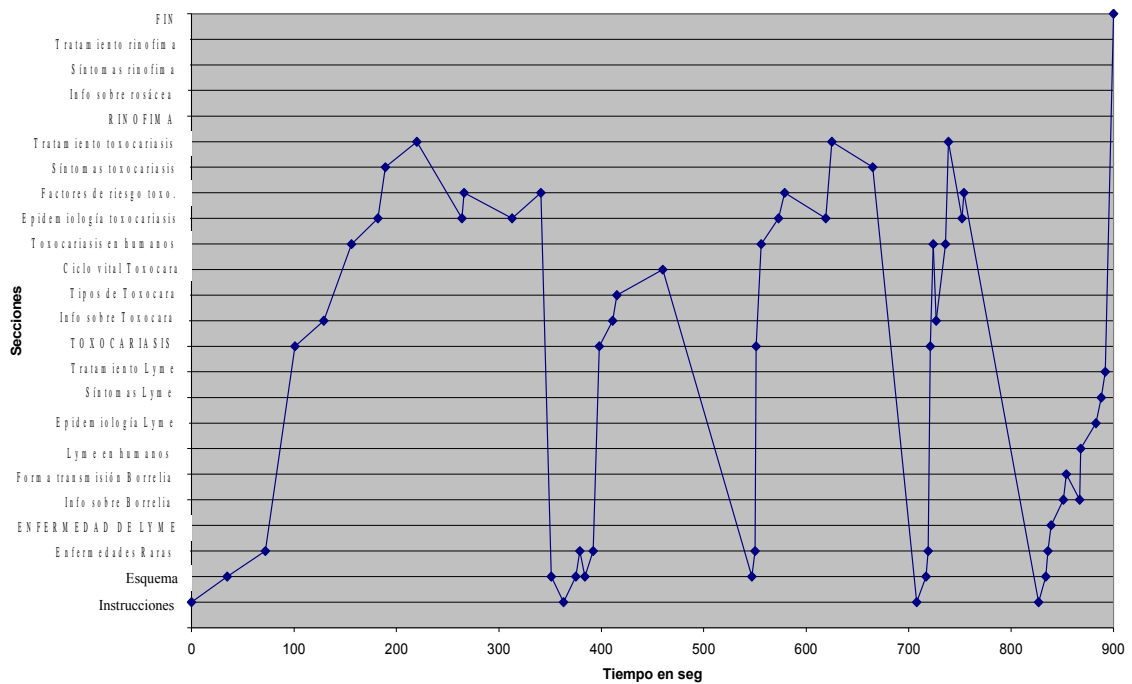


Gráfica 12. Navegación asociada al patrón global. Una sola lectura del material, sin visitar las enfermedades irrelevantes (salvo la del segundo 800 a la enfermedad de Lyme, que seguramente se realizó por confusión, puesto que es una visita de 4 segundos). Vemos cómo al terminar retrocede usando el botón "Atrás", y dedica el último minuto al nodo introductorio de la toxocariasis.

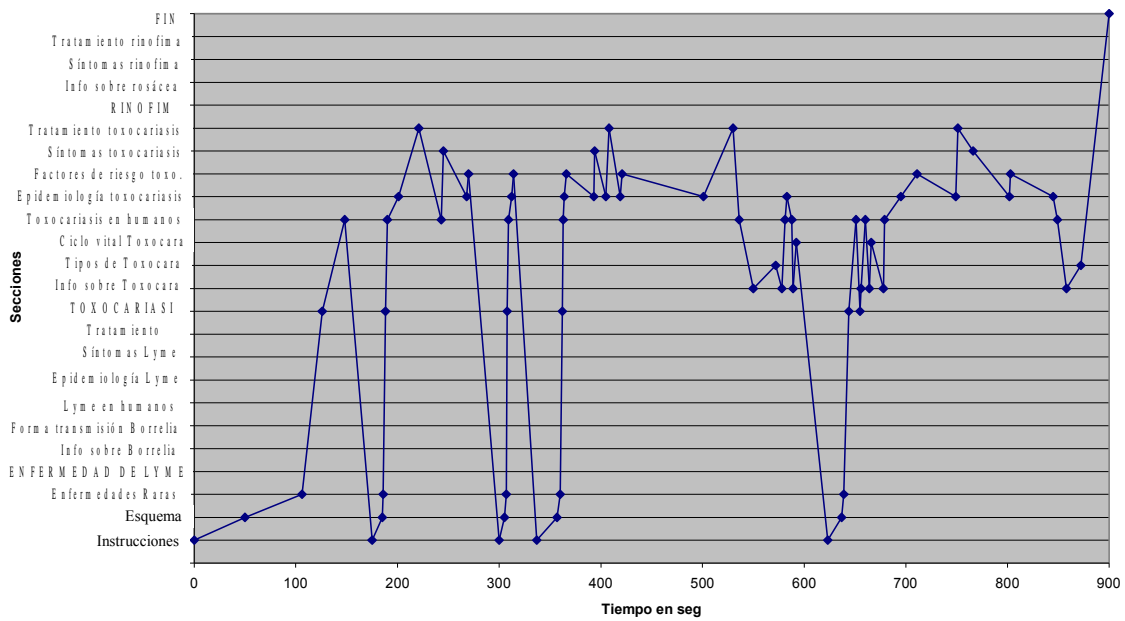




Gráfica 13. Navegación asociada al patrón mixto. Es de los pocos sujetos con un patrón mixto en la instrucción general. Vemos cómo hace más transiciones, visitas más fragmentadas a las subsecciones, y leyendo las enfermedades irrelevantes (aunque indudablemente la lectura está centrada en la enfermedad relevante).

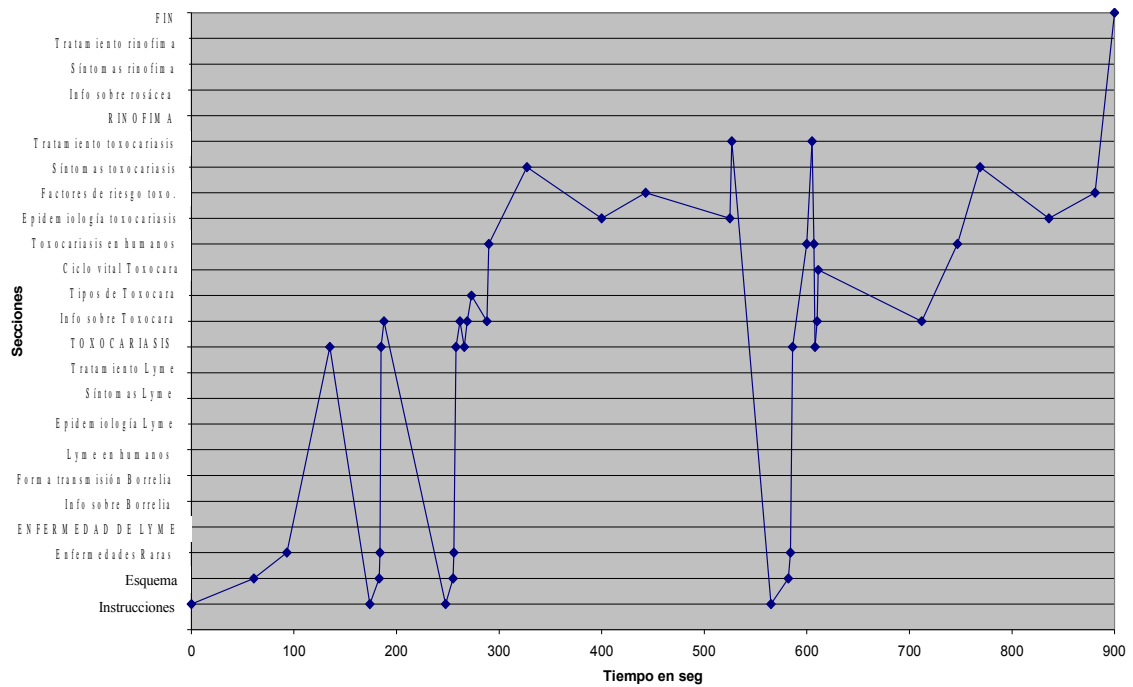


Gráfica 14. Navegación asociada al patrón mixto. Este es el segundo y último sujeto con este tipo de navegación en la instrucción general. Vemos cómo tras una lectura similar a la del patrón global, realiza algunos comportamientos de búsqueda, especialmente a partir del segundo 700. Finaliza la sesión escaneando rápidamente una de las enfermedades irrelevantes.

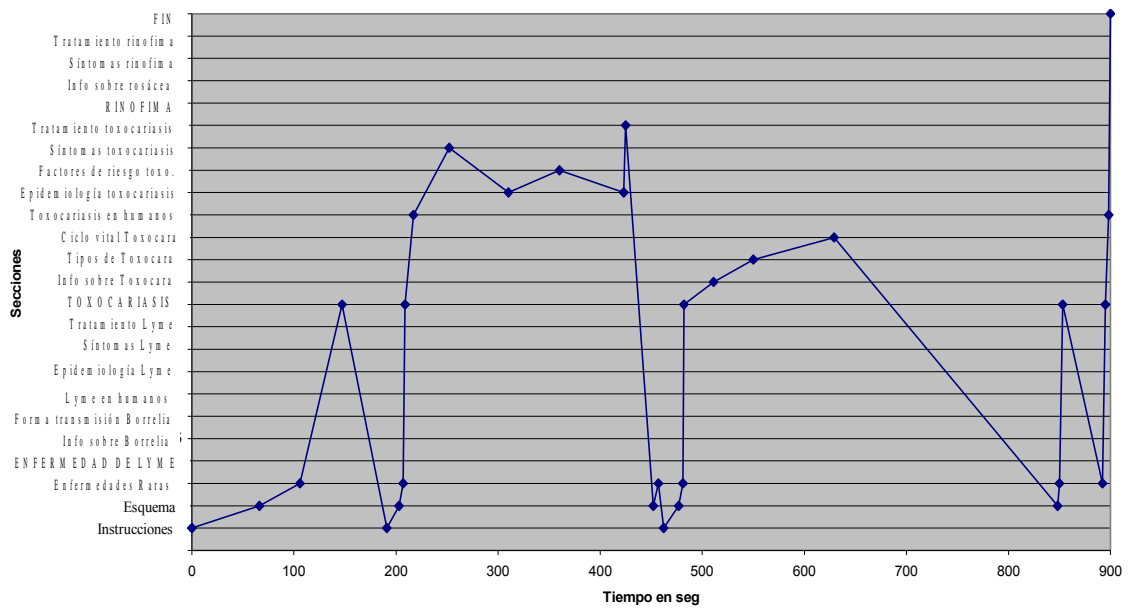


Gráfica 15. Navegación asociada al patrón bucaadores/monitorizadores. Es el único sujeto con instrucción general que realiza este tipo de navegación. También es uno de los poquísimos sujetos que no realiza una exploración previa del material. Vemos cómo hace muchas visitas cortas, sin un orden aparente, y las primeras visitas a los nodos son de duración similar a las revisitas subsiguientes. Lectura centrada en la enfermedad objetivo.

