



Universidad de Alcalá

Departamento de
Ciencias de la Computación

TESIS DOCTORAL

Aportaciones para la mejora de la usabilidad de
las interfaces de los objetos docentes en el
m-learning

Autor:
Dña. Eva García López

2013

Dña. Teresa Díez Folledo, Profesora Titular de Universidad del Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos, en calidad de Directora del Departamento de Ciencias de la Computación.

CERTIFICO: Que la Tesis Doctoral titulada “**Aportaciones para la mejora de la usabilidad de las interfaces de los objetos docentes en el m-learning**” realizada por Dña. Eva García López, dirigida por el Dr. D. José Ramón Hilera González y co-dirigida por el Dr. D. Luis de Marcos Ortega, reúne los requisitos para su presentación y defensa pública.

Y para que así conste, firman la presente en Alcalá de Henares, a 9 de septiembre de 2013.

La Directora del Departamento de Ciencias de la Computación

Dña. Teresa Díez Folledo



Dr. D. José Ramón Hilera González, Titular de Universidad del Área de Lenguajes y Sistemas Informáticos del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Alcalá.

Dr. D. Luis de Marcos Ortega, Profesor Ayudante Doctor del Área de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Alcalá.

HACEN CONSTAR:

Que, una vez concluido el trabajo de tesis doctoral titulado: **“Aportaciones para la mejora de la usabilidad de las interfaces de los objetos docentes en el m-learning”** realizado por Dña. Eva García López, dicho trabajo tiene suficientes méritos teóricos, que se han contrastado adecuadamente mediante validaciones experimentales y que son altamente novedosos. Por todo ello consideran que procede su defensa pública.

Y para que así conste, firman la presente en Alcalá de Henares, a 9 de septiembre de 2013.

El Director de la Tesis

El Codirector de la Tesis

Dr. José Ramón Hilera González



Universidad
de Alcalá

Dr. Luis de Marcos Ortega



Universidad
de Alcalá



Universidad de Alcalá

ESCUELA DE POSTGRADO

Programa de Doctorado

Ingeniería de la Información y del Conocimiento

TESIS DOCTORAL

Aportaciones para la mejora de la usabilidad de las interfaces de los objetos docentes en el m-learning

Autor:

Dña. Eva García López

Directores:

Dr. D. José Ramón Hilera González

Dr. D. Luis de Marcos Ortega

A Antonio, porque sin su apoyo y sus consejos no habría sido posible realizar este trabajo. ¡Gracias!

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a los directores de la tesis, Dr. José Ramón Hilera González y Dr. Luis de Marcos Ortega, su ayuda, consejos y apoyo durante todos los años que he estado realizando este trabajo.

También quiero expresar mi agradecimiento a las instituciones y al personal de las Universidades de Lund (Suecia), Oxford Brookes (Reino Unido) y Metropolia (Finlandia) que tan amablemente me han ofrecido sus instalaciones y ayuda durante mis estancias de investigación en el extranjero. Agradecimiento especial al profesor Fernando Flores (Institutionen för kulturvetenskaper) de la Universidad de Lund, a la profesora Rachel Harrison (Department of Computing and Communication Technologies) de la Universidad de Oxford Brookes, y al profesor Markku Karhu (School of Intermtion & Communication Technology) de la Universidad de Metropolia.

Finalmente quiero agradecer a todos los miembros de los grupos de investigación TIFyC (Tecnologías de la Información para la Formación y el Conocimiento) y PMI (Plataformas Móviles Inteligentes) del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Alcalá su ayuda y apoyo durante todos estos años de trabajo.

Acknowledgements

First of all I want to thank my thesis advisors, Dr. José Ramón Hilera González and Dr. Luis de Marcos Ortega, for their help, advice and support during the years I have been performing this work.

I also want to express my gratefulness to the institutions and people from the Lund University (Sweden), Oxford Brookes University (United Kingdom) and Metropolia University (Finland) that have kindly offered their facilities and help during my research stays outside of Spain. I specially appreciate the help provided by Professor Fernando Flores (Institutionen för kulturvetenskaper) from Lund University, Professor Rachel Harrison (Department of Computing and Communication Technologies) from Oxford Brookes University and Professor Markku Karhu (School of Intermtion & Communication Technology) from Metropolia University.

Finally I want to thank all the people of the ITEK (Information Technology for Education and Knowledge) and IMP (Intelligent Mobile Platforms) research groups in the Computer Science Department of the University of Alcalá for their help and support during these years of work.

Resumen

El incremento del uso de los dispositivos móviles en los últimos años y la revolución que ha supuesto el e-learning en el ámbito de la enseñanza han propiciado la aparición del m-learning. Por otro lado, tradicionalmente los dispositivos con un pequeño tamaño de pantalla han sufrido algunos problemas relacionados con la usabilidad, y los dispositivos móviles no son una excepción. Por ello, es importante tener en cuenta la usabilidad en estos dispositivos, y más aun cuando se trata de enseñanza virtual a través de los mismos, ya que una mala usabilidad podría provocar que los alumnos estuvieran constantemente distraídos con la interfaz (por ejemplo, intentando encontrar una determinada opción) y no centrados en lo realmente importante: el aprendizaje.

El objetivo planteado en la presente tesis es obtener un conjunto de directrices de usabilidad válido para las interfaces de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. Para conseguir dicho objetivo, se propone una metodología que consiste en partir de un conjunto de directrices fuente diseñadas para páginas web de PC, hacer una evaluación experta y llevar a cabo una experimentación, de manera que al final se consiguen obtener unas directrices válidas para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. Esta metodología se aplica a la ISO 9241-151 y se consigue obtener como resultado un conjunto de directrices válidas para los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

Abstract

The increased use of mobile devices in recent years and the revolution that e-learning has supposed in the training field have led to the emergence of m-learning. On the other hand, devices with a little screen have traditionally had some problems related to usability, and mobile devices are not an exception. Therefore, it is important to consider usability on these devices, and even more when learning through them, since a poor usability might lead the users to be constantly distracted with the interface (for example, trying to find a concrete option) and not focused on what really matters: learning.

The stated objective of this thesis is to obtain a set of usability guidelines valid for interfaces of web-based learning objects for mobile devices. To achieve this objective, a methodology is proposed, which consists of selecting a set of source guidelines designed for web pages for PC, performing an expert evaluation and carrying out an experimentation, so that some guidelines valid for web-based learning objects for mobile devices are obtained. This methodology has been applied to ISO 9241-151 and a set of guidelines valid for web-based learning objects for mobile devices have been obtained as a result.

Tabla de contenidos / Table of Contents

English Abstract.....	11
1. Introduction.....	11
2. Background and related work.....	12
2.1. Introduction to Usability	12
2.2. Usability for mobile devices	13
2.3. Usability in m-learning	13
2.4. Usability metrics.....	14
2.4.1. General usability metrics	14
2.4.2. Usability metrics for e-learning.....	15
2.5. Empirical usability studies.....	16
2.6. Usability guidelines	16
2.6.1. Standard ISO 9241-151	17
2.6.2. HHS Guidelines.....	17
2.6.3. W3C Mobile Web Best Practices	17
2.6.4. Usability of Mobile Websites and Applications	17
2.6.5. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)	18
3. Obtaining guidelines.....	18
3.1. Choosing source guidelines.....	19
3.2. Expert evaluation	19
3.2.1. Results and analysis	20
3.3. Experimentation.....	21
3.3.1. Experiment 1: Guideline 9.3.1	22
3.3.2. Experiment 2: Guideline 9.3.6	23
3.3.3. Experiment 3: Guideline 9.3.7	23
3.3.4. Experiment 4: Guideline 9.3.8	23
3.3.5. Experiment 5: Guideline 9.3.10	23

3.3.6.	Experiment 6: Guideline 9.3.16	23
3.3.7.	Experiment 7: Guideline 9.4.10	24
3.3.8.	Experiment 8: Guideline 9.4.13	24
3.3.9.	Experiment 9: Guideline 9.5.1	24
3.3.10.	Experiment 10: Guideline 9.6.6	24
4.	Results	25
5.	Conclusions and future work	26
5.1.	Conclusions of the experiments	26
5.2.	General conclusions	27
5.3.	Future work	28
	References	29
1.	Introducción	33
1.1.	Justificación de la investigación	33
1.2.	Objetivo de la tesis	34
1.3.	Metodología	35
1.4.	Estructura del documento.....	36
2.	Estado del Arte	39
2.1.	Definiciones del término <i>usabilidad</i>	40
2.1.1.	Definiciones del término <i>accesibilidad</i>	40
2.2.	Ventajas de la usabilidad.....	41
2.3.	Usabilidad para dispositivos móviles	43
2.4.	Usabilidad en m-learning	45
2.5.	Cómo medir la usabilidad.....	55
2.5.1.	Métricas de usabilidad generales.....	56
2.5.2.	Métricas de usabilidad para el aprendizaje electrónico	57
2.6.	Estudios empíricos de usabilidad	58
2.6.1.	El efecto del tipo de aplicación y el contexto de localización	59
2.6.2.	¿Pruebas en el campo o en el laboratorio?.....	60

2.7.	Directrices y recomendaciones de usabilidad.....	62
2.7.1.	Norma ISO 9241-151.....	63
2.7.2.	HHS Guidelines.....	64
2.7.3.	W3C Best Practices.....	68
2.7.4.	Usability of Mobile Websites and Applications.....	69
2.7.5.	Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.....	73
2.7.6.	Comparativa de directrices.....	74
3.	Obtención de directrices.....	81
3.1.	Elección de las directrices fuente.....	84
3.2.	Evaluación experta.....	90
3.2.1.	Resultados de la evaluación.....	90
3.2.2.	Análisis de los resultados.....	92
3.3.	Experimentación.....	100
3.3.1.	Experimento 1: Directriz 9.3.1.....	102
3.3.1.1.	Hipótesis.....	102
3.3.1.2.	Planteamiento del experimento.....	103
3.3.1.3.	Realización.....	105
3.3.1.4.	Resultados.....	105
3.3.1.5.	Conclusiones del experimento.....	113
3.3.2.	Experimento 2: Directriz 9.3.6.....	114
3.3.2.1.	Hipótesis.....	114
3.3.2.2.	Planteamiento del experimento.....	116
3.3.2.3.	Realización.....	119
3.3.2.4.	Resultados.....	120
3.3.2.5.	Conclusiones del experimento.....	147
3.3.3.	Experimento 3: Directriz 9.3.7.....	149
3.3.3.1.	Hipótesis.....	149
3.3.3.2.	Planteamiento del experimento.....	150

3.3.3.3.	Realización	153
3.3.3.4.	Resultados.....	153
3.3.3.5.	Conclusiones del experimento.....	166
3.3.4.	Experimento 4: Directriz 9.3.8.....	168
3.3.4.1.	Hipótesis	168
3.3.4.2.	Planteamiento del experimento	168
3.3.4.3.	Realización	171
3.3.4.4.	Resultados.....	172
3.3.4.5.	Conclusiones del experimento.....	188
3.3.5.	Experimento 5: Directriz 9.3.10.....	189
3.3.5.1.	Hipótesis	190
3.3.5.2.	Planteamiento del experimento	191
3.3.5.3.	Realización	192
3.3.5.4.	Resultados.....	192
3.3.5.5.	Conclusiones del experimento.....	198
3.3.6.	Experimento 6: Directriz 9.3.16.....	199
3.3.6.1.	Hipótesis	199
3.3.6.2.	Planteamiento del experimento	201
3.3.6.3.	Realización	202
3.3.6.4.	Resultados.....	203
3.3.6.5.	Conclusiones del experimento.....	206
3.3.7.	Experimento 7: Directriz 9.4.10.....	208
3.3.7.1.	Hipótesis	208
3.3.7.2.	Planteamiento del experimento	209
3.3.7.3.	Realización	213
3.3.7.4.	Resultados.....	214
3.3.7.5.	Conclusiones del experimento.....	240
3.3.8.	Experimento 8: Directriz 9.4.13.....	242

3.3.8.1.	Hipótesis	243
3.3.8.2.	Planteamiento del experimento	243
3.3.8.3.	Realización	246
3.3.8.4.	Resultados.....	247
3.3.8.5.	Conclusiones del experimento.....	251
3.3.9.	Experimento 9: Directriz 9.5.1.....	252
3.3.9.1.	Hipótesis	252
3.3.9.2.	Planteamiento del experimento	253
3.3.9.3.	Realización	255
3.3.9.4.	Resultados.....	256
3.3.9.5.	Conclusiones del experimento.....	270
3.3.10.	Experimento 10: Directriz 9.6.6.	273
3.3.10.1.	Hipótesis	273
3.3.10.2.	Planteamiento del experimento	274
3.3.10.3.	Realización	277
3.3.10.4.	Resultados.....	279
3.3.10.5.	Conclusiones del experimento.....	290
4.	Resultados	293
5.	Conclusiones y Futuro Trabajo	297
5.1.	Conclusiones.....	297
5.2.	Publicaciones.....	303
5.3.	Futuro trabajo	304
	Referencias.....	307
	Anexos.....	315
	Anexo 1: Plantilla utilizada para la evaluación experta	315
	Anexo 2: Encuesta del experimento 9.3.1	318
	Anexo 3: Encuesta de satisfacción del experimento 9.3.6	324
	Anexo 4: Encuesta de satisfacción del experimento 9.3.7	328

Anexo 5: Encuesta de satisfacción del experimento 9.3.8	330
Anexo 6: Encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10	333
Anexo 7: Encuesta de satisfacción del experimento 9.4.13	340
Anexo 8: Encuesta de satisfacción del experimento 9.5.1	345
Anexo 9: Encuesta de satisfacción del experimento 9.6.6	348

Tabla de Figuras

<i>Figura 1. Mecanismo utilizado para grabar las interacciones del usuario en los experimentos llevados a cabo</i>	101
<i>Figura 2. Distribución de las respuestas a las preguntas 1 (izquierda) y 2 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1</i>	106
<i>Figura 3. Distribución de las respuestas a las preguntas 3 (izquierda) y 4 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1</i>	106
<i>Figura 4. Distribución de las respuestas a las preguntas 5 (izquierda) y 6 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1</i>	107
<i>Figura 5. Distribución de las respuestas a las preguntas 7 (izquierda) y 8 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1</i>	109
<i>Figura 6. Distribución de las respuestas a las preguntas 11 (izquierda) y 12 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1</i>	110
<i>Figura 7. Prototipo de páginas web diseñadas para la parte 2 del experimento 9.3.6: todo en una página (izquierda) y con paginación (derecha)</i>	117
<i>Figura 8. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: misma página (izquierda) y paginación (derecha) para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6</i>	123
<i>Figura 9. Histogramas de errores (eficacia) en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha), para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6</i>	124
<i>Figura 10. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: misma página (izquierda) y paginación (derecha), para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6</i>	126
<i>Figura 11. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6</i>	128
<i>Figura 12. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha) para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6</i>	129
<i>Figura 13. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6</i>	131
<i>Figura 14. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: paginación (izquierda) y en la misma página (derecha), en páginas largas del experimento 9.3.6</i>	136
<i>Figura 15. Histogramas de errores (eficacia) en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha), en páginas largas del experimento 9.3.6</i>	137
<i>Figura 16. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en páginas largas del experimento 9.3.6</i>	139