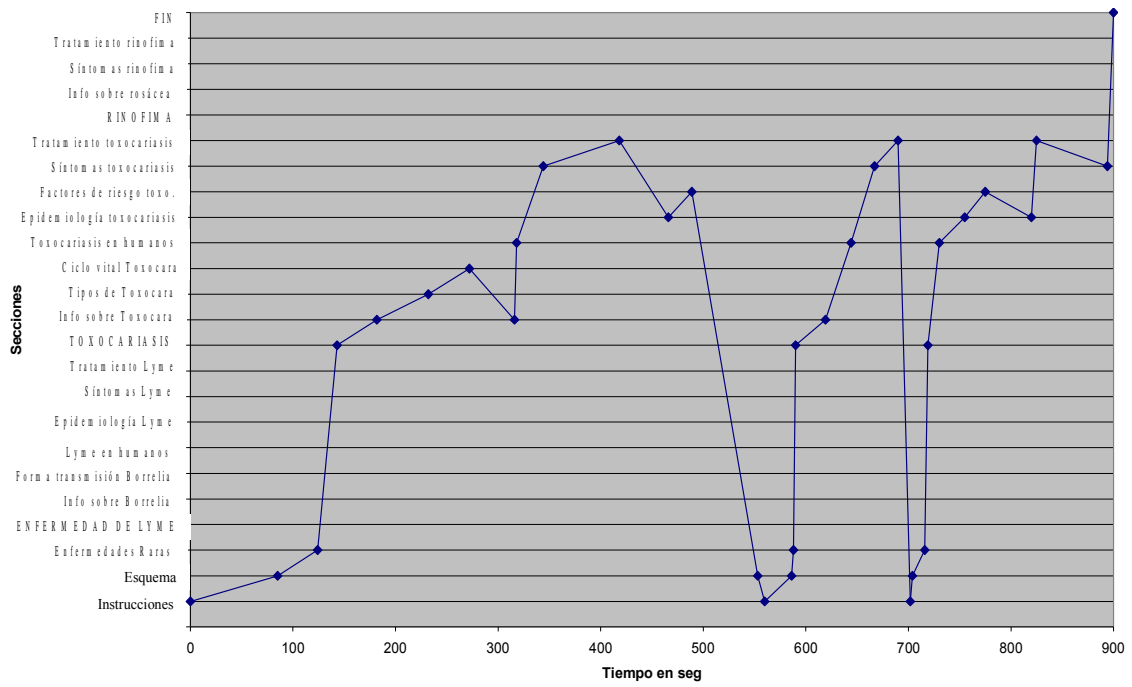
## Gráficas de navegación de los sujetos con instrucción de especificidad media



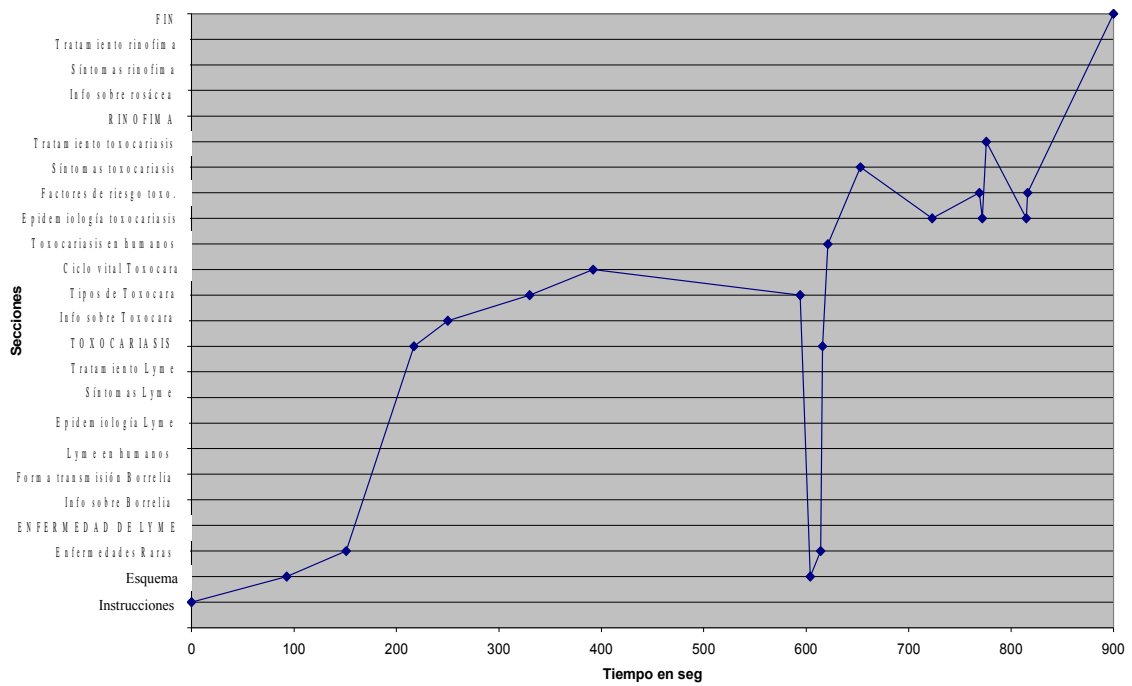
Gráfica 1. Navegación asociada al patrón global. Básicamente una lectura del material, con pocas revisitas y sin acceder a nodos de las enfermedades irrelevantes.



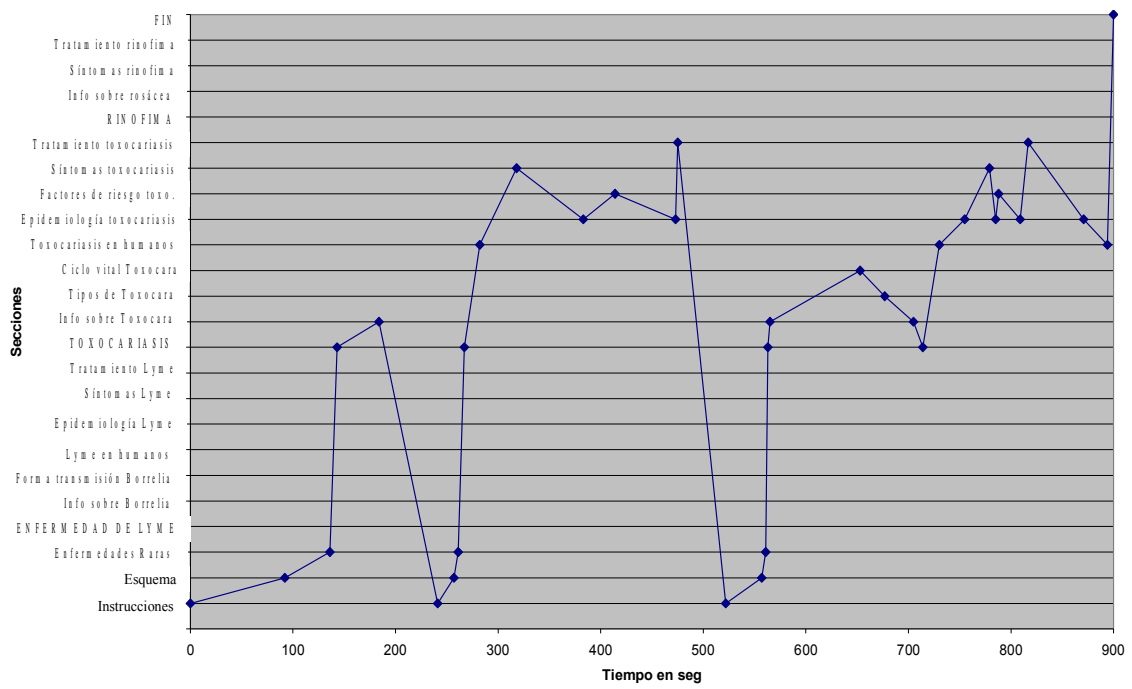
Gráfica 2. Navegación asociada al patrón global. Una sola lectura, centrada en la enfermedad objetivo.



Gráfica 3. Navegación asociada al patrón global. Pocas transiciones, lectura centrada en la enfermedad objetivo.

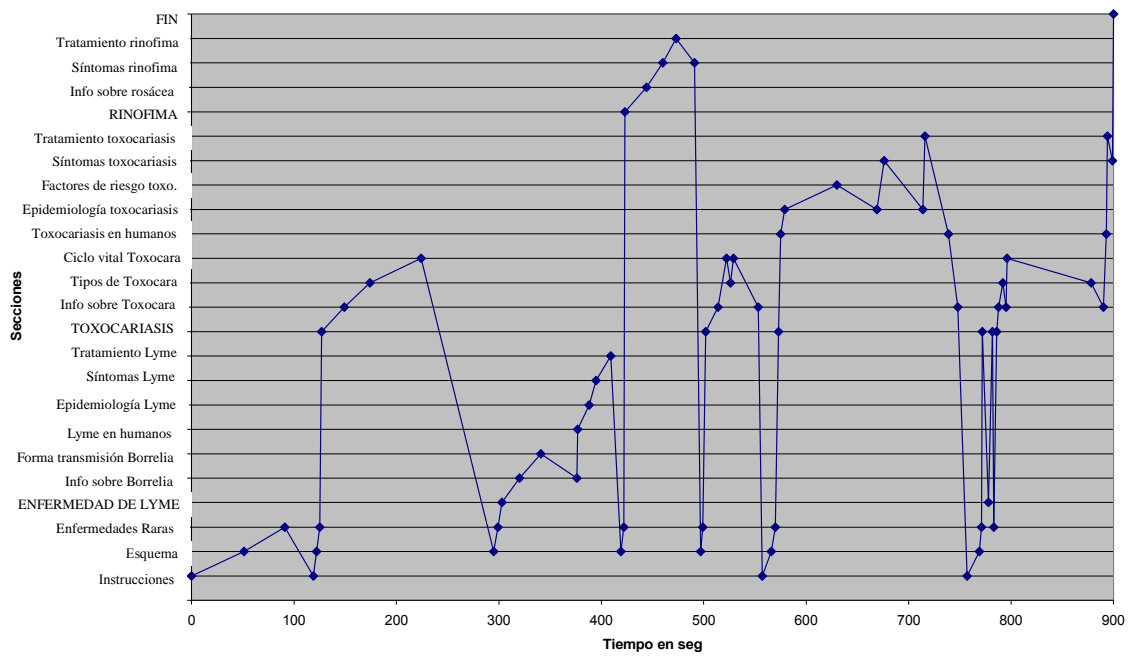


Gráfica 4. Navegación asociada al patrón global. Una sola lectura del material, con muy pocas revisitas y centrada en la enfermedad objetivo.

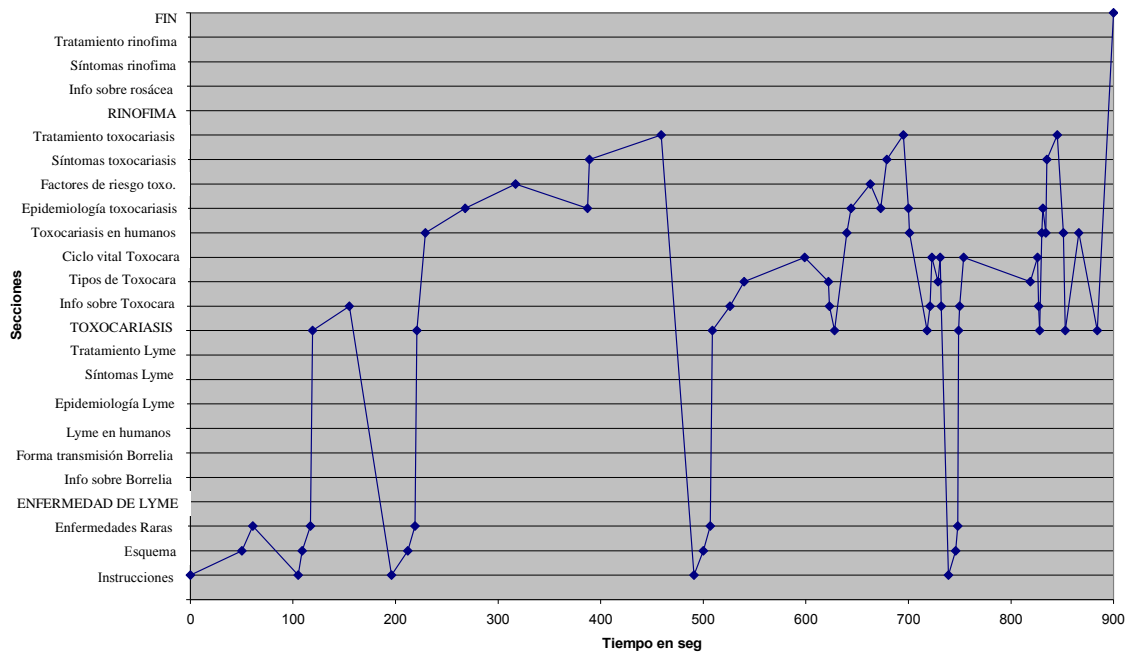


Gráfica 5. Navegación asociada al patrón global. Pocas transiciones, y lectura centrada en la enfermedad objetivo.

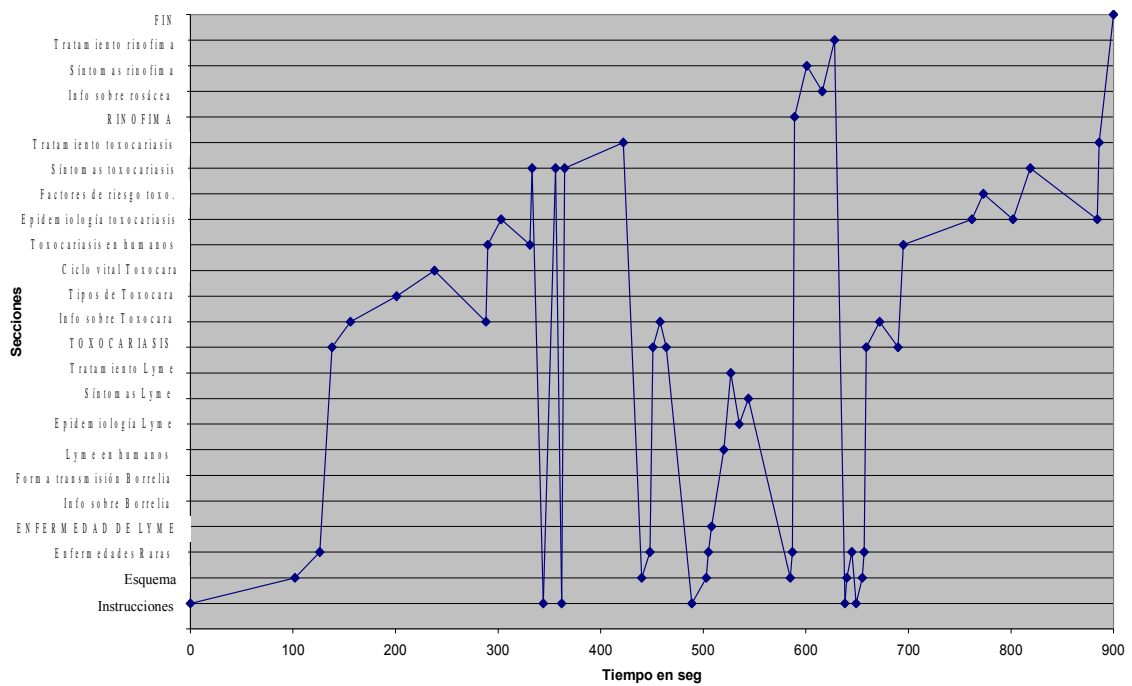




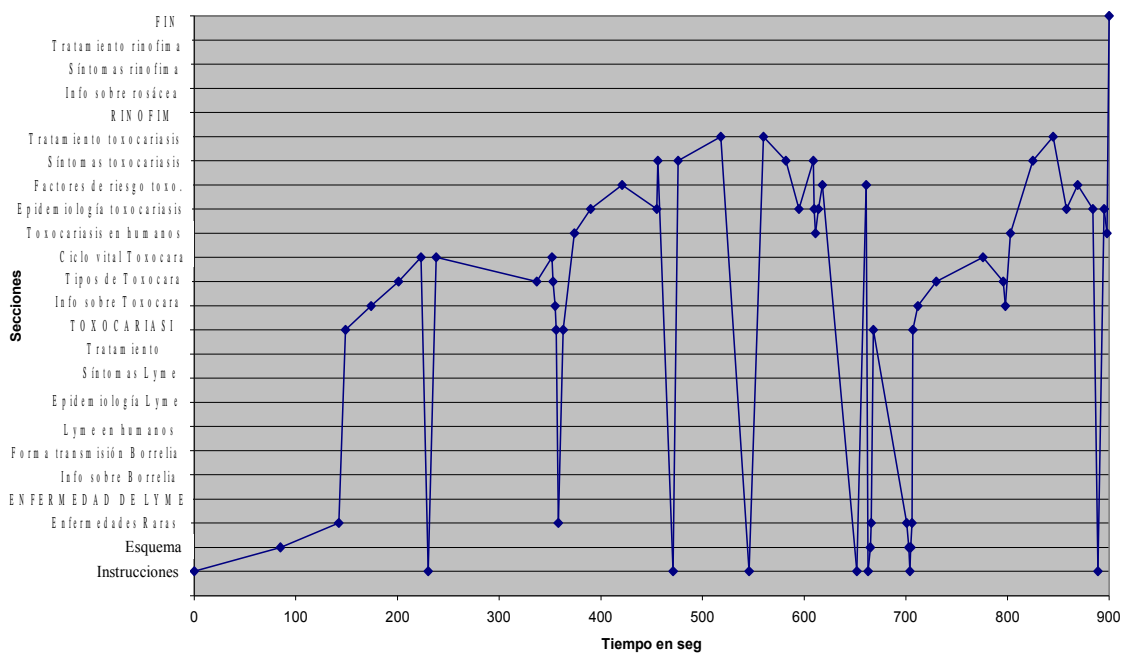
Gráfica 6. Navegación asociada al patrón mixto. Vemos una lectura inicial de la mayor parte del material, incluyendo las enfermedades no relevantes, y en la parte final un comportamiento menos exploratorio, y centrado en la enfermedad objetivo.