Figura 17. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos en páginas largas del experimento 9.3.6	141
Figura 18. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la localización de la palabra en el texto en páginas largas del experimento 9.3.6.....	143
Figura 19. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en páginas largas del experimento 9.3.6	144
Figura 20. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.3.7: paginación, enlaces internos y scroll vertical, respectivamente	151
Figura 21. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: Paginación (izquierda), Enlaces internos (centro) y Scroll vertical (derecha), en el experimento 9.3.7 ...	155
Figura 22. Histogramas de errores (eficacia) en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha) en el experimento 9.3.7	156
Figura 23. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.7	158
Figura 24. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos en el experimento 9.3.7.....	160
Figura 25. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.7.....	161
Figura 26. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.7.....	163
Figura 27. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.3.8	169
Figura 28. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: sin scroll horizontal (izquierda) y con scroll horizontal (derecha), en el experimento 9.3.8.....	173
Figura 29. Histogramas de errores en función del tipo de orientación de la pantalla: vertical (izquierda) u horizontal (derecha), en el experimento 9.3.8.....	175
Figura 30. Histogramas de errores en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) o lejana (derecha), en el experimento 9.3.8	177
Figura 31. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de scroll horizontal en el experimento 9.3.8.....	181
Figura 32. Gráfica de caja de errores en función del tipo de orientación de la pantalla en el experimento 9.3.8	182
Figura 33. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.8.....	184
Figura 34. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.3.10 (de izquierda a derecha: W1, W2, W3 y W4)	191
Figura 35. Prototipo de página web diseñada para el experimento 9.3.16.....	201
Figura 36. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.4.10	211

Figura 37. Gráfica de caja de errores en función de la existencia (derecha) o no existencia (izquierda) de aviso del destino del enlace cuando se abre en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10	219
Figura 38. Gráfica de caja de errores en función de la existencia (derecha) o no existencia (izquierda) de aviso del destino del enlace cuando se abre en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10	222
Figura 39. Gráfica de caja de errores en función de la existencia (derecha) o no existencia (izquierda) de aviso del destino del enlace cuando se abre en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10	224
Figura 40. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10	226
Figura 41. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10	228
Figura 42. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10	229
Figura 43. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10	231
Figura 44. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.4.13: enlaces cortos, medios y largos, respectivamente	244
Figura 45. Gráfica de cajas de la eficiencia por tipo de enlace en el experimento 9.4.13	249
Figura 46. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.5.1: campo de texto, radiobutton y lista desplegable, respectivamente	254
Figura 47. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato "Sexo") en el experimento 9.5.1.....	257
Figura 48. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1.....	258
Figura 49. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato "País de nacimiento") en el experimento 9.5.1.....	259
Figura 50. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato "Provincia de la vivienda habitual") en el experimento 9.5.1	261
Figura 51. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "Sexo") en el experimento 9.5.1.....	263
Figura 52. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1.....	264

Figura 53. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "País de nacimiento") en el experimento 9.5.1	266
Figura 54. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "Provincia de la vivienda habitual") en el experimento 9.5.1	267
Figura 55. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.6.6	276
Figura 56. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de redimensionamiento utilizado en el experimento 9.6.6	287

English Abstract

Dissertation Title: Contributions to improve usability of learning objects interfaces in m-learning

Author: Eva García López

Advisors: José Ramón Hilera González Ph.D., Luis de Marcos Ortega, Ph.D.

1. Introduction

The number of users of mobile devices has been increasing over recent years, up to 1.5 billion users worldwide in 2007 [1]. In 2010 the number of mobile connections exceeded 5 billion worldwide [2] and this number is expected to further increase (it is estimated 6.8 billion in 2013 [3]), because people increasingly have an easier and cheaper access to mobile technology, and the cost of mobile Internet access is being reduced [4].

On the other hand, usability, which could be defined as “the measure of the quality of the user experience when interacting with something” [5], is one of the most important characteristics to be taken into account when addressing systems with a large number of users, who need to operate in an intuitive way, without prior training or direct support [6]. In addition, usability is the second most important problem (after security) for system acceptance by users [7], so it should not be forgotten when developing systems.

By combining the above ideas, usability for mobile devices appears, which can be considered an emerging specialty within the broader field of usability, which has also been evolving [8].

The usability advantages are many: increased productivity, enhanced quality of work, improved user satisfaction and reductions in support and training costs [9]. However, a study [10] extends these benefits to many more. These advantages are specially important when dealing with learning systems for mobile devices, i.e., m-learning (mobile learning), because offering a usable interface to the learners makes learning more pleasant and, therefore, their motivation will not be reduced due to a poorly designed interface. It is also important to design usable interfaces in this context because this way learners would not need to be aware

of the interface (for example, searching for some elements or figuring out how to make a task), but they could only focus on their main task: learning.

On the other hand, although progress has been made in technological innovations, some obvious limitations still exist on mobile devices interfaces due to their characteristics, i.e., small screen size, low resolution screens, non-traditional input methods and navigation difficulties [11]. In addition, recently a lot of models of mobile devices of different manufacturers are emerging, which implies that many different input methods (stick, keyboard, finger) exist, as well as processing power, size and resolution screen, etc. Because of this, a study [12] argues that some traditional usability guidelines related to navigation, structure and error prevention should be taken into account for mobile applications, but it also says that some attributes should be specifically considered: limited user input, ability to display a very little information on the screen and the use of context. Therefore, traditional usability guidelines for computer may not be suitable to be applied also to mobile devices [13], so research in this area could be done to obtain new valid guidelines for mobile devices in general, and for web-based learning content to these devices, in particular.

For all above, this doctoral thesis proposes the following objective: to obtain a set of usability guidelines suitable for web-based learning object interfaces for mobile devices.

Section 2 of this abstract shows the background and work related to the research topics (usability in general, usability for mobile devices, usability in m-learning and usability guidelines). Section 3 describes the process carried out to obtain the guidelines proposed in the objective. Section 4 explains the results obtained after finishing the above process and finally, in Section 5 conclusions and future work are discussed.

2. Background and related work

The related work is divided into six parts: (1) introduction to usability, (2) usability for mobile devices, (3) usability in m-learning, (4) usability metrics, (5) empirical usability studies and (6) usability guidelines.

2.1. Introduction to Usability

Usability has been studied in many research studies, which has led to generate several definitions of the term [5, 14-17], among which the ISO's is the most clear: "the extent to

which a product can be used by specified users to achieve specified goals with effectiveness, efficiency and satisfaction in a specified context of use”.

Usability provides many known benefits, such as increased productivity, enhanced quality of work, improved user satisfaction and reduction in support and training costs [9]. Nevertheless, there are other studies [10] that describe more usability advantages, such as reduced development and maintenance costs, improved productivity and efficiency, reduced training costs, lower support costs, reduced documentation costs, litigation deterrence, increased e-commerce potential, competitive edge, advertising advantages and better notices in the media.

2.2. Usability for mobile devices

Mobile devices are different from computers in many characteristics, but maybe the most important difference is the screen size, which is much smaller in the first ones than in the last ones. The small screen size that characterizes mobile devices is the most frequently highlighted feature as a usability problem [6, 11], so it has been studied in several studies since the 80s [18-22].

In recent years, smartphones and tablets (besides mobile phones) have been spreading, appearing new models on the market every time. These devices are increasing their graphics and storing capabilities, and have been adding new technologies and options that they did not have some years ago, and even the interaction method has been changing (keyboard, stick, finger). Consequently, functionalities have also been increased to the point of they are now able to download, install and execute applications, or surfing the Internet, for example.

2.3. Usability in m-learning

There is also an area within the field of mobile devices, which is very important for this thesis and has been studied by several authors: the *mobile learning* (which is also called *m-learning*). There are several definitions of the term m-learning, proposed by various researchers [23-26], but maybe the most comprehensive is that proposed by Moses [27]: “m-learning is a form of e-learning that involves any learning with the use of mobile device to produce an anywhere and anytime learning experience to cater for the needs of different learners and augmenting their formal learning experience”.

Since the advent of computer and Internet technologies, the use of technologies for improving learning and teaching in higher education has been increasing. The emergence of

mobile devices and the fast development of wireless communications have made that mobile learning can be used as a means to transfer knowledge to students [28]. Some notable examples of the use of technology in the educational context are multimedia learning, web/Internet-based learning, e-learning and, in recent years, mobile learning [26].

The question before us now is: why should we use mobile devices for learning? The reason is because it has many advantages. For example, PDAs (and also smartphones and tablets) can be used without waiting for them to start, so they are ideal in times and places in which even a laptop would not be useful [29]. This would provide more flexibility to the learners [30] and it is proven that they foster collaboration and communication between them [25, 29]. Summarizing: using mobile devices with wireless network technology makes that mobile learning learners get ubiquity, comfort, convenience, immediacy and customization for learning [31, 32]. All these advantages are inherited from the technology that supports mobile learning: the mobile devices.

For designing mobile learning portals, Seong [26] proposed ten golden usability guidelines that should be followed to try to get a high effectiveness design, user friendly and a usable interface for supporting the dynamism of mobile devices.

2.4. Usability metrics

In this thesis we will perform some experiments so we need to know how to measure usability, otherwise it could not be evaluated nor we could conclude whether an interface is more usable than another one.

Nielsen [5] explains that the usability of a system is composed of five attributes: learnability, efficiency, memorability, errors and subjective satisfaction. These factors are easy to understand but difficult to quantify, so it is necessary specifying a way to measure them for being able to evaluate the usability of a system. Several authors have researched about different ways to measure usability, so some proposed ideas are shown below, both for usability in general and e-learning in particular.

2.4.1. General usability metrics

Ryan and Gonsalves [33] performed an empirical study to measure the effect of context and application type on mobile devices, and they used the following measures to evaluate the usability:

- Objective: performance and number of errors.

- Subjective: user satisfaction, learnability, efficiency, ease of use and context awareness.

In another research [17], 45 empirical studies of mobile usability were analyzed. The authors observed that the most used usability metrics were the following:

- Effectiveness: Degree to which the product is enabling the tasks to be performed in a quick, effective and economical manner or is hindering performance.
- Efficiency: Accuracy and completeness with which specified users achieved specified goals in particular environment.
- Satisfaction: The degree to which a product is giving contentment or making the user satisfied.

These metrics are also named in the definition of the term “usability” in ISO 9241-11 [15], so they are probably a good measure of usability.

2.4.2. Usability metrics for e-learning

There are some usability metrics for e-learning that have been defined by different authors. For example, the usability of a m-learning system could be measured by the metrics proposed by Gafni [6]: Response time to get information from cache, Device memory cleanup, Display load, Messages conciseness, Ease of input entering, Ease of output use, Ease of use – displays per task, Secure messages and information on device, Use of user profile, Installations success, and Ease of installation.

Other authors [34] proposed some features of m-learning that may help to determine its acceptance and that may be interpreted as a measure of quality, and that after all is what usability brings. These features are: simplicity, trialability, observability, relative advantage, compatibility and support.

Finally, Latham [35] lists some common characteristics that are taken as indicators of low quality and which, although conversely, may also serve to determine the quality: practitioners become disenchanted and disillusioned due to unforeseen difficulties, innovation supporters leave or are not available, people lack training and lose enthusiasm, funding runs out, there is inadequate supervision and support from management, the program lacks accountability or there is a "take-if-or-leave-it" attitude on behalf of program promoters.

2.5. Empirical usability studies

As already mentioned above, there are a lot of research studies about usability, and many of them consist of empirical studies, i.e., usability tests performed with users to accept or reject a hypothesis proposed.

A recurring topic in these usability studies has been field versus laboratory testing. This question is classical in research methodology, but the advent of mobile devices has revived this topic, and some empirical studies that compare evaluations in both techniques are starting to arise, but they provide very different results. For example, Nielsen *et al.* [36] say that it is worth to evaluate usability in the field, despite being more complex and taking longer, because in their study the evaluation in the field was more successful (i.e., users identified more usability problems) than in the laboratory. On the contrary, in some studies [37, 38] the researchers got the conclusion that it is not necessary to perform usability testing in the field unless you want to investigate user behavior in a natural context, so when only evaluating user interfaces, it is preferable to perform usability testing in the laboratory.

This was an important question to answer because in this thesis some experiments will be performed, so it is important to know if it is worth testing in the field or not. By taking into account the studies explained above, we will perform the experiments in the laboratory, as we only want to evaluate usability of user interfaces, but not the behavior of the user in his/her context.

2.6. Usability guidelines

Remember that the main objective of this thesis is to obtain a set of usability guidelines suitable for web-based learning object interfaces for mobile devices. At this point, it is necessary to make a review of the existing usability guidelines and recommendations. Some of these guidelines do not have a mobile scope but they were designed for web pages [39, 40], and on the contrary, some of the recommendations below were already established as usability guidelines for web pages for mobile devices [41, 42].

Also, there are some recommendations and/or standards of guidelines applied to accessibility. As accessibility is related to usability, this section will also review some guidelines for web interfaces, such as those proposed in WCAG 2.0 [43]. This norm has been fully adopted as international standard ISO/IEC 40500 [44] and as a Spanish norm [45].

2.6.1. Standard ISO 9241-151

The standard ISO 9241-151 (“Ergonomics of human-system interaction”) covers all aspects of ergonomics in the interaction between human and systems, and part 151 [39], entitled “Guidance on World Wide Web user interfaces”, focuses on a set of usability guidelines for web interfaces. This standard is composed of ten sections: “Scope”, “Normative references”, “Terms and definitions”, “Application”, “A reference model for human-centred design of World Wide Web user interfaces”, “High-level design decisions and design strategy”, “Content design”, “Navigation and search”, “Content presentation” and “General design aspects”.

2.6.2. HHS Guidelines

The United States Department of Health and Human Services (DHHS) created a set of usability guidelines for web design [40], which were obtained through an extensive process of research and review. These guidelines are contained in a book of eighteen chapters: “Design Process and Evaluation”, “Optimizing the User Experience”, “Accessibility”, “Hardware and Software”, “The Home Page”, “Page Layout”, “Navigation”, “Scrolling and Paging”, “Headings, Titles and Labels”, “Links”, “Text Appearance”, “Lists”, “Screen-Based Controls”, “Graphics, Images and Multimedia”, “Writing Web Content”, “Content Organization”, “Search” and “Usability Testing”.

2.6.3. W3C Mobile Web Best Practices

W3C proposes a set of usability guidelines directly applicable to websites for mobile devices [42], which are named “Mobile Web Best Practices 1.0: Basic guidelines”. These guidelines are divided into five sections: “Overall Behavior”, “Navigation and Links”, “Page Layout and Content”, “Page Definition” and “User Input”.

2.6.4. Usability of Mobile Websites and Applications

The guidelines contained in the document entitled “Usability of Mobile Websites and Applications” [41] establish a set of usability recommendations and good practices in websites and applications for mobile devices. The document is divided into three sections, and these also group the guidelines in different subsets. The three main sections are: “General Guidelines for Mobile Websites and Apps”, “General Guidelines for Touch Phones” and “Guidelines for Apps”.