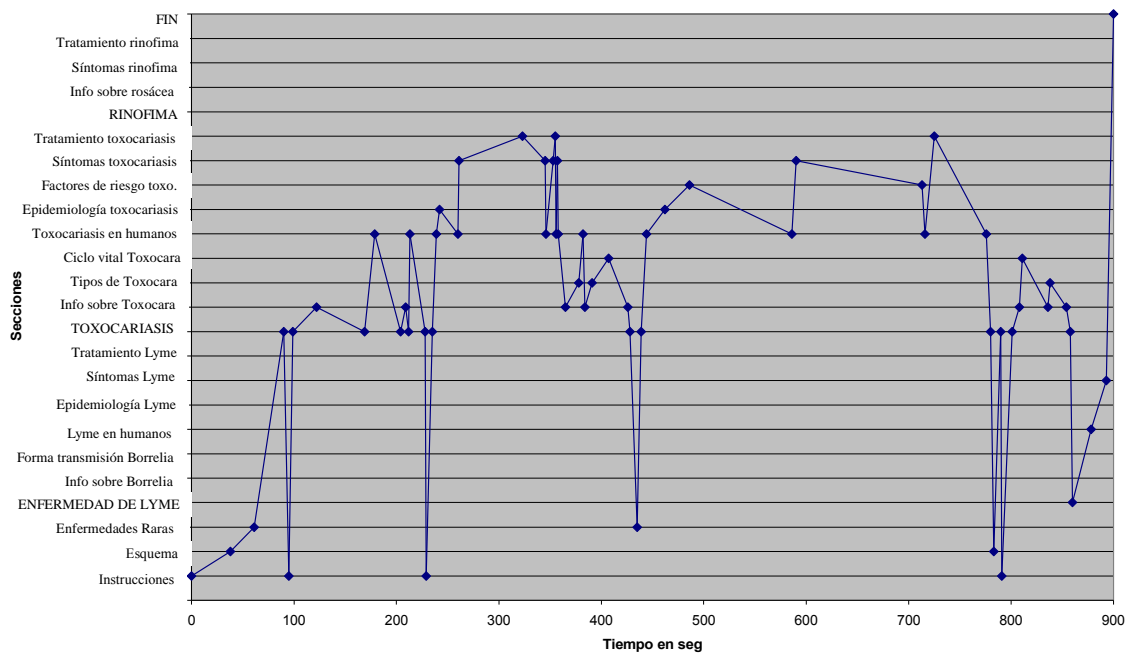
Gráfica 7. Navegación asociada al patrón mixto. Vemos en la primera mitad una lectura general de la enfermedad objetivo, y comportamiento más específicos de búsqueda en la parte final.



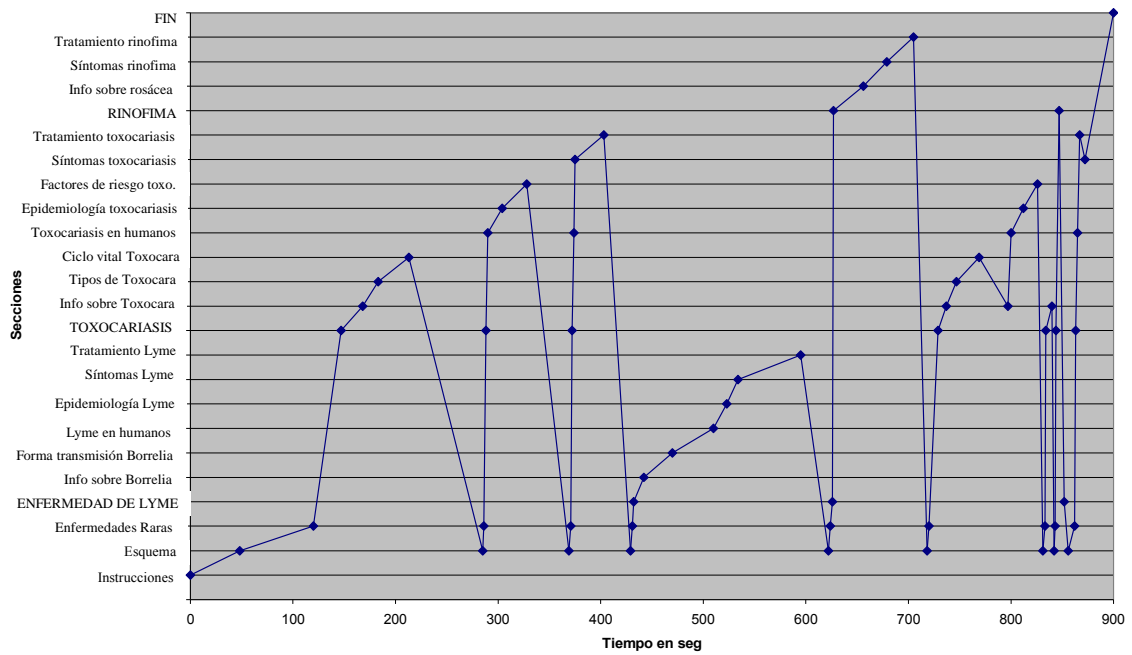
Gráfica 8. Navegación asociada al patrón mixto. Vemos una lectura general en la primera mitad, y después comportamientos de búsqueda para cumplir con la tarea. Se visitan enfermedades irrelevantes.



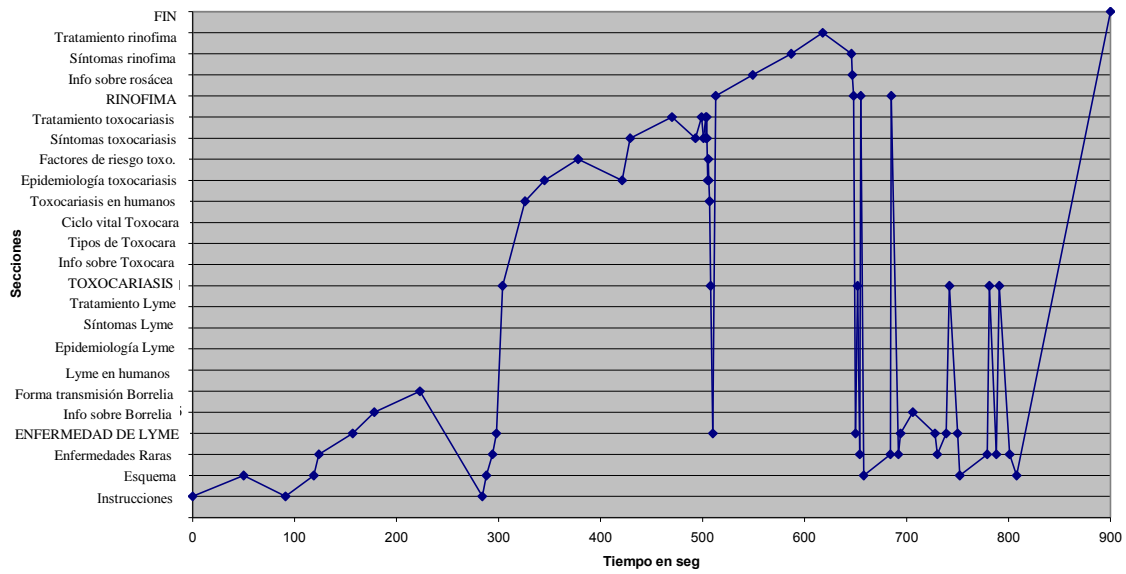
Gráfica 9. Navegación asociada al patrón mixto. Se puede apreciar una combinación de lectura global y comportamientos de búsqueda durante la sesión.



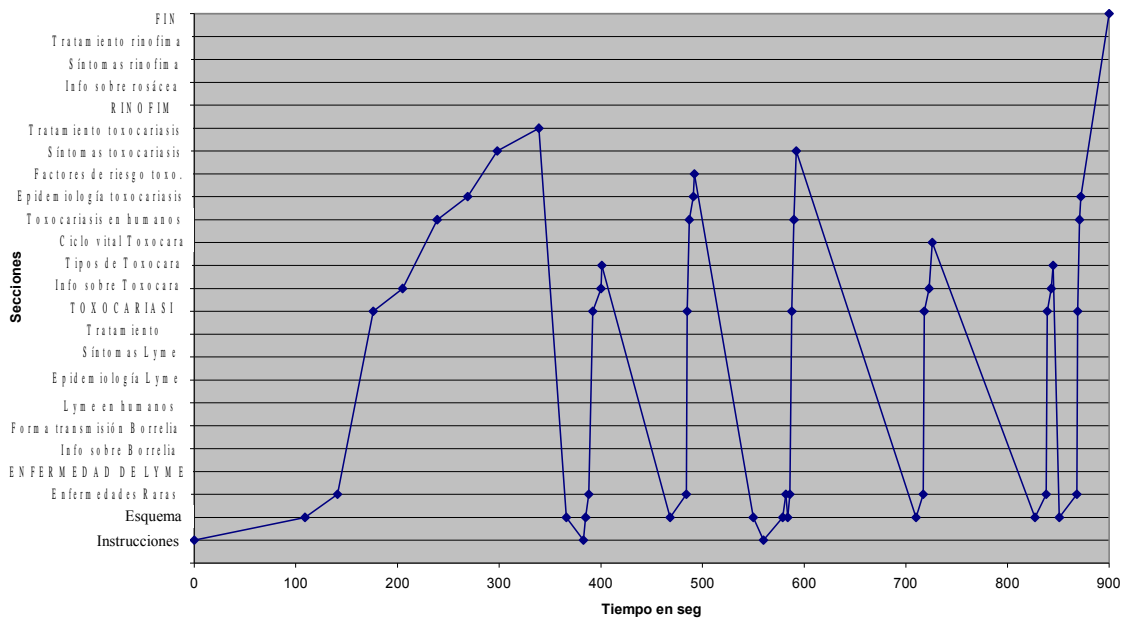
Gráfica 10. Navegación asociada al patrón mixto. Lectura centrada en la enfermedad objetivo, sin usar apenas el esquema, y visitas generalmente largas. En este caso los patrones de búsqueda aparecen al inicio, realizándose una lectura más global al final.



Gráfica 11. Navegación asociada al patrón mixto. Se realiza una primera lectura completa de la enfermedad relevante, usando el esquema cada vez que se llega a un nodo muerto. Las enfermedades irrelevantes son visitadas entre los segundos 400 y 700, y hay comportamientos de búsqueda en la parte final.

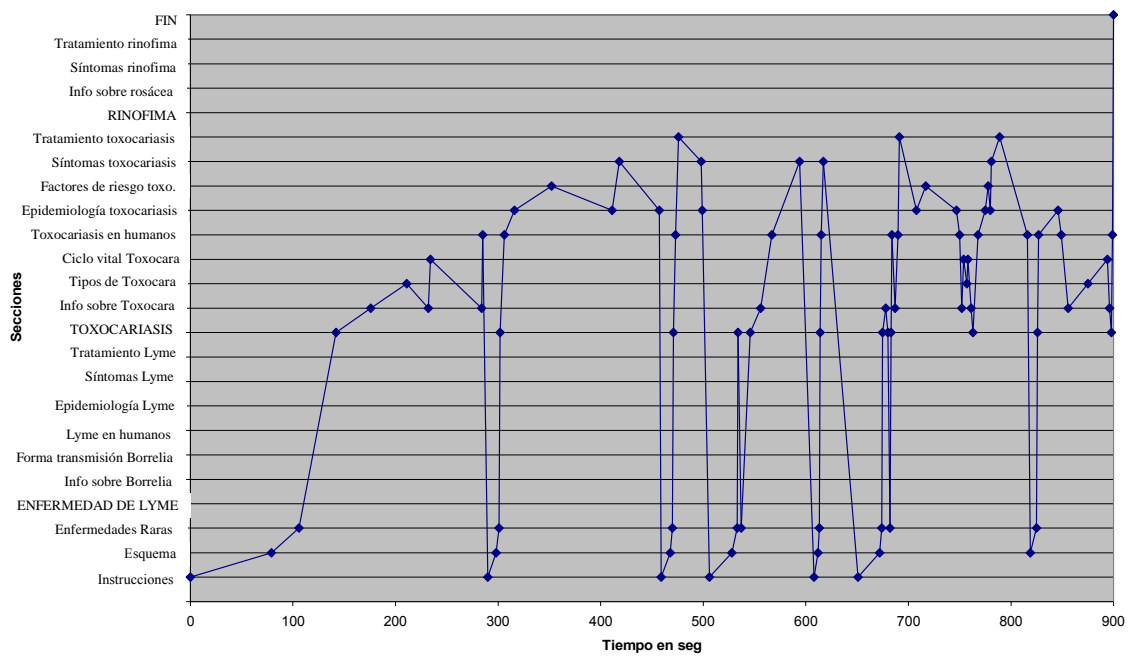


Gráfica 12. Navegación asociada al patrón mixto. Éste es el único sujeto que lee mas nodos irrelevantes que relevantes, y dedicando más tiempo a los nodos irrelevantes. Hay una alta probabilidad de que este sujeto estuviera desorientado o no comprendiera las instrucciones.

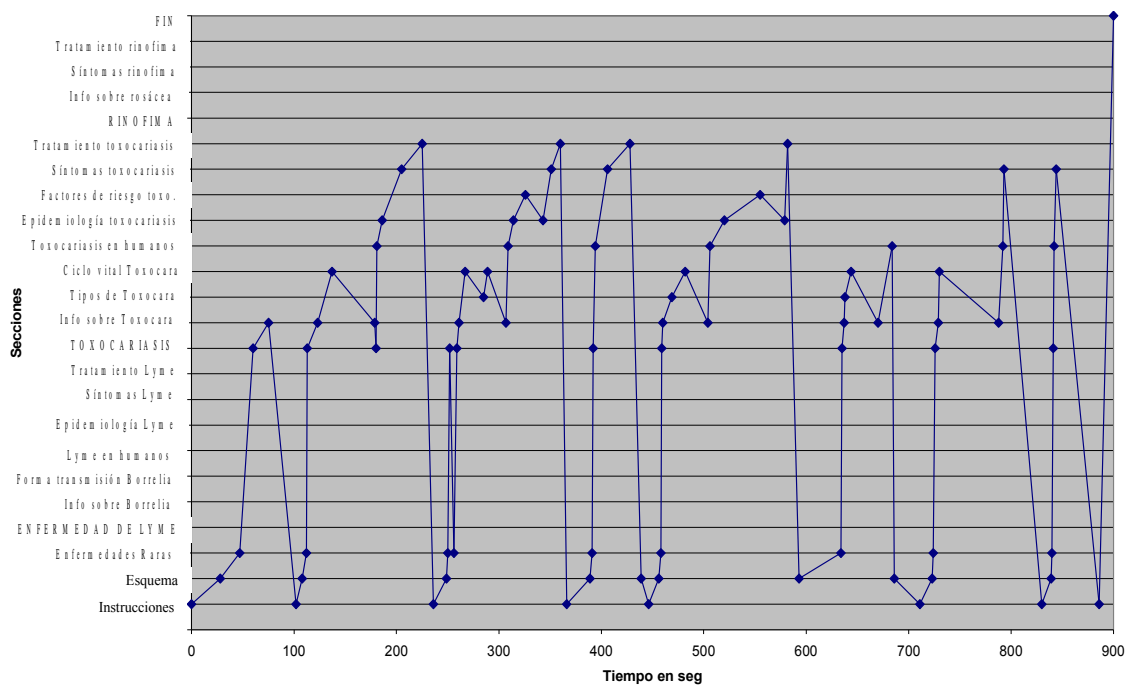


Gráfica 13. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Vemos comportamientos de búsqueda muy claros, iniciados siempre tras visitar el esquema. A pesar de ello hay una lectura exploratoria previa.



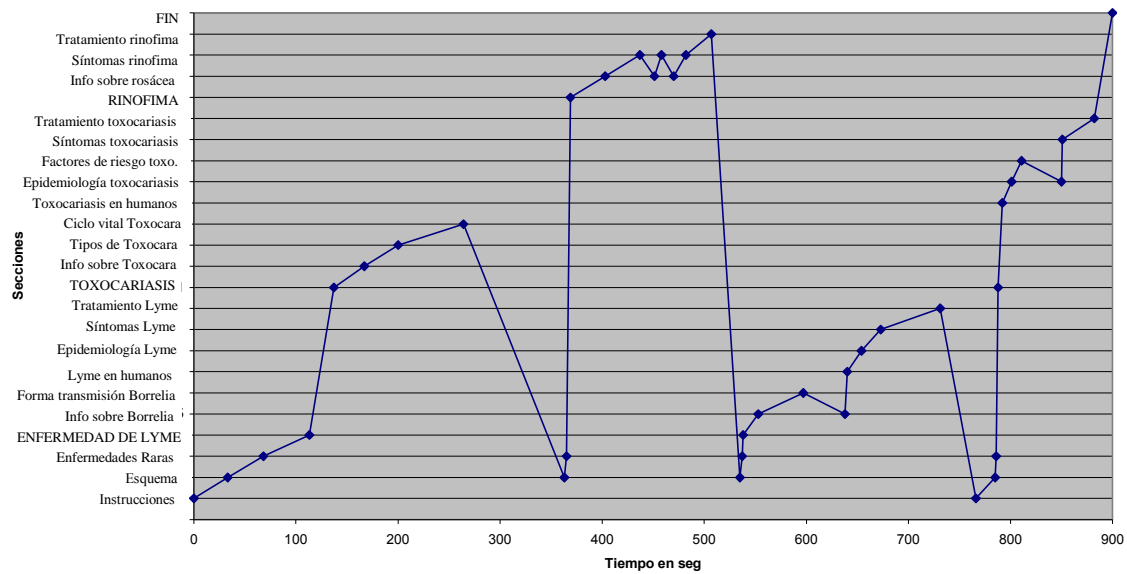


Gráfica 14. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Similar al anterior, hay comportamientos claros de búsqueda, pero tras una lectura exploratoria del material.

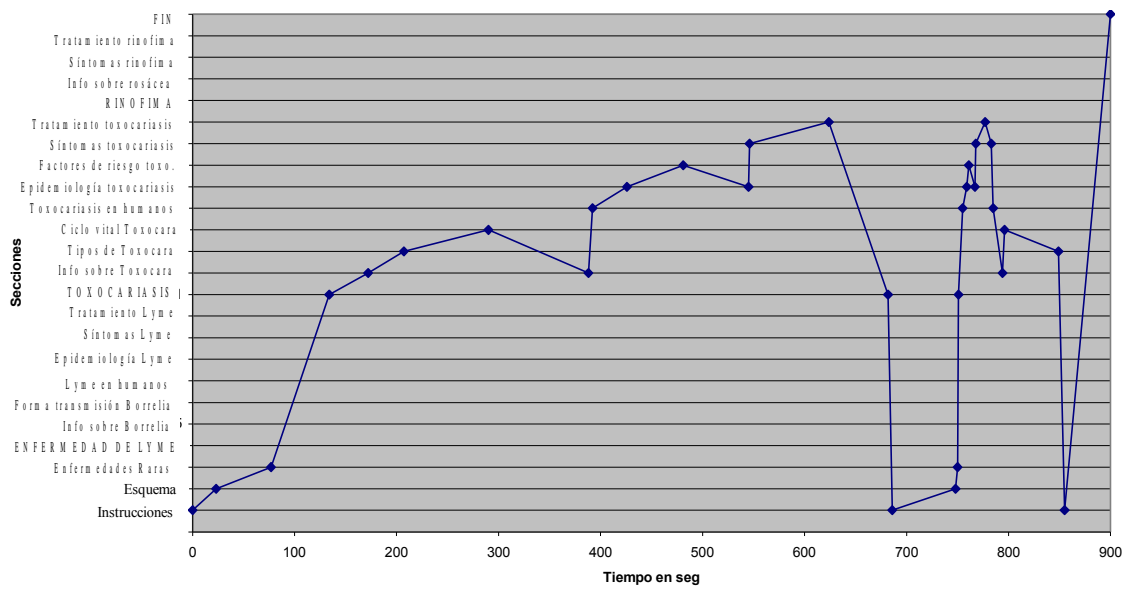


Gráfica 15. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Multitud de visitas y comportamientos de búsqueda claros, centrados en la enfermedad relevante. Uno de los poquísimos casos que no realiza una exploración previa del material.