2.6.5. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

The main objective of WCAG (Web Content Accessibility Guidelines) [43] is to obtain web pages with an accessible design, thereby reducing barriers to information. The last version (WCAG 2.0) is divided into four main principles: perceivable, operable, understandable, and robust. Each of these principles is divided into various guidelines (12 in total); and each of these guidelines is also atomized into some “Success criteria”, which are 61 in total. In order to meet the needs of different groups and different situations, three levels of conformance are defined for each Success criteria: A (lowest), AA, and AAA (highest).

3. Obtaining guidelines

The aim of this section is to show the process followed to obtain the usability guidelines suitable for web-based learning objects for mobile devices from some usability guidelines designed for PC websites. Since web-based learning objects are basically web pages (with a particular teaching content, but web pages after all), the source guidelines should be guidelines for web pages. The methodology for obtaining usability guidelines for mobile devices from usability guidelines for PC websites consists of the following phases:

1. *Selecting the source guidelines*: The first step is to choose the set of guidelines that will be adapted or validated for web-based learning objects for mobile devices. The choice of the source guidelines for this thesis is discussed in Section 3.1.
2. *Expert evaluation*: In the second step, a set of experts have to reasonably evaluate whether each of the guidelines chosen in the previous step would be valid (i.e., if it would make sense) in web pages for mobile devices. For this, they will classify each guideline into one of the following groups:
 - a. *Not applicable*. These guidelines are not translatable in any way to mobile devices, i.e., it makes no sense in web pages for mobile devices.
 - b. *Directly applicable*. These are guidelines that would not suffer any modification when applied to mobile devices, i.e., they would still make sense in web pages for mobile devices.
 - c. *Applicable with modifications*. These guidelines could suffer a modification before being applied to mobile devices, i.e., they could make sense in web pages for mobile devices, but being previously modified.

The process of expert evaluation followed in this thesis is explained in Section 3.2.

3. *Analysis of the results of the expert evaluation:* After collecting the responses of all experts and their justifications, a Chi-square analysis will be performed to determine which responses were random and what were not. Experimentation will be carried out for those random responses and for those not random responses whose general answer was “c)”. The rest will be taken as the general response, that is, answers “a)” will be directly adopted for mobile devices and answers “c)” will not exist for mobile devices. The description of this step for this thesis is explained in Section 3.2.1.
4. *Experimentation:* After obtaining the guidelines to be experimented, an experiment should be designed for each, so we can check whether or not the guideline would be directly applicable to a mobile device, or if it would be applicable but with previous modifications. The experimentation process carried out in this thesis is explained in Section 3.3.
5. *Proposed guidelines for m-learning:* The last step is to obtain the final guidelines for web-based learning objects. For doing this, guidelines obtained from steps 3 and 4 will be collected. The proposal of these guidelines for this thesis is shown in Section 4.

3.1. Choosing source guidelines

For this thesis, ISO 9241-151 was chosen, because it is the only international standard, among all presented in Section 2.6, which is aimed to web pages for PC created by a very prestigious standardization organization. More specifically, this thesis focuses on Section 9, because it contains a fairly extensive set of guidelines (41 in total), which is enough for applying the methodology proposed, and it is the section specifically aimed to web interfaces, i.e., to the content presentation.

After selecting the source guidelines, the following step is to perform the expert evaluation in order to classify each of the guidelines as (a) not applicable, (b) directly applicable or (c) applicable with modifications.

3.2. Expert evaluation

To perform the expert evaluation, 16 usability experts (from the user’s point of view) collaborated, from among which 75% were men and 25% women. Of them all, 46.67% were

between 18 and 24 years old; 40% were between 25 and 34 years; and 13.33% were between 35 and 49 years. About their experience using mobile devices, 6.67% was considered novice, 66.67% was considered in an intermediate level and 26.67% was considered expert. Regarding the highest level of education, 20% had completed High School and were studying a Degree; 26.67% had a Degree; 46.66% had a Master Degree; and 6.67% had a PhD.

All of them filled a template where they had to indicate, for each guideline, whether or not they thought it was applicable to mobile devices. They did this by selecting one of the three options mentioned above (a, b or c) and justifying it.

3.2.1. Results and analysis

For analyzing the results obtained, as explained before, a Chi-square analysis was performed (Table 1).

Guideline	# a)	# b)	# c)	p-value
9.3.1 General page information	0.00%	62.50%	37.50%	0.317
9.3.2 Consistent page layout	0.00%	81.25%	18.75%	0.012
9.3.3 Placing title information consistently	0.00%	75.00%	25.00%	0.046
9.3.4 Recognising new content	0.00%	87.50%	12.50%	0.003
9.3.5 Visualising temporal status	0.00%	87.50%	12.50%	0.003
9.3.6 Selecting appropriate page lengths	0.00%	50.00%	50.00%	1.000
9.3.7 Minimise vertical scrolling	18.75%	31.25%	50.00%	0.305
9.3.8 Avoiding horizontal scrolling	18.75%	37.50%	43.75%	0.444
9.3.9 Using colour	0.00%	100.00%	0.00%	0.000
9.3.10 Using frames with care	12.50%	37.50%	50.00%	0.174
9.3.11 Providing alternatives to frame-based presentation	6.25%	75.00%	18.75%	0.002
9.3.12 Providing alternative text-only pages	12.50%	87.50%	0.00%	0.003
9.3.13 Consistency across related Web sites	0.00%	100.00%	0.00%	0.000
9.3.14 Using appropriate techniques for defining the layout of a page	0.00%	81.25%	18.75%	0.012
9.3.15 Identifying all pages of a Web site	0.00%	75.00%	25.00%	0.046
9.3.16 Providing printable document versions	37.50%	12.50%	50.00%	0.174
9.3.17 Use of "white space"	6.25%	62.50%	31.25%	0.022
9.4.2 Identification of links	0.00%	87.50%	12.50%	0.003
9.4.3 Distinguishing adjacent links from each other	0.00%	87.50%	12.50%	0.003
9.4.4 Distinguishing navigation links from transactions	6.25%	87.50%	6.25%	0.000
9.4.5 Self-explanatory link cues	0.00%	81.25%	18.75%	0.012
9.4.6 Using familiar terminology for navigation links	0.00%	100.00%	0.00%	0.000
9.4.7 Using descriptive link labels	0.00%	93.75%	6.25%	0.000
9.4.8 Highlighting previously visited links	0.00%	93.75%	6.25%	0.000
9.4.9 Marking links to special targets	0.00%	87.50%	12.50%	0.003

9.4.10 Marking links opening new windows	12.50%	50.00%	37.50%	0.174
9.4.11 Distinguishing navigation links from controls	0.00%	100.00%	0.00%	0.000
9.4.12 Distinguishable withinpage links	6.25%	68.75%	25.00%	0.007
9.4.13 Link length	0.00%	56.25%	43.75%	0.617
9.4.14 Redundant links	12.50%	81.25%	6.25%	0.000
9.4.15 Avoiding link overload	0.00%	87.50%	12.50%	0.003
9.4.16 Page titles as bookmarks	0.00%	93.75%	6.25%	0.000
9.5.1 Choosing appropriate interaction objects	12.50%	50.00%	37.50%	0.174
9.5.2 Making interaction objects identifiable and understandable	0.00%	93.75%	6.25%	0.000
9.5.3 Providing keyboard shortcuts	56.25%	6.25%	37.50%	0.047
9.6.1 Readability of text	0.00%	81.25%	18.75%	0.012
9.6.2 Supporting text skimming	6.25%	81.25%	12.50%	0.000
9.6.3 Writing style	0.00%	75.00%	25.00%	0.046
9.6.4 Text quality	0.00%	93.75%	6.25%	0.000
9.6.5 Identifying the language used	6.25%	93.75%	0.00%	0.000
9.6.6 Making text resizable by the user	0.00%	56.25%	43.75%	0.617

Table 1. Chi-square analysis about answers in expert evaluation

When p-value was higher than 0.05, the answers are considered random. As it can be seen in Table 1, there are 10 guidelines with p-value > 0.05 (cells' content marked in bold). Therefore, experimentation will be performed for those guidelines, which is explained in Section 3.3. The rest of guidelines will be maintained as they are enunciated (most answers "b") for mobile devices, except guideline 9.5.3 ("Providing keyboard shortcuts"), which will be eliminated (most answers "a") for mobile devices.

After determining the guidelines that would be directly maintained and eliminated after the expert evaluation, experimentation will be performed for the rest of guidelines, i.e., those determined by the Chi-square analysis as random.

3.3. Experimentation

Experimentation will be performed in order to check whether or not the guidelines resulting from the expert evaluation are applicable to web-based learning objects for mobile devices. This experimentation will not follow the same process in each of the guidelines: in some of them there will be users, in others there will be real mobile devices, and in others there will be both of them.

Experiments with users will be performed designing at least two alternatives to be compared (following the guideline and not following it), depending on the guideline to check, in order to see a possible improvement in usability in some of the cases. For measuring

usability, the metrics *effectiveness*, *efficiency* and *satisfaction* will be used, obtained from the “usability” definition by ISO 9241-11.

In all experiments involving users, a webcam was used to continually record the smartphone’s screen the user was looking at. The webcam was joined to a metal structure, and the structure was joined to a soft housing specific for this kind of device (Figure 1). The webcam was connected to a laptop via the USB cable, so the videos were recorded directly into the laptop.



Figure 1. Mechanism used to record user interactions

3.3.1. Experiment 1: Guideline 9.3.1

In the first experiment, a survey was designed for learners and teachers (28 participants in total) about usability in learning objects, specifically about the relevance of displaying some data of a learning object such as its title, last update and author. After performing the experiment, guideline 9.3.1 was modified and divided into two guidelines: “General information about the learning object” (9.3.1a) and “Showing the learning object’s title on the browser’s window” (9.3.1b). The first one is stated as follows: “Each web-based learning object of a m-learning course should display a descriptive title and last update, besides the author, where useful for some reason”. Guideline 9.3.1b is stated as “It is important to display the learning object’s title in the browser window when using mobile devices, and recommendable in other general cases”.

3.3.2. Experiment 2: Guideline 9.3.6

In this case, 19 users participated by performing two tasks: finding words and answering questions, both using a web-based learning object in a mobile device. The content was structured in two different ways to compare their usability: all in a single page and with pagination. After the analysis of the results, guideline 9.3.6 was modified to be valid for web-based learning objects for mobile devices, and it is stated as follows: “Use pagination when the content of the web-based learning object for mobile devices is very long; and display all in a single page when the content is short”.

3.3.3. Experiment 3: Guideline 9.3.7

In this experiment, 23 users participated. They had to find some words in a text of a learning object with different content structures: pagination, internal links and all content in a single page. After performing the experiment, the results were analyzed and then guideline 9.3.7 was removed, i.e., it is not valid for web-based learning objects for mobile devices.

3.3.4. Experiment 4: Guideline 9.3.8

22 users participated in this experiment. They had to find some words in a text of a learning object by using different combinations: with the device in landscape and portrait orientation; and using and not using horizontal scrolling in each of the orientations. After the results were obtained and analyzed, guideline 9.3.8 was kept for web-based learning objects for mobile devices as it is stated in ISO 9241-151, i.e., “Horizontal scrolling should be avoided in web-based learning objects for mobile devices wherever possible”.

3.3.5. Experiment 5: Guideline 9.3.10

For this experiment, we tested the behavior of four web pages designed containing “frames” in 20 different mobile devices. After obtaining and analyzing the results, guideline 9.3.10 was modified to be applied in web-based learning objects for mobile devices. It is stated as follows: “Frames should be avoided in mobile devices to avoid possible problems, such as the content may not be displayed or having an incorrect behavior”.

3.3.6. Experiment 6: Guideline 9.3.16

In this experiment, 20 different mobile devices were used to check if they were able to display some specific printable document formats, and if they were able to print them. After getting and analyzing the results, guideline 9.3.16 was removed, as it is not valid for web-based learning objects for mobile devices.

3.3.7. Experiment 7: Guideline 9.4.10

This experiment consisted of two parts: the first one was performed with 20 different mobile devices for checking if they were able to open new browser windows; and the second one was performed with 19 users, each of which used six different mobile devices for opening the target of some hyperlinks in the same window and in a new window. After the experiment, the results were analyzed and guideline 9.4.10 is kept for web-based learning objects for mobile devices as it was originally stated, i.e., “Links that open new browser windows or pop-up windows in web-based learning objects for mobile devices should be clearly marked”.

3.3.8. Experiment 8: Guideline 9.4.13

In this experiment, 22 users participated. They had to identify the hyperlinks (which were different sized) contained in a web-based learning object for mobile devices. After the analysis of the results, guideline 9.4.13 was modified to be applicable to web-based learning objects for mobile devices. It is stated as follows: “Hyperlink's texts of web-based learning objects for mobile devices should be as short as possible and, if possible, the text where they are contained should not be justified”.

3.3.9. Experiment 9: Guideline 9.5.1

The experiment was performed with 20 users. They had to introduce different personal data (such as gender or age) using three types of HTML form components (radiobutton list, text field and drop-down list). After the results were analyzed, guideline 9.5.1 was kept for web-based learning objects for mobile devices as it was originally stated. It is finally stated as follows: “There are some interaction objects more appropriate than others to interact in web-based learning objects for mobile devices”.

3.3.10. Experiment 10: Guideline 9.6.6

The last experiment consisted of two parts: the first one was performed with 19 different mobile devices in order to check if they were able to zoom the content of a web page; and the second one was performed with 19 users. In the second part, users had to use two different mobile devices (touchscreen and non-touchscreen) and answer some questions about a learning object displayed on them with different default font size. After analyzing the results, guideline 9.6.6 was kept for web-based learning objects for mobile devices as it was originally stated. It is then stated as follows: “The text's font of a web-based learning object should be able to be resized by the user in a mobile device using functions provided by the web page”.

4. Results

To summarize, the following guidelines would be modified: 9.3.1 (which will be divided into two guidelines), 9.3.6, 9.3.10 and 9.4.13. The guidelines that would be kept as they were stated are 9.3.8, 9.4.10, 9.5.1 and 9.6.6; and the guidelines removed are 9.3.7 and 9.3.16.

Table 2 shows the guidelines that would be set out after the research performed, i.e., the guidelines suitable for web-based learning objects for mobile devices.