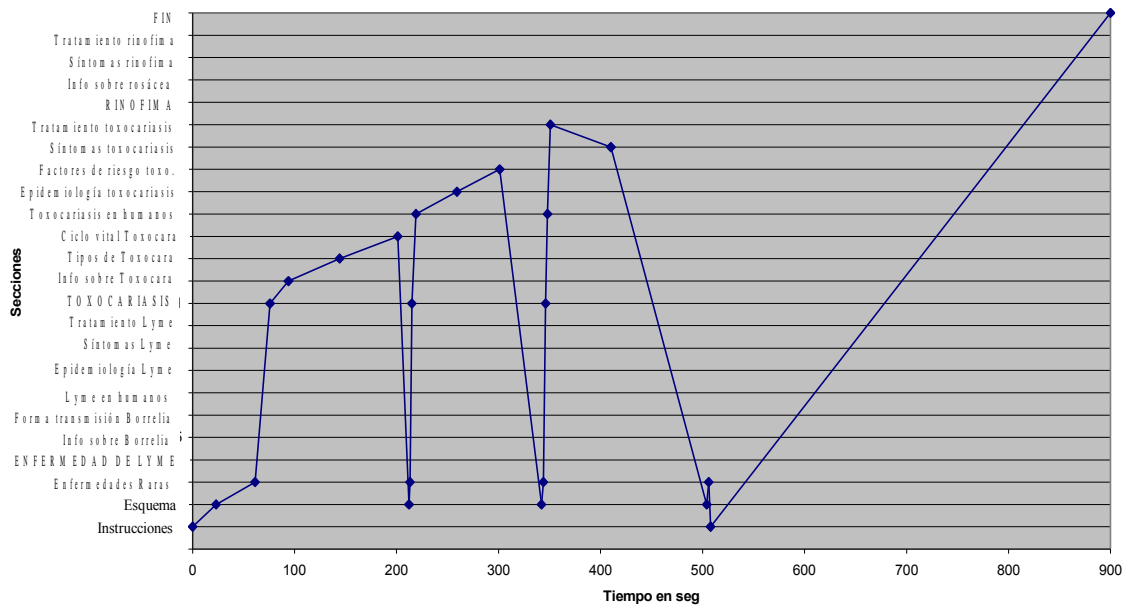
## Gráficas de navegación de los sujetos con una instrucción específica



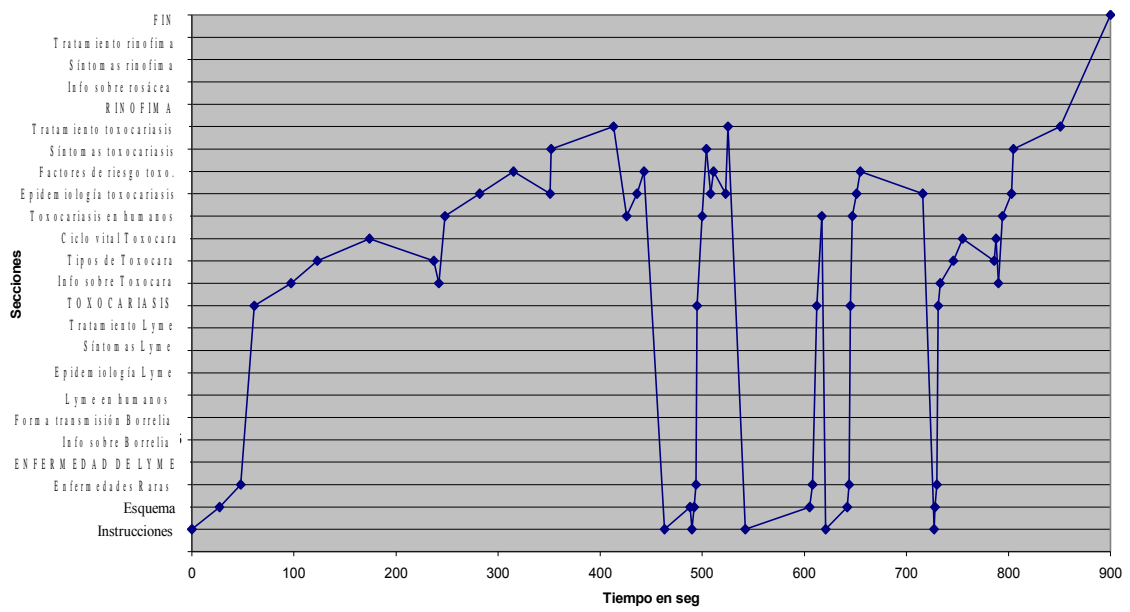
Gráfica 1. Navegación asociada al patrón global. El sujeto lee la primera parte de la enfermedad objetivo. Al llegar al nodo muerto olvida que hay más secciones de esa enfermedad y decide explorar las otras dos enfermedades. Finalmente, lee rápidamente las secciones relevantes olvidadas.



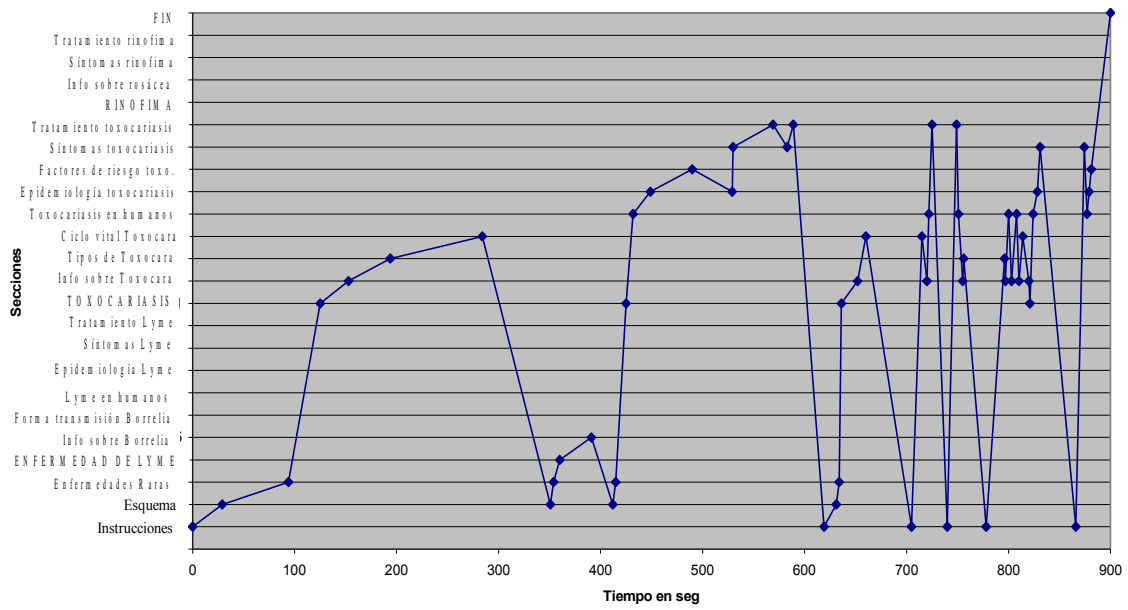
Gráfica 2. Navegación asociada al patrón global. Una primera lectura general y una rápida relectura en la parte final.



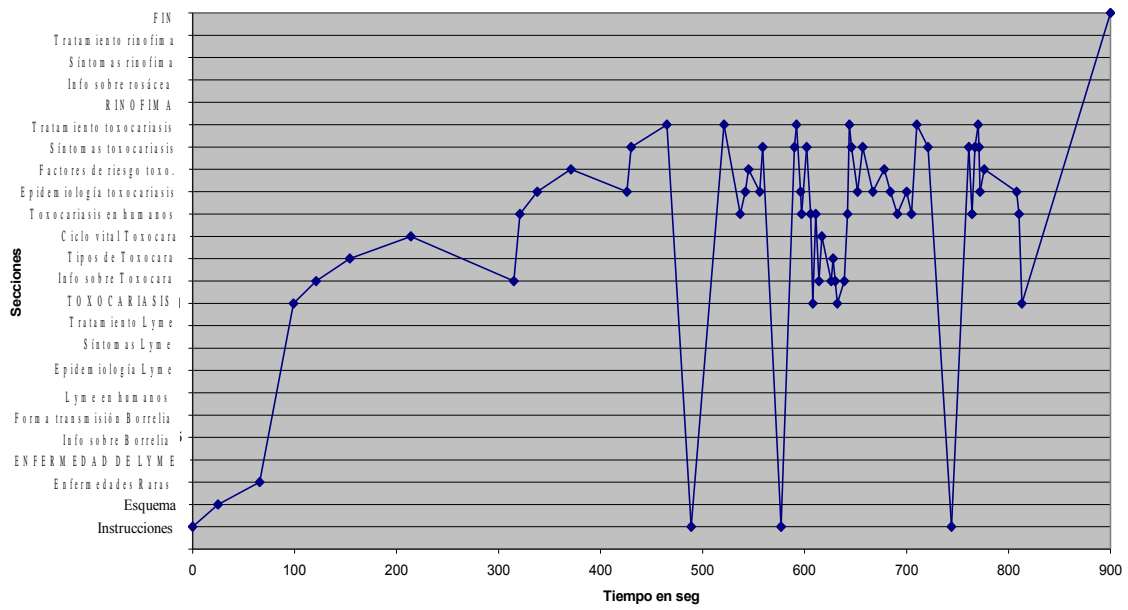
Gráfica 3. Navegación asociada al patrón global. Una sola lectura del material, accediendo al esquema después de cada nodo muerto. Se dedica la segunda parte a revisar los objetivos de lectura.



Gráfica 4. Navegación asociada al patrón mixto. Una primera lectura global y comportamientos de búsqueda en la segunda parte, pero con poco uso del esquema.

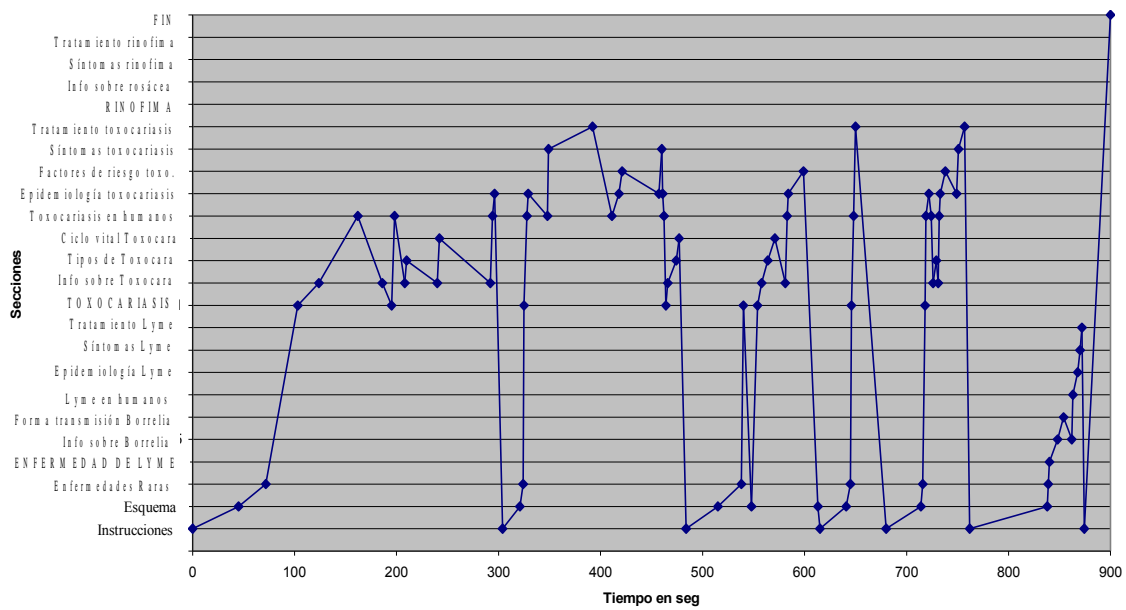


Gráfica 5. Navegación asociada al patrón mixto. Una lectura del material, visitando alguna sección de la primera enfermedad (irrelevante). Comportamientos de búsqueda en la parte final, pero sin uso del esquema.

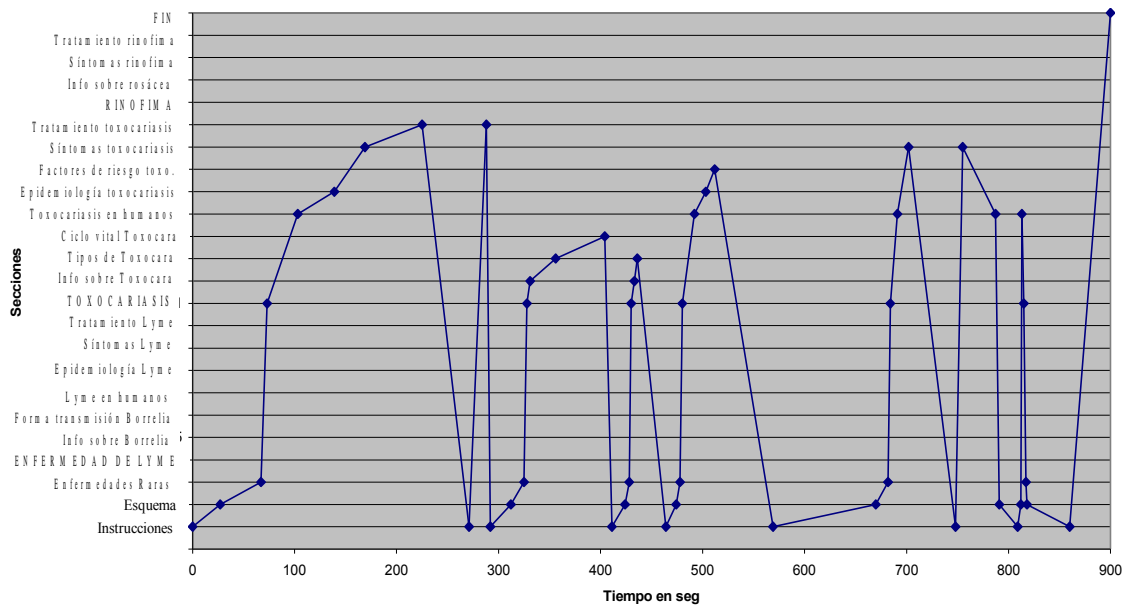


Gráfica 6. Navegación asociada al patrón mixto. Lectura global de la enfermedad en la primera parte, y comportamientos de búsqueda en la segunda, pero sin usar el esquema.

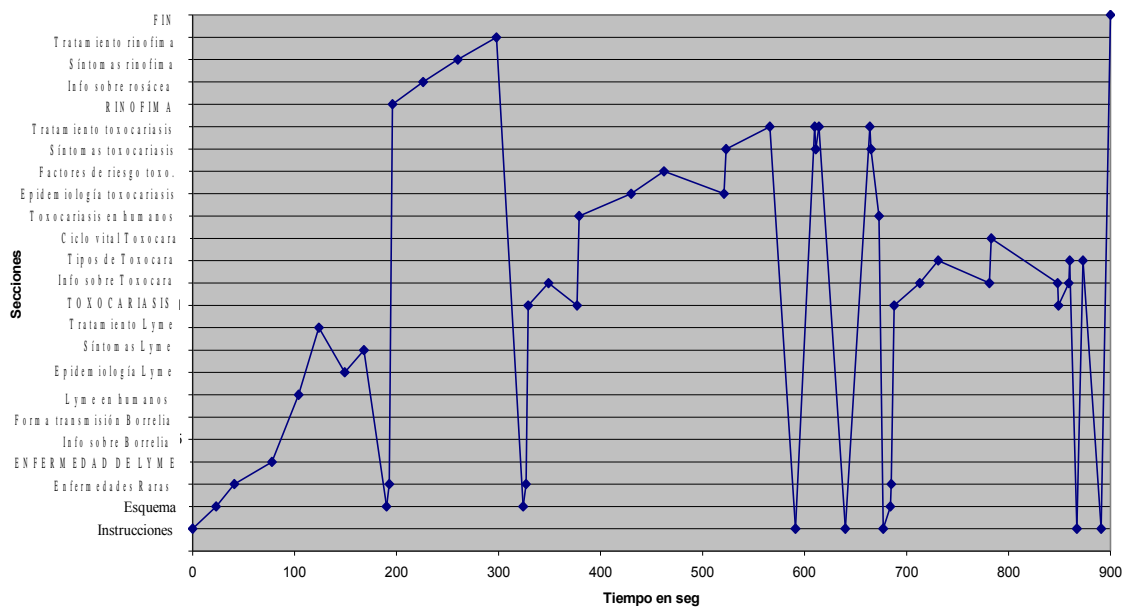




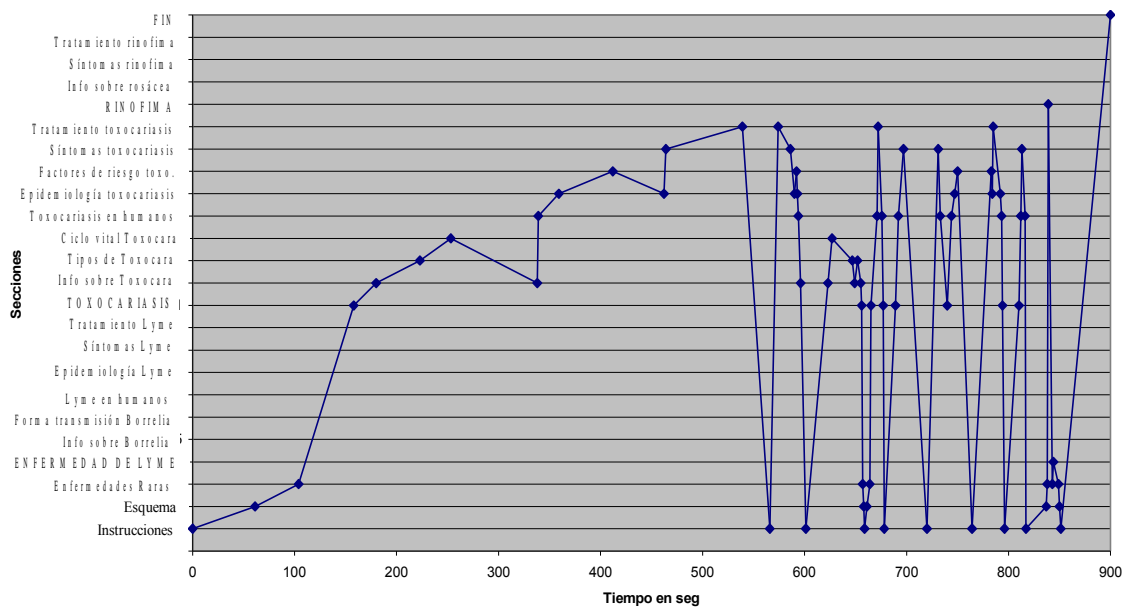
Gráfica 7. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Muchas transiciones y visitas cortas desde el inicio de la lectura, usando el esquema en gran medida. Otro de los pocos sujetos que no realiza exploración previa.



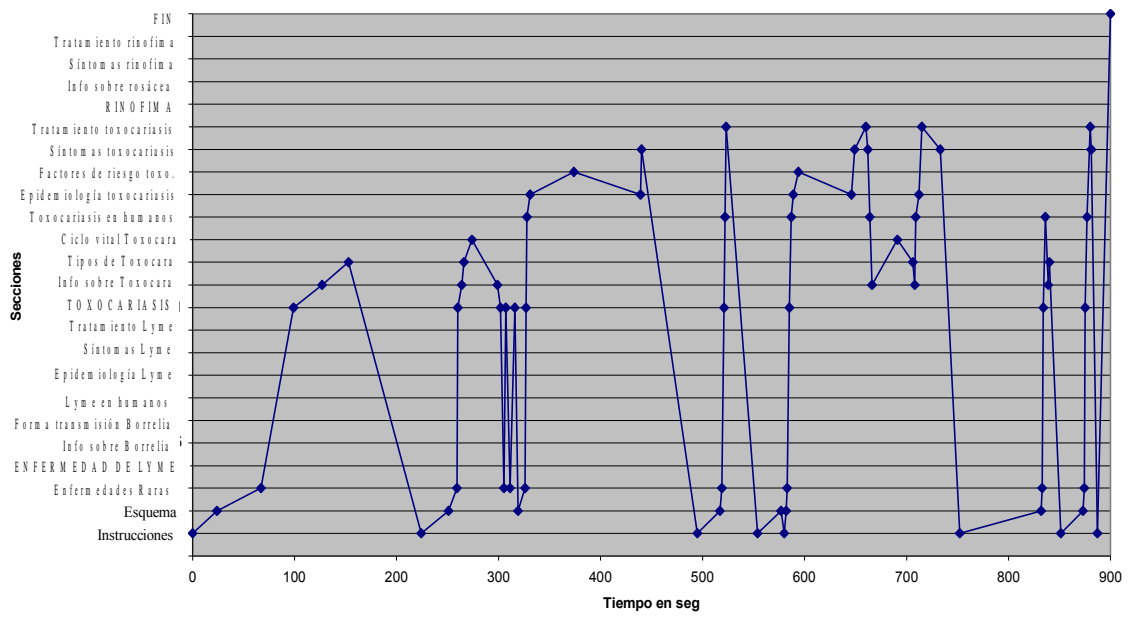
Gráfica 8. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Una exploración previa y comportamientos de búsqueda en la segunda mitad, usando el esquema en gran medida.