#	Guideline
9.3.1a	General information about the learning object
9.3.1b	Showing the learning object's title on the browser's window
9.3.2	Consistent page layout
9.3.3	Placing title information consistently
9.3.4	Recognizing new content
9.3.5	Visualizing temporal status
9.3.6	Selecting appropriate learning object lengths
9.3.8	Avoiding horizontal scrolling
9.3.9	Using color
9.3.10	Using frames with care
9.3.11	Providing alternatives to frame-based presentation
9.3.12	Providing alternative text-only pages
9.3.13	Consistency across related websites
9.3.14	Using appropriate techniques for defining the layout of a page
9.3.15	Identifying all pages of a website
9.3.17	Use of "white space"
9.4.2	Identification of links
9.4.3	Distinguishing adjacent links from each other
9.4.4	Distinguishing navigation links from transactions
9.4.5	Self-explanatory link cues
9.4.6	Using familiar terminology for navigation links
9.4.7	Using descriptive link labels
9.4.8	Highlighting previously visited links
9.4.9	Marking links to special targets
9.4.10	Marking links opening new windows
9.4.11	Distinguishing navigation links from controls
9.4.12	Distinguishable within-page links
9.4.13	Link length
9.4.14	Redundant links
9.4.15	Avoiding link overload
9.4.16	Page titles as bookmarks
9.5.1	Choosing appropriate interaction objects
9.5.2	Making interaction objects identifiable and understandable
9.6.1	Readability of text
9.6.2	Supporting text skimming
9.6.3	Writing style
9.6.4	Text quality
9.6.5	Identifying the language used
9.6.6	Making text resizable by the user

Table 2. Guidelines for web-based learning objects for mobile devices obtained after the research process

NB: In those guidelines containing the word “page”, it should be understood that it refers to the web page of the learning object, i.e., the web-based learning object.

5. Conclusions and future work

Conclusions are divided into two parts: conclusions obtained following the experiments and general conclusions.

5.1. Conclusions of the experiments

From the results of experiment 9.3.1, we can conclude that showing a descriptive title and last update of a web-based learning object for mobile devices is always necessary, as well as its title on the mobile browser’s window. If useful, the author should also be shown.

The results of experiment 9.3.6 suggest that when the content of a web-based learning object for mobile devices is too long, it is preferable to use pagination; but if the content to be shown is short, then it should be all in the same page.

From the results of experiment 9.3.7 we can conclude that when a learning object has a lot of content, pagination or internal links are preferable to be used; but if the content is not too long, it is preferable using vertical scrolling.

As the results of experiment 9.3.8 indicate, users clearly reject horizontal scrolling when viewing web-based learning objects for mobile devices and, if a learning object mandatorily needs to have scrolling (because it does not fit on a single screen) users prefer to have only one type of scroll, preferably vertical instead of horizontal. The only case in which users would admit horizontal scrolling is when visualizing multimedia content, but those learning objects mainly composed of text should not have horizontal scrolling.

From experiment 9.3.10 we can conclude that frames should be avoided in mobile devices, because their content may not be displayed or their behavior may not be that expected.

The results of experiment 9.3.16 show that now there are some mobile devices that do not allow (without installing additional software) displaying some popular document formats, so they neither will be able to print them. The results also suggest that it is difficult to find nowadays a mobile device that prints without a special printer; and also that there is not any printable document format appropriate to be used in a mobile device (because some of them

cannot be displayed in all devices, and others do it but in an incorrect way in some of the devices. Therefore, it makes no sense creating printable versions of web-based learning objects for mobile devices.

From the results of experiment 9.4.10 we can conclude that users are more comfortable when opening new windows in a PC than in a mobile device, and in m-learning this is even more true. Users prefer to be always notified when a link opens a new window in mobile devices in general, and in m-learning in particular; but this is not as important in PC, where users prefer to be notified only when the new window is external to the course. Therefore, preferences about notifying the opening of a link's target change from one platform to another.

Regarding the results of experiment 9.4.13, we can conclude that users prefer a non-justified text in web-based learning objects for mobile devices, in order to clearly identify where a link of the text starts and ends. Furthermore, links should be as short as possible to be better identified.

From the results of experiment 9.5.1, we can say that there are some interaction objects more appropriate than others to interact in web-based learning objects for mobile devices. Besides this, radiobuttons may cause difficulties to users when they have to select an option in a list of this type in mobile devices, so it may be preferable to use drop-down lists instead of a list of radiobuttons.

The results of experiment 9.6.6 suggest that mechanisms should be provided to resize the font of a web-based learning object in a mobile device. This could be, as used in the experiment, two buttons or links (one to increase and one to decrease the font size of the text), which ideally should be always visible for the user realizes their existence and can use them at any time.

5.2. General conclusions

The results showed that of the 41 guidelines that comprise section 9 of ISO 9241-151, 82.93% were kept as they were initially stated, 7.32% were removed and 9.75% were modified. Therefore, most of the guidelines used for this research are directly applicable to mobile devices. However, some guidelines would not make sense or they should be modified before applying them to web-based learning objects for mobile devices, so we could conclude that traditional usability guidelines may not be applied to mobile devices' interfaces.

Furthermore, comparing the experts' answers in the expert evaluation about the guidelines experimented, we could see that in 50% of the cases the most repeated answer of the experts did not match with the results of the experiment, whereas in the other 50% it did. Therefore, only with the expert evaluation we cannot assure that guidelines that did not pass the Chi-square analysis are valid for mobile devices; so it is necessary to experiment, as we did, with those guidelines that did not pass the analysis.

Moreover, many of the guidelines obtained for mobile devices do not exist in other standards or recommendations, so we could conclude that it is possible to obtain new usability guidelines from other existent for PC by following the methodology proposed in this thesis. Therefore, in my opinion, it would be necessary to continue researching for obtaining new usability guidelines for web-based learning objects for mobile devices. This conclusion is obtained because some of the current guidelines are designed for web pages for PC and they may not be valid for mobile devices, and it is possible that there are some guidelines that have not been discovered yet.

5.3. Future work

The work performed in this thesis leaves open interesting research lines, such as:

1. Analysis of the results by profiles: analyzing the data obtained in the experiments by the profiles of the users, because they have been analyzed all together but it may be differences when analyzing by gender, age, etc.
2. Experimenting the guidelines that did not pass the expert evaluation: it could be interesting to check if the experts were right with their answers in the expert evaluation. It could be done by the process explained in section 3.
3. Obtaining new guidelines: by following the proposed methodology with a different set of source guidelines, or by observing the user while using a m-learning system.
4. Experimentally checking the validity of the guidelines: by applying the guidelines obtained in the web-based learning objects of a m-learning course and comparing the users' level of learning when using them and when using other learning objects that do not meet the guidelines.
5. Getting the minimum number of users to perform experiments: by means of the results obtained, with a combinatorial problem, for example.

6. Extending the work to more general guidelines: obtaining new guidelines for other fields by taking a different set of source guidelines and following the methodology proposed.

References

1. Becker, A., *Electronic commerce: concepts, methodologies, tools and applications*. 2007: Information Science Reference-Imprint of: IGI Publishing.
2. Chen, T.M., *How networks changed the world*. IEEE Network, 2011. 25(6): p. 2-3.
3. ITU. *The key 2006-2013 ICT Data for the world: Mobile-cellular subscriptions*. 04/07/2013; Available from: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2013/ITU_Key_2005-2013_ICT_data.xls.
4. Peters, K., *m-Learning: Positioning educators for a mobile, connected future*. Mobile Learning, 2009: p. 113.
5. Nielsen, J., *Usability engineering*. 1993: Academic Press (Boston).
6. Gafni, R., *Quality Metrics for PDA-based M-Learning Information Systems*. Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects, 2009. 5: p. 359-287.
7. Buranatrived, J. and P. Vickers, *An investigation of the impact of mobile phone and PDA interfaces on the usability of mobile-commerce applications*, in 2002 IEEE 5th International Workshop on Networked Appliances. 2002, IEEE: Liverpool, United Kingdom. p. 90-95.
8. Kukulska-Hulme, A., *Mobile usability in educational contexts: what have we learnt?* The International Review of Research in Open and Distance Learning, 2007. 8(2): p. 1-16.
9. ISO, *ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems*. 1999.
10. Donahue, G.M., *Usability and the bottom line*. IEEE Software, 2001. 18(1): p. 31-37.
11. Nah, F.F.-H., K. Siau, and H. Sheng, *The value of mobile applications: a utility company study*. Communications of the ACM, 2005. 48(2): p. 85-90.
12. Uther, M., *Mobile Internet usability: what can mobile learning learn from the past?*, in IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education. 2002: Växjö, Sweden. p. 174-176.
13. Nielsen, J. and R. Budiu, *Mobile usability*. 2012: Pearson Education.
14. Shackel, B. and S.J. Richardson, *Human factors for informatics usability*. 1991: Cambridge University Press.

15. ISO, *ISO 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Guidance on usability*. 1998.
16. Smith, M.J. and G. Salvendy, *Systems, social and internationalization design aspects of human-computer interaction*. 2001: Lawrence Erlbaum Associates.
17. Coursaris, C.K. and D.J. Kim, *A qualitative review of empirical mobile usability studies, in Twelfth Americas Conference on Information Systems*. 2006: Acapulco, Mexico.
18. Duchnicky, R.L. and P.A. Kolers, *Readability of text scrolled on visual display terminals as a function of window size*. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 1983. 25(6): p. 683-692.
19. Dillon, A., J. Richardson, and C. McKnight, *The effects of display size and text splitting on reading lengthy text from screen*. *Behaviour & Information Technology*, 1990. 9(3): p. 215-227.
20. Swierenga, S.J., *Menuing and Scrolling as Alternative Information Access Techniques*, in *Human Factors and Ergonomics Society 34th Annual Meeting*. 1990, SAGE Publications: Santa Monica, California. p. 356-359.
21. Johnson, J., *Selectors: going beyond user-interface widgets*, in *SIGCHI Conference on Human factors in computing systems (CHI'92)*. 1992, ACM: Monterrey, California. p. 273-279.
22. Kamba, T., et al., *Using small screen space more efficiently*, in *SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI'96)*. 1996, ACM: Vancouver, Canada. p. 383-390.
23. Nyíri, K., *Towards a philosophy of m-learning*, in *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*. 2002, IEEE: Växjö, Sweden. p. 121-124.
24. Kambourakis, G., D.-P.N. Kontoni, and I. Sapounas, *Introducing attribute certificates to secure distributed E-learning or M-learning services*, in *4th IASTED Web Based Education (WBE)*. 2004: Innsbruck, Austria. p. 436-440.
25. Parsons, D. and H. Ryu, *A framework for assessing the quality of mobile learning*, in *International Conference on Software Process Improvement - Research into Education and Training*. 2006: Southampton, United Kingdom. p. 17-27.
26. Seong, D.S.K., *Usability guidelines for designing mobile learning portals*, in *3rd international conference on Mobile technology, applications & systems*. 2006, ACM: Bangkok, Thailand. p. 25.

27. Moses, O.O., *Improving Mobile Learning with Enhanced Shih's Model of Mobile Learning*. US-China Education Review, 2008. 5(11): p. 22-28.
28. Triandis, H.C., *Culture and social behavior*. McGraw-Hill series in social psychology. 1994.
29. Trinder, J., J. Magill, and S. Roy, *Expect the unexpected*. Mobile learning: A handbook for educators and trainers, 2005.
30. Ally, M., *Use of mobile devices in distance education*, in 4th World conference on mLearning (Mlearn). 2005: Cape Town, South Africa. p. 28.
31. Chen, Y.-S., T.-C. Kao, and J.-P. Sheu, *A mobile learning system for scaffolding bird watching learning*. Journal of Computer Assisted Learning, 2003. 19(3): p. 347-359.
32. Clarke, I. and T. Flaherty, *Mobile portals: The development of m-commerce gateways*. BEM a. TJ Strader (Ed.), Mobile Commerce: Technology, Theory, and Applications, 2003: p. 185-201.
33. Ryan, C. and A. Gonsalves, *The effect of context and application type on mobile usability: an empirical study*, in Twenty-Eighth Australasian Computer Science Conference (ACSC 2005), V. Estivill-Castro, Editor. 2005, Australian Computer Society, Inc.: Newcastle, Australia. p. 115-124.
34. Wilson, B., et al., *Adoption factors and processes*, in Handbook on information technologies for education and training. 2002, Springer. p. 293-307.
35. Latham, G., *The Birth and Death Cycles of Educational Innovations*. Principal, 1988. 68(1): p. 41-43.
36. Nielsen, C.M., et al., *It's worth the hassle!: the added value of evaluating the usability of mobile systems in the field*, in 4th Nordic conference on Human-Computer Interaction: changing roles. 2006, ACM: Oslo, Norway. p. 272-280.
37. Roto, V., et al., *Examining mobile phone use in the wild with quasi-experimentation*. Helsinki Institute for Information Technology (HIIT), Technical Report, 2004.
38. Kallio, T. and A. Kaikkonen, *Usability testing of mobile applications: A comparison between laboratory and field testing*. Journal of usability studies, 2005. 1(4-16): p. 23-28.
39. ISO, *ISO 9241-151. Ergonomics of human-system interaction - Guidance on World Wide Web user interfaces*. 2008.
40. DHHS, *Usability.gov: Research-Based Web Design and Usability Guidelines*. 2008.

41. Budiu, R. and J. Nielsen, *Usability of Mobile Websites and Applications: Design Guidelines for Improving the User Experience of Mobile Sites and Apps*. 2011: Nielsen Norman Group.
42. W3C, *Mobile web best practices 1.0: Basic guidelines*. 2008.
43. W3C, *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. 2008.
44. ISO, *ISO/IEC 40500. Information technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0*. 2012.
45. AENOR, *UNE 139803. Requisitos de Accesibilidad para contenidos en la web*. 2012.

1. Introducción

1.1. Justificación de la investigación

La cantidad de usuarios de dispositivos móviles ha ido creciendo a lo largo de los últimos años, hasta llegar a 1.500 millones de usuarios en el mundo en el año 2007 (Becker, 2007). En el año 2010 el número de conexiones móviles superó los 5.000 millones en el mundo entero (Chen, 2011), y se espera que esta cifra se vaya incrementando aún más (se estiman unos 6.800 millones en el año 2013 (ITU, 2013)), debido a que las personas tienen cada vez más un acceso fácil y barato a la telefonía móvil, y el coste del acceso móvil a Internet se está reduciendo (Peters, 2009).

Por otra parte, la usabilidad, que se puede definir como “la medida de la calidad de la experiencia de los usuarios cuando interactúan con una interfaz” (Nielsen, 1993), es una de las características más importantes a tener en cuenta cuando nos dirigimos a sistemas que tienen un gran número de usuarios y que necesitan operar de forma intuitiva, sin formación previa ni apoyo directo (Gafni, 2009). Además, la usabilidad es el segundo problema más importante (por detrás de la seguridad) para la aceptación de los sistemas por parte de los usuarios (Buranatrived and Vickers, 2002), por lo que no hay que descuidarla a la hora de desarrollar sistemas informáticos.

Uniendo las ideas anteriores surge la usabilidad para dispositivos móviles, la cual puede ser considerada como una especialidad emergente dentro del campo más general de la usabilidad, que también ha ido evolucionando (Kukulska-Hulme, 2007).