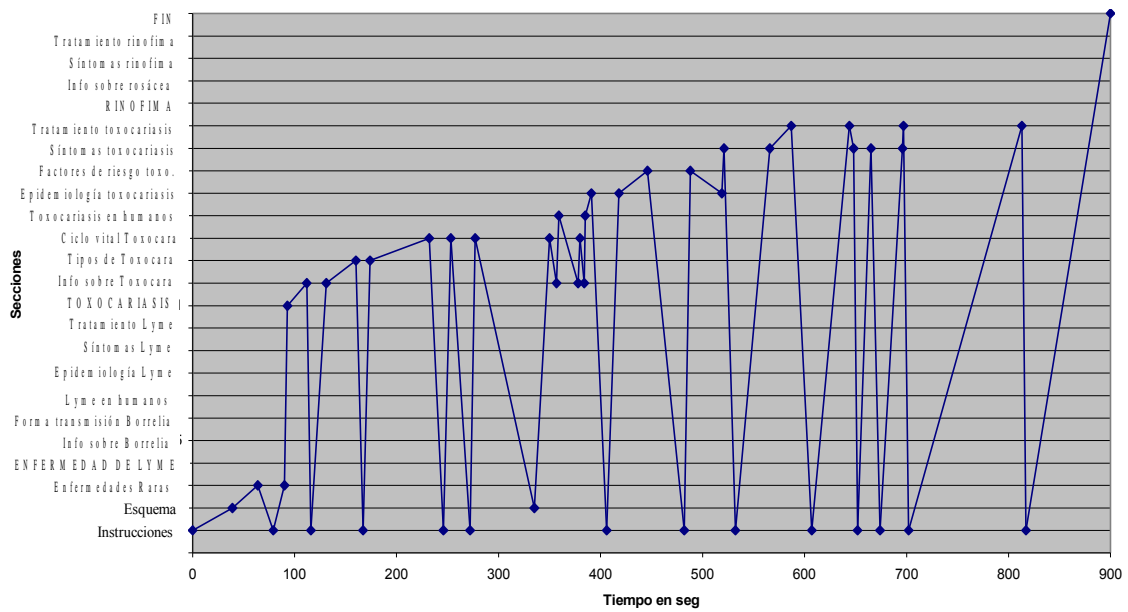
Gráfica 9. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Exploración previa del material, visitando las enfermedades no relevantes, y comportamientos de búsqueda en la segunda mitad.



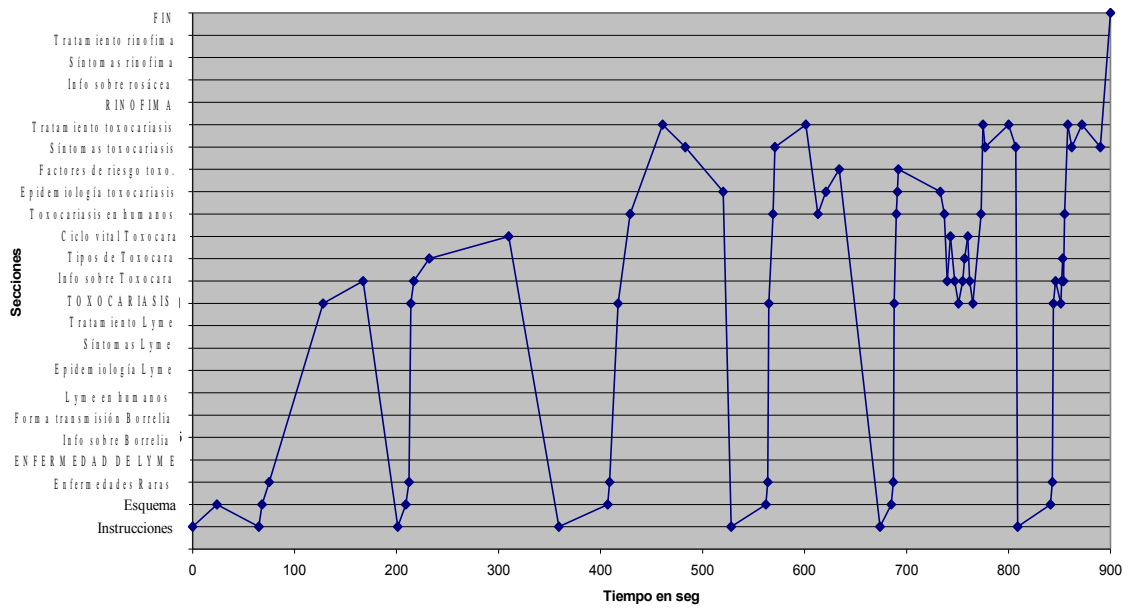
Gráfica 10. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Una lectura global inicial, centrada en la enfermedad relevante, y comportamientos de búsqueda muy evidentes en la segunda mitad.



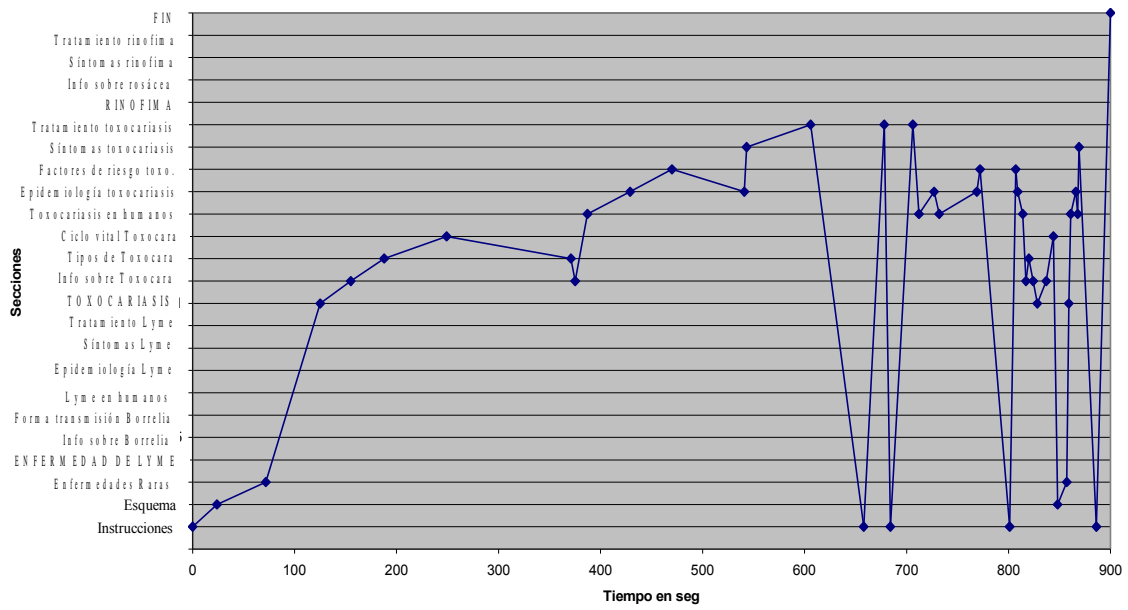
Gráfica 11. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Otro de los pocos sujetos que realiza comportamientos de búsqueda desde el inicio, sin exploración previa del material, haciendo mucho uso del esquema.



Gráfica 12. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Otro sujeto más que no realiza una fase exploratoria. El uso del esquema no es muy relevante, pero visita las instrucciones muy a menudo, presumiblemente para monitorizar su progreso en la resolución de las preguntas propuestas.

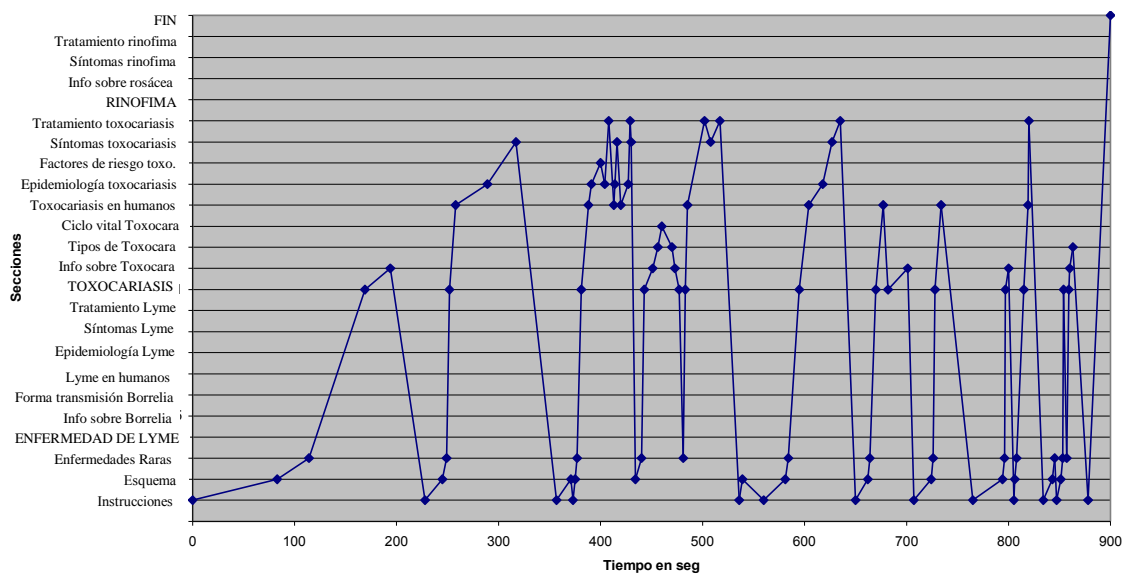


Gráfica 13. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Otro sujeto que no realiza fase exploratoria previa. Uso extensivo del esquema y de las instrucciones.



Gráfica 14. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. Lectura global exploratoria previa. Comportamientos de búsqueda evidentes en la parte final, usando considerablemente las instrucciones y en menor medida el esquema.





Gráfica 15. Navegación asociada al patrón Buscadores/Monitorizadores. El último ejemplo de sujeto que no realiza fase exploratoria previa del material. Comportamientos de búsqueda evidentes en toda la sesión, usando en gran medida el esquema y las instrucciones.