Las ventajas de la usabilidad son muchas: productividad aumentada, calidad de trabajo mejorada, mayor satisfacción de usuario y reducciones en los costes de formación y aprendizaje (ISO, 1999b). Sin embargo, existe un estudio (Donahue, 2001) que amplía estas ventajas a muchas otras más. Estas ventajas se hacen de gran importancia cuando se trata de sistemas de aprendizaje virtual para móvil, es decir, de m-learning (mobile learning), ya que se debe ofrecer una interfaz usable a los alumnos para que el aprendizaje se haga más agradable y, por lo tanto, no disminuya su motivación debido a una interfaz mal diseñada. También es importante diseñar interfaces usables en este contexto porque de esta manera los alumnos no tendrían que estar pendientes de la propia interfaz (por ejemplo, buscando ciertos elementos

en la misma, o averiguando cómo realizar una tarea), sino que podrían centrarse únicamente en su principal tarea: el aprendizaje.

Por otro lado, aunque se ha avanzado en las innovaciones tecnológicas, siguen existiendo limitaciones evidentes de las interfaces de dispositivos móviles debido a las características de los mismos, es decir, pequeño tamaño de las pantallas, baja resolución de las mismas, métodos de entrada no tradicionales y dificultades de navegación (Nah et al., 2005). Además, la gran proliferación de modelos de dispositivos móviles de diferentes fabricantes en los últimos tiempos ha hecho que exista una gran diversidad de los mismos, con las consiguientes diferencias en el modo de entrada (lápiz, teclado, dedo), en la potencia de procesamiento, en el tamaño y resolución de la pantalla, etc. Debido a esto, un estudio (Uther, 2002) argumenta que pueden tenerse en cuenta para las aplicaciones móviles algunas directrices de usabilidad tradicionales relacionadas con la navegación, la estructura y la prevención de errores, pero también dice que habría que considerar específicamente algunos atributos: entrada de usuario limitada, capacidad de mostrar muy poca información en la pantalla y el uso del contexto. Por lo tanto, las directrices de usabilidad tradicionales para ordenador puede que no sean adecuadas para ser aplicadas también a los dispositivos móviles (Nielsen and Budiu, 2012), por lo que habría que investigar este área para obtener nuevas directrices válidas para los dispositivos móviles en general; y para los contenidos docentes basados en web para estos dispositivos, en particular.

1.2. Objetivo de la tesis

El objetivo general de esta tesis es el siguiente:

Obtener un conjunto de directrices de usabilidad válido para las interfaces de los objetos docentes basados en web¹ para dispositivos móviles².

Para la consecución del objetivo general anterior, se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. Definir una metodología para la obtención de las directrices adaptadas a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles a partir de unas directrices

¹ En esta tesis se entiende el concepto de “objeto docente basado en web” como la página web en la que está contenido el objeto docente. Por ejemplo, un archivo PDF no es un objeto docente basado en web, pero una parte de un curso e-learning con un enlace al documento sí se considera objeto docente basado en web.

² Existen muchas interpretaciones sobre el concepto de “dispositivo móvil”, pero para esta tesis se han tenido en cuenta como dispositivos móviles únicamente *smartphones* y *tablets*.

web para PC (directrices fuente).

2. Diseñar experimentos con usuarios y/o dispositivos móviles reales para comprobar la validez de cada una de las directrices fuente en objetos docentes web para dispositivos móviles.
3. Construir los prototipos necesarios para ejecutar los experimentos anteriores.
4. Llevar a cabo los experimentos con usuarios y/o dispositivos móviles reales.
5. Obtener resultados y conclusiones a partir de los experimentos realizados.

1.3. Metodología

En este apartado se explican brevemente las fases de la metodología seguida en la investigación realizada.

Fase 1. Estudio sobre el estado del arte de la usabilidad en general, y para dispositivos móviles y m-learning en particular (Secciones 2.1 a 2.6)

En la primera fase se recopiló información sobre estudios previos acerca de la definición del término *usabilidad*, así como de sus principales ventajas y distintas formas de medirla. También se investigó sobre la historia de la usabilidad en dispositivos móviles, y más específicamente en el ámbito del m-learning. Por último, en esta fase también se recopiló información sobre los estudios empíricos de usabilidad, y se trató el tema (mediante literatura relacionada) de si es preferible realizarlos en el campo o en el laboratorio.

Fase 2. Estudio sobre el estado del arte de directrices y recomendaciones de usabilidad (Sección 2.7)

En esta segunda fase se estudiaron las directrices y recomendaciones de usabilidad ya existentes, tanto para PC como para dispositivos móviles, puesto que serían la base para aplicar la metodología posterior y obtener finalmente las directrices para objetos docentes web para dispositivos móviles.

Fase 3. Diseño del proceso a seguir para la obtención de las directrices para las interfaces de objetos docentes web para dispositivos móviles (Principio de la Sección 3)

En esta fase se diseñó la metodología a seguir para obtener las directrices finales a partir de unas directrices iniciales. Esta metodología consta básicamente de los siguientes pasos: Elección de las directrices fuente, evaluación experta y experimentación.

Fase 4. Ejecución de la metodología anterior (Secciones 3.1 a 3.3)

Por último, en la cuarta fase se llevó a la práctica la metodología diseñada en la fase anterior. Tras el análisis de los resultados de la evaluación experta y de la experimentación, se obtuvieron las directrices de usabilidad para las interfaces de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

Cada una de estas fases se explica con mayor detalle en las secciones y apartados indicados entre paréntesis.

1.4. Estructura del documento

El documento está organizado en cinco capítulos.

El capítulo 1, *Introducción*, que concluye con este apartado, presenta una serie de cuestiones fundamentales que enmarcan el presente trabajo, incluyendo la justificación de la investigación, los objetivos a lograr en la misma y la metodología seguida para conseguirlo.

En el capítulo 2, *Estado del Arte*, y como su propio nombre indica, se presenta una revisión actualizada del estado de la cuestión en los campos relacionados con esta investigación, que son los siguientes:

- Usabilidad. Se muestra una revisión de las definiciones del término *usabilidad* según diferentes autores y estándares. También se explican las principales ventajas que la usabilidad aporta cuando es aplicada a las interfaces de un producto software.
- Usabilidad para dispositivos móviles. Se presenta la historia de la evolución de la investigación sobre la usabilidad en los dispositivos móviles, en especial en lo que concierne al pequeño tamaño de su pantalla, ya que éste es uno de los principales problemas que hacen que las directrices de usabilidad enunciadas para interfaces de ordenador puedan cambiar para las interfaces de dispositivos móviles.
- Usabilidad en m-learning. Se exponen varias definiciones del término *m-learning*, según distintos autores. Adicionalmente se explica la razón de utilizar dispositivos móviles para el aprendizaje, indicando las principales motivaciones para ello; y también se exponen las principales limitaciones que esto tiene, y algunas sugerencias para solventarlas o minimizarlas.

- Cómo medir la usabilidad. Se exponen diferentes formas de medir la usabilidad, según han estudiado distintos autores, tanto para la usabilidad en general como para la usabilidad en el e-learning.
- Estudios empíricos de usabilidad. Se exponen algunos temas sobre los que se han realizado varios estudios empíricos de la usabilidad para dispositivos móviles, como son el efecto del tipo de aplicación y el contexto de localización, y la diferencia entre realizar las pruebas de usabilidad en el campo o en el laboratorio.
- Directrices y recomendaciones de usabilidad. Para terminar este capítulo, se presenta una revisión exhaustiva de las directrices y recomendaciones de usabilidad y accesibilidad existentes actualmente para páginas web, dispositivos móviles y software en general. En este apartado se expone también una tabla comparativa con las directrices comunes a todas las normas y estándares revisados.

En el capítulo 3, *Obtención de directrices*, se presenta la principal contribución del presente trabajo. Se comienza definiendo la metodología que se llevará a cabo para conseguir el objetivo propuesto, y posteriormente se explica detalladamente cómo se han ejecutado cada una de las fases de las que consta el proceso. En el apartado *Experimentación* de este capítulo se explican todos y cada uno de los experimentos que se han llevado a cabo con usuarios y dispositivos móviles reales para comprobar las directrices que no fueron consolidadas en la segunda fase (*Evaluación experta*) del proceso.

En el capítulo 4, *Resultados*, se presentan los resultados obtenidos tras la realización del proceso anteriormente descrito. Esto incluye principalmente el conjunto final de directrices de usabilidad obtenidas para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. Para ello, se resumen las directrices que se obtuvieron en la fase de Evaluación experta y los resultados obtenidos en cada uno de los experimentos.

El capítulo 5, *Conclusiones y Futuro Trabajo*, ofrece las conclusiones de la investigación que se ha llevado a cabo, tanto las generales como las específicas de cada experimento, junto con las publicaciones más importantes derivadas de la misma hasta el momento. Finalmente, se proponen algunas futuras líneas de investigación directamente relacionadas con el trabajo realizado.

Para terminar, se muestran en los *Anexos* todos los instrumentos utilizados para llevar a cabo el trabajo, es decir, la plantilla que se utilizó en la evaluación experta y las encuestas de satisfacción que rellenaron los usuarios en los experimentos correspondientes.

2. Estado del Arte

En este capítulo se va a mostrar el estado del arte y/o trabajo relacionado con la presente tesis. Recuérdese que el objetivo general era “Obtener un conjunto de directrices de usabilidad válido para las interfaces de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles”, por lo que el pilar fundamental de este estado del arte será la usabilidad. Como este concepto es extenso y existe numerosa literatura sobre esta disciplina, este estado del arte se centra en la usabilidad, desde el punto de vista de las directrices, aplicada a dispositivos móviles en general, y al aprendizaje electrónico mediante los mismos, en particular.

Por lo tanto, en los siguientes apartados se tratarán los conceptos fundamentales para crear una base teórica sólida que permita llevar a cabo el objetivo con éxito, esto es, se explicará el concepto de *usabilidad*, así como las ventajas de tenerla en cuenta a la hora de desarrollar un determinado software. También se revisarán las investigaciones previas sobre usabilidad para dispositivos móviles y sobre usabilidad en el aprendizaje virtual a través de este tipo de dispositivos, ya que lo que se pretende con el objetivo de la tesis es obtener directrices aplicables a las interfaces de los contenidos docentes de este tipo de sistemas.

Para obtener las directrices nombradas en el objetivo habrá que realizar algún tipo de experimentación, por lo que también se hablará en este estado del arte sobre los estudios empíricos de usabilidad, explicando un ejemplo realizado por otros investigadores; y se tratará el tema de si es necesario realizar las pruebas en el campo o si sería suficiente con realizarlas en el laboratorio. Todo esto permitirá obtener los conocimientos teóricos necesarios para realizar posteriormente la experimentación asociada al presente trabajo.

Por último, como el objetivo de la tesis se centra en obtener directrices, se hace necesario realizar una revisión de las normas y estándares existentes en la actualidad sobre directrices de usabilidad para interfaces web y para dispositivos móviles, ya que éstas son las dos grandes áreas tratadas en esta tesis y que se ponen de manifiesto en el objetivo planteado.

2.1. Definiciones del término *usabilidad*

La usabilidad ha sido objeto de numerosas investigaciones, lo que ha provocado que se hayan generado varias definiciones del término, tanto en el mundo académico como en el empresarial. A continuación se exponen, cronológicamente, algunas de las más relevantes.

Ya en el año 1991, Shackel y Richardson (1991) definieron la usabilidad como “capacidad (en términos funcionales humanos) de utilizarse fácilmente y con eficacia por un rango determinado de usuarios, habiendo recibido el usuario una formación específica y un cierto apoyo, para cumplir todo el conjunto específico de tareas, con un grupo especificado de escenarios”.

Dos años más tarde, Nielsen (1993) explicó de manera más breve la usabilidad como “la medida de la calidad de la experiencia de los usuarios cuando interactúan con una interfaz”.

Posteriormente, la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) especificó la norma ISO 9241-11 (ISO, 1998a), que define la usabilidad como “el grado en el que un producto puede ser utilizado por determinados usuarios para alcanzar unos objetivos especificados con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto determinado de uso”.

Otra definición posible, más general, es la siguiente: “es un concepto comúnmente utilizado para calificar la conveniencia y facilidad de utilización de un dispositivo hecho por el hombre para llevar a cabo una tarea” (Smith and Salvendy, 2001).

Por último, también en términos generales, podríamos decir que la usabilidad es “denotar la facilidad con la que las personas pueden utilizar un artefacto tecnológico en particular con el fin de alcanzar un objetivo determinado” (Coursaris and Kim, 2006).

2.1.1. Definiciones del término *accesibilidad*

Esta tesis se centra en la usabilidad, pero existe una disciplina diferente aunque muy relacionada con ésta que se mencionará a lo largo de esta tesis: la accesibilidad (Fänge and Iwarsson, 2003, ISO, 2008b). La accesibilidad no debe confundirse con la usabilidad, por lo que a continuación se define el concepto de dos formas diferentes: Según la ley española (BOE, 2003), la accesibilidad es “la condición que deben cumplir los entornos, productos y servicios para que sean comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas”. Según la ISO 9241-171 (ISO, 2008b), la accesibilidad es la “usabilidad de un producto, servicio, entorno o instalaciones por personas con la mayor gama posible de capacidades”.

Tal y como puede observarse en ambas definiciones, la accesibilidad se refiere a la gama completa de capacidades de usuario y no se limita a usuarios oficialmente reconocidos como personas con discapacidad. El concepto de accesibilidad en términos de usabilidad (segunda definición) tiene como objetivo lograr el máximo nivel posible de eficacia, eficiencia y satisfacción teniendo en cuenta el contexto de uso especificado, siempre prestando especial atención a toda la gama de capacidades de la población de usuarios. Por lo tanto, podría decirse que la principal diferencia entre usabilidad y accesibilidad es el grupo destino de usuarios: en la usabilidad éste es un conjunto determinado, mientras que en la accesibilidad sería toda la población.

Gracias a todas las anteriores definiciones es posible hacerse una idea de lo que se pretende conseguir con la usabilidad, es decir, para qué sirve. El siguiente paso será identificar los beneficios que proporciona esta disciplina, para comprender completamente el porqué de esta investigación.

2.2. Ventajas de la usabilidad

Para empezar, podemos decir que las ventajas de la usabilidad abarcan la productividad aumentada, la calidad de trabajo mejorada, la satisfacción de usuario aumentada y las reducciones en los costes de formación y aprendizaje (ISO, 1999b).

Sin embargo, existe un estudio que amplía estas ventajas afirmando que la usabilidad (Donahue, 2001):

- *Reduce los costes de desarrollo y mantenimiento:* corregir un problema cuando el sistema está en desarrollo es diez veces más costoso que hacerlo mientras está en la fase de diseño; y una vez que el sistema está puesto a la venta, el coste de arreglar el mismo problema aumenta cien veces más que si se hubiera arreglado durante la etapa de diseño (Gilb and Finzi, 1988). Algunas técnicas de usabilidad son muy efectivas para detectar problemas de usabilidad en etapas tempranas del ciclo de desarrollo, cuando son más fáciles y menos costosos de solucionar.
- *Mejora la productividad y eficiencia:* trabajar con sistemas no usables suele ser estresante y, cuando es posible, la gente evita utilizar este tipo de sistemas. Si deben utilizarlos por obligación, el estrés tiende a afectar a su productividad, por lo que la gente suele ser más productiva cuando utiliza sistemas desarrollados con ingeniería de la usabilidad; esto es, una disciplina que proporciona métodos estructurados para

conseguir usabilidad en el diseño de interfaz de usuario durante el desarrollo del producto (Mayhew, 1999). Este beneficio puede ser especialmente importante en el contexto de los sistemas software de las tecnologías de la información.

- *Reduce los costes de formación:* los sistemas que utilizan ingeniería de la usabilidad pueden reducir las necesidades de formación. Cuando el diseño de la interfaz de usuario está informado por la usabilidad y por la experiencia, las interfaces resultantes suelen facilitar y reforzar el aprendizaje y la retención, reduciendo así el tiempo de formación y, por lo tanto, también su coste.
- *Reduce los costes de soporte:* la asistencia telefónica para los programas informáticos supone a las empresas un coste adicional en llamadas (Wiklund, 1994). Cuando un producto software es comprensible y fácil de aprender, los usuarios no necesitan llamar al soporte con tanta frecuencia y, por tanto, se ahorran esos costes.
- *Reduce los costes de documentación:* dado que los sistemas creados mediante ingeniería de la usabilidad tienden a tener interfaces previsibles y coherentes, son relativamente fáciles de documentar. Además, estos sistemas normalmente requieren menos documentación, y esa documentación tiende a costar menos de producirse que la de sistemas desarrollados sin ingeniería de la usabilidad.
- *Minimiza la posibilidad de pleitos:* una pobre usabilidad es un elemento potencial de demandas y otros litigios (alguna empresa ya ha sido demandada por estos temas). Aunque la ingeniería de la usabilidad no puede impedir tales demandas, las entidades que puedan demostrar que aplican técnicas de ingeniería de la usabilidad durante el desarrollo del producto podrían ser menos vulnerables a verse involucradas en litigios de este tipo.
- *Incrementa el potencial del comercio electrónico:* idealmente, las compras en línea deberían ser agradables en lugar de frustrantes; es decir, los usuarios no deberían tener que perder tiempo buscando por la tienda o averiguando cómo se compra, ni deberían tener ninguna duda de que sus números de tarjetas de crédito y otra información personal están seguros. Los compradores en línea pasan la mayor parte de su tiempo (y gastan su dinero) en los sitios con mejor usabilidad (Nielsen, 1998), por lo que es recomendable hacer esfuerzos en usabilidad ya que, además de que los sitios creados con ingeniería de la usabilidad permiten a los usuarios ser más eficientes y productivos, pueden incrementar las ventas en un 100% (Nielsen, 1999).
- *Supone una ventaja competitiva:* para los usuarios, la facilidad de uso es una de las características más importantes que debe cumplir un software (Mayhew and Bias,

1994), por lo que dar usabilidad a los usuarios es darles lo que quieren. La usabilidad es importante para todos los sitios Web, pero lo es más especialmente para sitios de comercio electrónico, ya que en este campo una ventaja competitiva en la usabilidad es crucial (tener clientes contentos es tener clientes que vuelven, y eso es muy valioso).

- *Supone una ventaja para la publicidad:* una buena usabilidad puede atraer la atención hacia la página Web de una compañía, y ayudar a distinguirlo de otros sitios. Una usabilidad mejorada puede ayudar también a diferenciar las aplicaciones software comerciales. Varias empresas (como Compaq, Microsoft o Lotus) han utilizado la usabilidad como parte de sus campañas publicitarias (Wiklund, 1994).
- *Proporciona mejores anuncios en los medios de comunicación:* Nielsen (1993) estudió la cobertura de los problemas de usabilidad en reseñas de la prensa sobre nuevos productos software, y encontró que aproximadamente del 18% al 30% estaban relacionadas con la usabilidad. Estas reseñas incluyen cada vez más la usabilidad como un criterio, y una buena crítica en una publicación de la industria puede valer millones en la publicidad.

Una vez conocidas las ventajas que supone tener en cuenta la usabilidad a la hora de desarrollar un producto software, no es de extrañar que haya tantos investigadores que hayan estudiado acerca de este tema.

2.3. Usabilidad para dispositivos móviles

Una vez analizado el concepto de usabilidad y las ventajas generales que ésta aporta, en este apartado nos centraremos en hacer un estudio específico sobre los trabajos de investigación existentes acerca de la usabilidad para dispositivos móviles.

Para comenzar, es necesario comentar que existe una considerable historia en la investigación sobre la usabilidad para dispositivos móviles, sobre todo en lo que concierne al pequeño tamaño de su pantalla, ya que es una de las características de estos terminales que más se suele destacar como problema de usabilidad (Nah et al., 2005, Gafni, 2009).

Mucho antes de que surgiera la Web y las nociones de acceso a la información de manera móvil, hubo un interés sobre la usabilidad de la información cuando se presentaba en pantallas mucho más pequeñas que las que se encontraban en los ordenadores convencionales de aquella época. En los años 80, y cerca de los 90, se trabajó mucho sobre la

capacidad de lectura y comprensión de la información mostrada en pantallas pequeñas. Este interés fue motivado por el deseo de utilizar pantallas de tamaño reducido en dispositivos como máquinas de escribir, fotocopiadoras y cajeros automáticos (Buchanan et al., 2001).

En este sentido, algunos investigadores (Duchnicky and Kolers, 1983, Dillon et al., 1990) descubrieron que, incluso para pantallas pequeñas en las que solamente cabían unas pocas líneas de texto, la capacidad de los usuarios para leer y entender la información no era afectada negativamente.

En el año 1990 se llevó a cabo una investigación para considerar el impacto de reducir el tamaño de la pantalla de los dispositivos (Swierenga, 1990), y observaron que cuanto más pequeña sea la pantalla, menos opciones se podrán presentar, por lo que los usuarios tendrán que hacer *scroll* a la lista de opciones para ver algunas no mostradas inicialmente. Aunque el rendimiento de los usuarios en términos de tiempo para seleccionar una opción empeoró según disminuía el tamaño de la pantalla, el impacto no fue dramático. Los problemas reales sólo sucedieron cuando la pantalla era tan pequeña que solamente se podía mostrar una única opción a la vez.

En los comienzos de los años 90, muchos innovadores de tecnología comenzaron a producir dispositivos “de mano”³ de información digital. Estas herramientas tenían una pantalla limitada y proporcionaban una amplia variedad de funciones de organización, como la gestión de la agenda, listas de contactos y gestión de gastos (Buchanan et al., 2001).

La investigación de las pantallas en este punto se centró en cuál era la mejor manera de utilizar el área limitada para presentar la funcionalidad creciente de los dispositivos. Así, unos años más tarde, unos investigadores experimentaron con *widgets* transparentes (botones, controles, etc.) que podían ser mostrados encima de la información que ya estaba siendo visualizada por el usuario (Kamba et al., 1996). De esta forma, el espacio importante de la pantalla no se desperdiciaba permanentemente con controles de función.

También cercano a este enfoque, Johnson (1992) habló sobre una herramienta para componer contenidos de información donde se indicaba la importancia de los diferentes elementos. Como el espacio de la pantalla era reducido, el sistema mostraba automáticamente sólo los elementos más importantes. Esta técnica es llamada comúnmente *ellipsis*.

³ En la fuente original (en inglés) el autor lo denomina *handheld*.

Durante los años 90, los teléfonos móviles y las redes fueron conectados para comenzar a ofrecer un rango más amplio de funciones que sólo hacer y recibir llamadas. Los usuarios podían ya entonces desviar llamadas, configurar cuadros de mensajes, cambiar el tono de las llamadas, etc. Para soportar este rango de funcionalidad, la mayor parte de los teléfonos móviles utilizaban (y todavía lo siguen haciendo) un enfoque basado en menús jerárquicos; esto es, un usuario puede ver una serie de opciones en la pequeña pantalla del teléfono, y seleccionar una de ellas. Entonces se presentan una serie de sub-opciones. Esta navegación continúa hasta que el usuario encuentra la función o la información deseada, o hasta que desisten (Buchanan et al., 2001).

En los últimos años han ido proliferando (aparte de los teléfonos móviles) los *smartphones* y los *tablets*, apareciendo más modelos nuevos al mercado cada vez. Tanto los teléfonos móviles, como los *smartphones*, los *tablets*, etc. han aumentado considerablemente sus capacidades gráficas y de almacenamiento, y han ido añadiendo nuevas tecnologías y opciones que hace años no tenían; e incluso cambiando el método de interacción.

2.4. Usabilidad en m-learning

Dentro del ámbito de los dispositivos móviles, y también de vital importancia para esta tesis, está el mobile learning. Son varios los autores que se han interesado por la usabilidad en el mobile learning (también llamado m-learning) pero, ¿qué es el m-learning? Existen varias definiciones al respecto, propuestas por diversos investigadores (Kambourakis et al., 2004, Nyíri, 2002, Parsons and Ryu, 2006, Seong, 2006), pero quizá la más completa es la que propone Moses (2008): “m-learning es una forma de e-learning que implica cualquier aprendizaje con el uso de un dispositivo móvil para producir una experiencia de aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento para atender las necesidades de diferentes alumnos y aumentar su experiencia de aprendizaje formal”.

La utilización de la tecnología para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en la educación superior ha sido testigo de un verdadero auge desde la aparición de la informática y las tecnologías de Internet en la última década. Esta integración de tecnologías ha alterado considerablemente las estrategias instructivas en nuestras instituciones educativas y ha cambiado la forma en la que los profesores enseñan y la manera en la que los alumnos aprenden. Algunos ejemplos notables del uso de las tecnologías en contexto educativo son el aprendizaje multimedia, el aprendizaje basado en web/Internet, el e-learning y, en los últimos años, el aprendizaje móvil (Seong, 2006).

La aparición de dispositivos móviles y el rápido desarrollo de la comunicación inalámbrica ha abierto otro camino alternativo a la institución de educación superior para emplear el aprendizaje móvil como medio para transferir el conocimiento a los alumnos (Triandis, 1994).

La cuestión que se nos plantea ahora es, ¿por qué utilizar los dispositivos móviles para el aprendizaje? Trinder *et al.* (2005) destacaron en un caso de estudio la ventaja de la disponibilidad inmediata de las PDAs (se pueden activar y utilizar inmediatamente sin perder tiempo en arrancarlas, aunque esto también sucede en los *smartphones* y *tablets* actuales), por lo que son ideales en momentos y lugares en los que incluso un portátil no sería útil. También afirmaron que, entre sus alumnos, la capacidad de transmitirse elementos entre PDAs fomentó la colaboración y la comunicación. Algo parecido observaron también Ally (2005), que comenta que el uso de la tecnología móvil en la educación a distancia proporcionaría más flexibilidad a los alumnos; y Seong (2006), que explica que la rápida evolución de la comunicación inalámbrica y la demanda de dispositivos móviles de bajo coste orientan potencialmente a varios investigadores y educadores a pasar del aprendizaje basado en web y el e-learning al aprendizaje móvil, que promete formas más fáciles y cómodas de aprendizaje. Por su parte, Parsons y Ryu (2006) también comentan que una de las características más importantes del aprendizaje móvil es su original interactividad, ya que los alumnos son capaces de interactuar con otros alumnos y tutores a través de distancias físicas, sin importar la ubicación, aportando una experiencia de aprendizaje colaborativa.

Chen *et al.* (2003) afirman que el uso de dispositivos móviles con la tecnología de red inalámbrica hace que los alumnos del aprendizaje mediante dispositivos móviles obtengan comodidad, conveniencia e inmediatez en el aprendizaje en el momento oportuno y que puedan acceder a contenidos de aprendizaje apropiados. Algo parecido comentan Clarke y Flaherty (2003), ya que para ellos el m-learning tiene los beneficios de la movilidad y la plataforma que lo soporta (es decir, los dispositivos móviles), y resumen estas ventajas como ubicuidad, conveniencia, localización y personalización.

Por otra parte, Kukulska-Hulme (2005) estudió las razones que sustentan el uso de la tecnología móvil en la educación, e identificó las tres principales motivaciones como:

- Mejorar el acceso. Esto permite:
 - Mejorar el acceso a la evaluación, a los materiales didácticos y a los recursos de aprendizaje.
 - Aumentar la flexibilidad del aprendizaje para los estudiantes.

- Cumplir con las necesidades educativas especiales y con la legislación sobre discapacidad.
- Explorar las posibilidades de cambios en la enseñanza y aprendizaje. Esto permite:
 - Explorar el potencial para el aprendizaje colaborativo, para la cada vez mayor apreciación de los estudiantes de su propio progreso de aprendizaje, y para la consolidación del aprendizaje.
 - Guiar a los usuarios para ver un tema de manera diferente a como lo habría hecho sin el uso de dispositivos móviles.
 - Identificar las necesidades de los alumnos para un conocimiento “justo a tiempo”⁴.
 - Explorar si el tiempo y las facilidades de gestión de tareas de los dispositivos móviles pueden ayudar a los alumnos a gestionar sus estudios.
 - Reducir las barreras culturales y de comunicación entre el personal y los estudiantes mediante el uso de canales que les gustan a los estudiantes.
 - Querer conocer cómo la tecnología inalámbrica/móvil varía las actitudes, los modelos de estudio y la actividad de comunicación entre los estudiantes.
- La aproximación al marco institucional más amplio u objetivos de negocio. Esto permite:
 - Poner la tecnología inalámbrica, la tecnología móvil y el aprendizaje interactivo a disposición de todos los estudiantes sin incurrir en costosos gastos de hardware.
 - Hacer llegar las comunicaciones, la información y formación a un gran número de personas, con independencia de su localización.
 - Combinar las tecnologías móviles con las infraestructuras e-learning para mejorar la interactividad y conectividad con el alumno.
 - Aprovechar la proliferación actual de los servicios de telefonía móvil y sus múltiples usuarios.

Por otro lado, las perspectivas en el aprendizaje móvil generalmente se dividen en cuatro categorías (Sharples, 2006):

1. Tecnocéntrica: el aprendizaje móvil se ve simplemente como aprendizaje utilizando un dispositivo móvil (como un *smartphone*, un teléfono móvil, un reproductor de música, una videoconsola portátil, etc.).

⁴ En inglés, la autora lo denomina *just-in-time*.

2. Relación con el e-learning: caracteriza el aprendizaje móvil como una extensión del e-learning.
3. Aumentar la educación formal: se ve como un medio para aumentar la educación formal.
4. Centrada en el alumno: cualquier tipo de aprendizaje que sucede cuando el alumno no está en una localización fija y predeterminada o el aprendizaje que tiene lugar cuando el alumno toma ventaja de las oportunidades de aprendizaje ofrecidas por las tecnologías móviles.

Al contrario de lo que pudiera parecer, la utilización de los dispositivos móviles para el aprendizaje no está exento de obstáculos, especialmente referidos a la usabilidad: las interfaces de usuario de los dispositivos móviles suelen ser relativamente simples, pero cada fabricante tiene una interfaz diferente. Los dispositivos también están siendo continuamente cambiados por nuevos modelos, incluso antes de que los usuarios acaben de conocerlos bien: en muchos mercados, los teléfonos móviles tienen un ciclo de vida del producto de 12 meses o menos. Algunos usuarios son capaces de utilizar sus nuevos teléfonos de manera inmediata y por completo (con todas sus funcionalidades), pero para otros la curva de aprendizaje es tan pronunciada que pasan a un nuevo teléfono sin haber aprendido a explotar la funcionalidad del primero (Kukulska-Hulme, 2007).

Las deficiencias de usabilidad de los programas informáticos y las tecnologías actuales han sido señaladas por destacados autores (Cooper, 2004, Nielsen, 2005). Shneiderman (2003) afirmó que el software es habitualmente “difícil de entender”. Sin embargo, también cree que los nuevos métodos de computación pueden producir “software e interfaces de usuario más usables y más fiables que ofrecen un rendimiento mejorado de las experiencias de usuario”.

Las limitaciones de hardware que se superaron durante mucho tiempo en sistemas de escritorio han vuelto porque los dispositivos móviles tienen que recargar su batería con regularidad, se quedan sin memoria y pueden ser poco fiables. Nuevos factores han entrado también en juego: la propia naturaleza de la interacción móvil supone que sea frecuentemente interrumpido, puede ser altamente dependiente del contexto y tener lugar en entornos físicos que pueden estar lejos de ser ideales (Kukulska-Hulme, 2007).

Algunas de estas limitaciones han sido también analizadas por Gafni (2009), que identificó algunos problemas que existen en el m-learning, los cuales vienen heredados por el hecho de llevarse a cabo en los dispositivos móviles:

- Los dispositivos tienen limitaciones técnicas (pequeña memoria, poco tiempo de batería, capacidades limitadas de cálculo y computación).
- Hay mucha variedad de dispositivos, con diferentes características, y la aplicación debe ser adaptable a todos ellos (Brady et al., 2004).
- El uso de los dispositivos es poco cómodo debido a su tamaño: pequeños teclados y pantallas muy pequeñas, con baja resolución.
- Pueden surgir problemas de seguridad cuando se pierde el dispositivo móvil, debido a posibles accesos no autorizados a datos sensibles.

El aprendizaje móvil puede aparecer en distintas variaciones de contexto como localizaciones, entorno, condiciones, ruido o silencio, condiciones atmosféricas, etc. La limitación del tamaño de la pantalla, la presentación de los contenidos móviles y la adaptación de la información a la sensibilidad del contexto y los dispositivos influyen la eficiencia y eficacia cuando se aprende mediante dispositivos móviles (Seong, 2006).

La mayoría de la actividad de aprendizaje móvil sigue teniendo lugar en dispositivos que no fueron diseñados con aplicaciones educativas en mente. Cabe señalar que se ha informado frecuentemente de problemas de usabilidad donde habían sido utilizadas PDAs, lo que sugiere que las PDAs podrían ser objeto de más problemas de usabilidad que en el caso de los teléfonos móviles, por ejemplo. Si este fuera el caso, entonces una posible explicación es que los dispositivos como teléfonos móviles y reproductores mp3 sean más propensos a ser de propiedad personal y, por lo tanto, más familiares para los usuarios (Kukulska-Hulme, 2007).

Por otra parte, existen también problemas en el m-learning que vienen dados por la propia necesidad de conexión del sistema m-learning (Gafni, 2009). Algunos de ellos son:

- Ancho de banda limitado (aunque este problema se minimiza gracias a la evolución de la generación de redes 3G y superiores).
- Estabilidad inconsistente de la conexión y retrasos en las transferencias, que interfieren con la continuidad del aprendizaje.
- Cuando los usuarios operan con el sistema mientras se mueven, el punto de conexión a la red puede cambiar y pueden interferir obstáculos, causando desconexiones temporales, interrupciones o disturbios.
- Varios protocolos y estándares disminuyen el nivel de rendimiento, otros con restricciones geográficas restringen la omnipresencia de uso del sistema.

- Problemas sobre la seguridad, privacidad y confidencialidad (Di Pietro and Mancini, 2003) incluyen riesgos de escuchas y la necesidad de identificación y autenticación del usuario, especialmente cuando se realicen exámenes y cuestionarios o cuando se trate información privada.
- Altos costes de operación, especialmente cuando los usuarios tienen un bajo presupuesto como estudiantes.

Weiss (2003) destacó la “falta general de usabilidad en la mayor parte de los dispositivos móviles”, mientras que la opinión de Nielsen (2003) sobre la usabilidad móvil fue que “los últimos dispositivos móviles... todavía carecen de las principales características de la usabilidad requeridas para un uso general”. Los desarrollos recientes se han caracterizado por una creciente conciencia de los contextos de uso y de cómo pueden evolucionar. El pensamiento actual sugiere que, en el aprendizaje móvil, el diseño centrado en el usuario y la atención a los contextos de uso darán lugar a una mejor usabilidad del aprendizaje móvil. Como son muchos los factores que influyen en la usabilidad de los dispositivos móviles en la educación, todavía no está claro si estos enfoques centrados en el usuario y sensibles al contexto son los medios necesarios y suficientes para asegurar un alto grado de usabilidad en el aprendizaje móvil (Kukulska-Hulme, 2007). Las personas que están involucradas en el diseño de dispositivos móviles han observado que “las nuevas soluciones se utilizan de formas que ni siquiera se les ocurrieron a sus creadores” (Lindholm and Keinonen, 2003); es decir, no se puede predecir lo que harán los usuarios y, si bien este no es un fenómeno nuevo, la naturaleza altamente personal y portable de los dispositivos móviles hace que esto sea aún más probable que ocurra.

Para intentar solventar (o al menos, minimizar) los problemas que se han mencionado anteriormente, es importante que (Gafni, 2009):

- Los desarrolladores técnicos sean conscientes de los diferentes tipos de dispositivos que serán utilizados (es decir, tener en cuenta el tamaño de la memoria, el tamaño de la pantalla y otros atributos).
- Las aplicaciones sean “conscientes” de las restricciones de memoria, así como de los bajos recursos de procesamiento y optimizar su utilización.
- Los desarrolladores de contenidos sean conscientes de las restricciones de tamaño y de la facilidad de uso; es decir, deberían minimizar la introducción de información, poner opciones por defecto, utilizar información de localización cuando sea posible en lugar de entradas del usuario, escribir los mensajes de salida de manera concisa y

adaptar el contenido de la aplicación al tamaño de la pantalla. Muchas de estas recomendaciones están incluidas en algunos estándares y normas que se tratarán más adelante.

Rekkedal (2002) sugirió que los estudiantes que utilizan dispositivos móviles para su aprendizaje necesitan ser capaces de llevar a cabo tareas como estudiar los materiales del curso, tomar notas, hacer trabajos escritos, acceder a foros, enviar y recibir e-mails y comunicarse con un tutor. Sin embargo, los enfoques de usabilidad convencionales tienden a limitarse a los parámetros relacionados con el tiempo necesario para completar una tarea, esfuerzo, rendimiento, flexibilidad y la actitud del usuario. Syvänen y Nokelainen (2005) trataron de ir más allá mediante la combinación de criterios técnicos de usabilidad (como la accesibilidad, la consistencia y la fiabilidad) con los componentes de utilidad pedagógica (como el control del alumno, la actividad de aprendizaje, la motivación y la retroalimentación). Kukulska-Hulme y Shield (2004) argumentaron también que la usabilidad debe entenderse de forma diferente cuando se está evaluando en el contexto de la enseñanza y el aprendizaje. Existen aspectos específicos que pueden ser difíciles de cuantificar y de medir, pero eso no significa que sean menos importantes. Nielsen (2001) también apoyó esta visión, señalando que, si bien las normas generales de usabilidad se aplican por igual al e-learning, existen consideraciones adicionales como, por ejemplo, la necesidad de mantener el contenido reciente en la mente de los alumnos para que no se olviden de las cosas mientras intentan dar cabida a nuevos conceptos.

Otro enfoque para mejorar la usabilidad es hacer la interfaz de usuario o contenido adaptable al o por el usuario. Jäppinen *et al.* (2005) han escrito sobre los pros y los contras de la adaptabilidad en el contexto del aprendizaje móvil: un sistema que el usuario puede modelar y regular automáticamente, y del cual puede organizar su funcionamiento es muy atractiva, pero al mismo tiempo puede hacer el sistema menos controlable y predecible para el usuario.

Por otro lado, varios investigadores de la Interacción Persona-Ordenador reconocen que para construir sistemas con una buena usabilidad es importante comprender los factores psicológicos, ergonómicos, organizativos y sociales que determinan cómo se comporta la gente (Kukulska-Hulme, 2007). Esto es de vital importancia cuando se trata de sistemas de aprendizaje electrónico como, por ejemplo, el e-learning o el m-learning.

En esta área, Moses (2008) explica diferentes teorías de aprendizaje, que tratan las diversas maneras en las que la gente aprende. Algunas de ellas son:

- Conductismo: aprender a través de ejemplos frecuentes, interacciones y prácticas.
- Cognitivismo: aprovechar el proceso de trabajo de la mente para mejorar el proceso de aprendizaje.
- Constructivismo: aprender a través de experimentos y competencias para resolver problemas.
- Teoría del aprendizaje de Vygotsky: pone de relieve que el aprendizaje es social y que incluye discutir, reflexionar y expresar a los demás.

Estas teorías de aprendizaje podrían tenerse en cuenta para poder aplicar una buena usabilidad a la hora de construir sistemas m-learning y sus contenidos.

Por último, se explican las 10 reglas que propuso Seong (2006) (lo que él llama “reglas de oro”) para el diseño de portales de aprendizaje móvil, y que tratan de conseguir un diseño de alta eficacia, agradable para el usuario y una interfaz usable de móvil para soportar el dinamismo de los dispositivos móviles:

1. El usuario/alumno. Los estilos cognitivos de los alumnos, la motivación y las habilidades en el uso de la tecnología móvil influyen en el éxito o el fracaso de los portales de aprendizaje móvil usables, lo que aparentemente afecta a su rendimiento académico. Se debe prestar especial atención al examen de las características de los usuarios, tales como la edad, la nacionalidad (idiomas utilizados), el grado de familiarización con los dispositivos móviles, y a las necesidades especiales o discapacidades físicas.
2. Interacción persona-móvil. Comprende lo siguiente:
 - a. La integración de la tecnología móvil debería considerar las características y la adecuación de la tecnología móvil inalámbrica, como el peso, el tamaño de la pantalla, su resolución, el ancho de banda, la memoria y la capacidad de procesamiento, la disponibilidad de entrada y la flexibilidad móvil. Debe tenerse en cuenta el análisis de la construcción y el establecimiento de la red inalámbrica en el entorno exterior. Además, las funcionalidades de los portales de aprendizaje, la interfaz y el protocolo empleado deben ser compatibles con el dispositivo móvil, con la intención de mejorar la satisfacción de los usuarios.
 - b. La localización y la información diseñada sensible al contexto permiten a los usuarios interactuar de manera inteligente con el conocimiento de los mismos sobre su entorno. La interacción ocurre cuando la sensibilidad al contexto se extrae, se interpreta y se utiliza la información del contexto y se adapta su

funcionalidad al contexto actual y al lugar de uso (Wang, 2004, Gang and Zongkai, 2005). Debería prestarse especial atención a la sensibilidad del contexto en la representación de los contenidos de aprendizaje para el aprendizaje móvil (Korkea-Aho, 2000). Además, los contenidos de aprendizaje deben ser adaptables e independientes de los distintos modos de interacción.

- c. Las características de la personalización significan creatividad y flexibilidad en la navegación de los portales. La personalización tiene la intención de servir y coincidir con las preferencias individuales de los alumnos.
3. Mapeo entre los portales de aprendizaje móvil y el mundo real. El lenguaje de la interacción entre los alumnos y los portales móviles deberían ser en términos de palabras, frases y conceptos familiares para los alumnos, para visualizar la representación abstracta y la comprensión física, en lugar de la información orientada al sistema. El diálogo orientado al usuario tendrá como objetivo alcanzar un buen mapeo entre la visualización en dispositivos móviles de la información y el modelo conceptual de los usuarios de la información. Algunos estudios relevantes de posibles mapeos son los de Wozny (1989) y Card y Henderson Jr (1987).
4. Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de errores. Los fallos de funcionamiento de los portales de aprendizaje deben ser expresados en un lenguaje claro y llano, y evitar la “oscuridad” de los códigos de programación. Los mensajes de error deben indicar con precisión los problemas y sugerir una solución constructiva para la recuperación. Esto ayudaría a los estudiantes que utilizan dispositivos móviles a entender mejor los portales de aprendizaje, tal y como sugieren Nielsen (1993) y Frese *et al.* (1991).
5. Visibilidad del estado. Los portales de aprendizaje deberían informar permanentemente a los alumnos acerca de lo que se está haciendo, a través de una retroalimentación apropiada en un tiempo razonable. Una indicación suficiente explica la situación y disminuye la preocupación y frustración de los alumnos (Nielsen, 1993).
6. Minimizar la carga cognitiva humana. Miller (1956) y Cowan (2001) especularon que hay un límite en nuestra capacidad de procesamiento de información, especialmente con la información que se carga en la memoria a corto plazo. No debería descuidarse una evaluación completa del modelo de procesamiento humano adecuado. Por lo tanto, la estructura de los contenidos de aprendizaje deben estar en trozos pequeños y homogéneos de información, y encajar bien dentro de una única pantalla (Simon, 1974, Hartson and Hix, 1989). Examinar el modelo de procesamiento humano proporciona valores numéricos para los parámetros como la capacidad y el tiempo

para determinar el rendimiento humano cuando se interactúa con interfaces (Card et al., 1983). Por lo tanto, las interfaces basadas en el reconocimiento son mucho más fáciles, ya que están basadas en la visualización.

7. La pequeña pantalla. El tamaño de la pantalla de un teléfono móvil lleva a un problema de mostrar y organizar de manera eficiente la mayor información posible en una pantalla pequeña (Repokari et al., 2002). Esta limitación ha evolucionado de forma significativa y ha desarrollado otras limitaciones en el diseño de una interfaz móvil usable. Según Kärkkäinen y Laarni (2002), una pequeña pantalla con líneas cortas frena la velocidad de lectura mediante la interrupción de la pauta normal de los movimientos oculares y afecta indirectamente a la interacción humana. El número de líneas es una variable importante que puede afectar a la velocidad de lectura, especialmente el texto que se muestra en pantallas pequeñas. Además, Buchanan *et al.* (2001) comentan que mucha paginación en una pantalla aumenta la complejidad de la interacción. Las páginas largas deben ser segmentadas en pequeños trozos y proporcionar un mecanismo eficaz para ver y saltar a la página deseada cuando los usuarios inician una acción o hagan clic en él (Seong and Chee, 2006). Sobre este tema existen algunas directrices de usabilidad ya establecidas en algunos estándares, tal y como se verá más adelante. La amplitud del desplazamiento y el número de clics deben estar bien pensados. La altura y el ancho del área de presentación no debe exceder el tamaño de la pantalla.
8. No sobrecargar⁵. La información extraña no sólo crea confusión a los alumnos principiantes del aprendizaje móvil, sino que también ralentiza a los alumnos expertos (Springer, 1987). En consecuencia, la regla “menos es más” es esencialmente práctica cuando se aplica a pantallas limitadas, como es el caso de los teléfonos móviles. La capacidad limitada de la pantalla ha restringido no sólo la información relevante que se mostrará en una pantalla, sino que también hace que la relevancia de la información deba ser tomada como una preocupación importante. La información más relevante se coloca en la esquina superior derecha para facilitar la legibilidad. Los espacios vacíos y los espacios en blanco deben ser diseñados con gran cuidado para no inducir a error y confusión. Sobre esto también existen algunas directrices enunciadas, tal y como se verá más adelante.
9. Navegación. La selección de estructuras de navegación apropiadas determina el éxito y el fracaso de la información presentada y utilizada en una pantalla pequeña (Seong

⁵ La directriz original en inglés es denominada “Do not overuse” por el autor.

and Chee, 2006). La consistencia en la navegación de una pantalla a otra mantiene el ritmo de los alumnos y simula el interés de aprendizaje. Buchanan *et al.* (2001) sugirieron reducir la navegación de la página utilizando jerarquías simples como los menús existentes en los teléfonos, con los que los usuarios están ya a gusto, disminuir el número de pulsaciones de teclado de los usuarios para simplificar la navegación y también reemplazar la entrada de texto por una lista de selección. Algunas de estas consideraciones también se encuentran enunciadas en las directrices de usabilidad de varios estándares, tal y como se verá posteriormente.

10. Coherencia. La coherencia es uno de los principios de usabilidad más fundamentales en el diseño de interfaces (Nielsen, 1993). La pantalla limitada ha puesto de relieve la importancia de la coherencia en un contexto móvil. La coherencia cubre el diseño de interfaz, las tareas y la estructura de la funcionalidad de un sistema (Kellogg, 1987). Así, la información y las acciones similares deberían estar ubicadas en el mismo lugar para asegurar la coherencia y la facilidad de reconocimiento. Esta coherencia debería mantenerse para todas las funciones de los portales de aprendizaje, dentro de la misma y/o diferente plataforma.

2.5. Cómo medir la usabilidad

Una vez tratados los temas de la usabilidad en general y la usabilidad aplicada a dispositivos móviles y al m-learning en particular, conviene adentrarse en el estudio de cómo se puede medir la usabilidad. Esto es necesario porque siempre que se vayan a realizar experimentos habrá que disponer de alguna forma para medir la usabilidad, ya que de otra manera no se podrá evaluar ni concluir si una interfaz es más usable que otra.

Para empezar, Nielsen (1993) explica que la usabilidad de un sistema se compone de cinco atributos:

- a) La facilidad de aprendizaje (lo que en inglés se conoce como *learnability*): los sistemas usables deben ser fáciles de aprender.
- b) La eficiencia (*efficiency*): los sistemas usables deben ser eficientes de utilizar.
- c) La capacidad para recordar (característica conocida como *memorability*): los sistemas usables deben ser fáciles de recordar.
- d) Los errores (*errors*): los sistemas usables no deben ser propensos a errores.
- e) La satisfacción (*subjective satisfaction*, en inglés): los sistemas usables deben ser satisfactorios de utilizar para el usuario.

Estos factores son fáciles de entender pero difíciles de cuantificar, por lo que es necesario concretar una manera de medirlos para poder evaluar la usabilidad de un sistema. Son varios autores los que se han dedicado a investigar las posibles formas de medir la usabilidad, por lo que a continuación se expondrán algunas de las ideas que se han propuesto, tanto para la usabilidad general, como para el e-learning en particular.

2.5.1. Métricas de usabilidad generales

Ryan y Gonsalves (2005) llevaron a cabo un estudio empírico para medir el efecto del contexto de localización y el tipo de aplicación, y para medir la usabilidad tuvieron en cuenta las siguientes medidas:

- **Objetivas:** rendimiento y número de errores.
- **Subjetivas:** satisfacción del usuario, facilidad de aprendizaje, eficiencia, facilidad de uso y conocimiento del contexto.

Por su parte, Coursaris y Kim (2006) analizaron 45 estudios empíricos de usabilidad móvil. A partir de estos artículos obtuvieron una lista de las métricas que se habían utilizado para medir la usabilidad: errores, eficiencia, eficacia, actitud, capacidad para aprender, satisfacción, accesibilidad, operatividad, capacidad para recordar, aceptabilidad y flexibilidad. Analizando los conceptos de la bibliografía vieron que se podían unir los conceptos de *errores* con *efectividad* y *actitud* con *satisfacción*, por lo que las medidas se redujeron de las 11 iniciales a 9. Teniendo en cuenta el número de apariciones de cada una de estas medidas en los distintos estudios se observó que las principales medidas de usabilidad (es decir, las más utilizadas) fueron:

- **Eficiencia:** grado en el que el producto permite a las tareas ser llevadas a cabo de una manera rápida, efectiva y económica, o por el contrario está obstaculizando el rendimiento.
- **Eficacia:** precisión y exhaustividad con la que determinados usuarios alcanzaron unos objetivos especificados en un entorno particular.
- **Satisfacción:** grado en el que un producto da satisfacción al usuario.

Por su parte, la norma ISO/IEC 9241-11 (ISO, 1998a) también refleja (en la definición del término *usabilidad*) estas tres dimensiones, lo que refuerza que las características anteriores puedan ser una buena medida de usabilidad.

2.5.2. Métricas de usabilidad para el aprendizaje electrónico

Una manera de medir la usabilidad de sistemas m-learning sería mediante las métricas que propone Gafni (2009), aunque en este caso son para sistemas basados en PDA:

- *Tiempo de respuesta para obtener la información de caché:* mide el tiempo de respuesta para obtener la información almacenada en la memoria del dispositivo. La eficacia será mayor cuanto menor sea el tiempo de respuesta.
- *Limpieza de la memoria del dispositivo tras la transacción:* mide el grado de la limpieza de la memoria tras completar una tarea. Los pocos recursos de memoria de los que disponen los dispositivos tienen que ser manejados cuidadosamente. La “basura” que exista después de completar una tarea puede disminuir cualquier actuación de trabajo posterior porque la memoria libre disponible es menor.
- *Carga de la pantalla:* mide el grado de carga de las pantallas. Debido al tamaño de la pantalla, la comprensión es menor cuando la pantalla está sobrecargada.
- *Concisión de los mensajes:* mide la concisión de los mensajes de error y operacionales. Esto ahorra espacio en la memoria y los mensajes son fáciles de leer en la pantalla.
- *Facilidad de entrada:* mide el ratio de facilidad de llenado de los campos de entrada, como la utilización de valores por defecto, la lista de valores o los campos auto-completables.
- *Facilidad de salida:* mide la adecuación entre la longitud de las salidas y el tamaño de la pantalla del dispositivo.
- *Facilidad de uso – muestra por tarea:* mide el número de pantallas que participan en una tarea. La eficacia y la usabilidad son mayores cuanto más fácil es operar con el sistema.
- *Proteger los mensajes y la información en el dispositivo:* mide el grado de utilización de mecanismos de seguridad, como la identificación, autorización y confidencialidad.
- *Utilización de perfil de usuario:* calcula en qué medida el sistema se basa en el perfil de usuario para ajustar las entradas y salidas al usuario y al dispositivo.
- *Éxito en la instalación:* mide el grado de éxito de la instalación en diferentes dispositivos previstos.
- *Facilidad de instalación:* mide el tiempo de la duración y la facilidad de la instalación.

También para el aprendizaje electrónico, Wilson *et al.* (2002) propusieron unas ciertas características de la tecnología que ayudan a determinar su aceptación y que podrían ser interpretadas como medidas de calidad, ya que al fin y al cabo es lo que aporta la usabilidad. Estas características son:

- *Simplicidad* (o por el contrario, complejidad): es decir, ¿es fácil de entender, mantener y utilizar? ¿es fácil de explicar a los demás?
- *Trivialidad*: ¿puede ser probado por un tiempo limitado? ¿la decisión adoptada puede revertirse?
- *Observabilidad*: ¿los resultados son visibles para otros, de manera que puedan ver cómo funciona y observar las consecuencias?
- *Ventaja relativa*: ¿está mejor vista que la que la sustituye? ¿es más económica, más prestigiosa socialmente, más conveniente o más satisfactoria?
- *Compatibilidad*: ¿es consistente con los valores, las experiencias pasadas y las necesidades de los potenciales objetivos?
- *Soporte*: ¿hay suficiente soporte para hacer esto? ¿hay suficiente tiempo, energía, dinero y recursos para asegurar el éxito del proyecto? ¿hay también soporte administrativo y político para el proyecto?

Para terminar, Latham (1988) enumera algunas características comunes que son tomadas como indicadores de baja calidad (y que, aunque a la inversa, pueden servir también para conocer la calidad): desilusión de los profesionales debido a las dificultades imprevistas, pérdida de seguidores, falta de formación o de financiación, falta de apoyo a la gestión, falta de contabilidad y una actitud de “lo tomas o lo dejas” de parte de los promotores del programa.

2.6. Estudios empíricos de usabilidad

Como ya se ha mencionado anteriormente, existe una gran cantidad de investigaciones sobre la usabilidad, y muchas de ellas constan de estudios empíricos, es decir, de pruebas de usabilidad que se han llevado a cabo con usuarios para demostrar o rebatir unas hipótesis propuestas, obteniendo a partir de ellos unos resultados que servirán para futuras investigaciones sobre el tema. Normalmente estos estudios se llevan a cabo en un momento determinado, pero según Kukulska-Hulme (2007), a la hora de tratar cuestiones de usabilidad se debería realizar un seguimiento durante un período de tiempo más largo, desde el inicio del uso hasta un estado de relativa experiencia con la tecnología.

A continuación se exponen algunos temas sobre los que se han realizado varios estudios empíricos acerca de la usabilidad para dispositivos móviles, gracias a los cuales se obtuvo información importante que sirvió como referencia para la experimentación que se llevó a cabo y que se explicará posteriormente.

2.6.1. El efecto del tipo de aplicación y el contexto de localización

Ryan y Gonsalves (2005) llevaron a cabo un estudio empírico con cuatro configuraciones diferentes, es decir, una misma aplicación implementada de maneras diferentes (las aplicaciones web y las basadas en dispositivo se hicieron lo más parecidas posible): web para PC, web para móviles, para PC basada en dispositivo y para móvil basada en dispositivo.

Antes de nada, hicieron una reflexión sobre las ventajas y desventajas de las aplicaciones web para móviles:

- Ventajas: fácil desarrollo e integración simple con aplicaciones web existentes, desarrollo y mantenimiento centralizado, y bajos requisitos del dispositivo de usuario.
- Desventajas: requisito de conexión constante a Internet, lagunas en la seguridad si se utiliza el protocolo de transporte WAP, navegación incómoda y funcionalidad limitada en la parte del cliente.

Y a continuación enumeraron las ventajas y desventajas de las aplicaciones móviles basadas en dispositivo:

- Ventajas: proporcionan sofisticados estilos de interacción (comparados con el modelo de navegación simple de las aplicaciones web), ofrecen una experiencia más inmediata (no están obligadas a ciclos de petición/respuesta como en las aplicaciones web) y pueden ser utilizadas de forma offline.
- Desventajas: necesitan dispositivos más sofisticados, el desarrollo y el despliegue son más costosos, necesitan configuración adicional por parte del usuario, y tienen problemas con las incompatibilidades en el cliente.

El objetivo del estudio era medir el efecto del contexto de la localización y el tipo de aplicación. Para ello, se fijaron unos atributos para medir la usabilidad (objetivos: rendimiento y número de errores; subjetivos: facilidad de aprendizaje, eficiencia, facilidad de uso y conocimiento del contexto), y probaron la aplicación con un participante cada vez, en un entorno cerrado, con el mínimo ruido posible de fondo. Los usuarios de la prueba eran de

Melbourne (Australia). Cada uno relleno previamente un cuestionario sobre su perfil, y se escogieron solamente los que tenían una experiencia mínima utilizando *smartphones* y/o aplicaciones móviles, por lo que finalmente quedaron 12 usuarios.

Para llevar a cabo el experimento, primero se informó a los participantes de que iban a ser grabados en vídeo, e hicieron un pre-entrenamiento. Luego se les dio una lista de tareas a realizar en cada aplicación, en orden aleatorio. Durante la prueba tenían que pensar en voz alta, de manera que en todo momento se supieran sus opiniones y lo que estaban pensando. Si se atascaban, tenían orden de pasar a la siguiente tarea.

Cuando terminaron, los participantes rellenan un cuestionario post-prueba. Las medidas objetivas se tomaron a través de la instrumentación de la aplicación, y las subjetivas derivaron de una escala del 1 al 5 de los cuestionarios posteriores a la prueba.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

- Ningún usuario cometió más de un error en ninguna aplicación.
- En cuanto a la satisfacción del usuario (con las medidas de usabilidad subjetivas), hubo una ligera tendencia a favor de las aplicaciones móviles basadas en dispositivo.
- Hubo una baja tasa de errores en los cuatro niveles del tipo de aplicación.
- Las aplicaciones basadas en dispositivo tienen ventaja con respecto a las aplicaciones web, en cuanto al uso del ancho de banda, una vez que han sido descargadas e instaladas. La diferencia entre las aplicaciones web y las basadas en dispositivo para PC no es tan evidente, ya que se ejecutan con una conexión de banda ancha.
- El rendimiento de las aplicaciones web de PC fue mayor que en la versión basada en dispositivos para PC. Esto puede ser debido a la familiaridad de los usuarios con la interfaz del navegador web.

2.6.2. ¿Pruebas en el campo o en el laboratorio?

Un estudio (Kjeldskov and Graham, 2003) reveló que la mayor parte (el 71%) de las evaluaciones en dispositivos móviles se realizan en el laboratorio, pero, ¿es necesario hacer las pruebas de usabilidad en el campo, o es suficiente con realizarlas en el laboratorio?

Esta pregunta es clásica en la metodología de investigación. En la Interacción Persona-Ordenador, y en la evaluación de la usabilidad en particular, éste ha sido un tema controvertido durante años. La llegada de los dispositivos móviles ha revivido este tema, y

están empezando a aparecer estudios empíricos que comparan evaluaciones de ambas técnicas, pero proporcionan resultados muy diferentes (Nielsen et al., 2006).

Un ejemplo de ello es el que realizaron Kallio y Kaikkonen (2005), que llevaron a cabo un estudio en el campo y otro en el laboratorio para compararlos. Todos los elementos eran iguales en ambos estudios (las tareas, el método de pensar en voz alta, etc.). Los entornos de prueba fueron realistas: el laboratorio era del tipo donde los profesionales de la usabilidad suelen llevar a cabo sus pruebas con un bajo presupuesto, y el campo era un entorno donde los usuarios utilizan habitualmente aplicaciones móviles.

La experiencia con los teléfonos móviles era parecida en los usuarios de ambos grupos de prueba (laboratorio y campo). Estos usuarios tenían entre 22 y 35 años y, por razones prácticas, todos los usuarios vivían en el área de Helsinki. Participó el mismo número de hombres que de mujeres, y todos los usuarios habían utilizado teléfonos móviles durante más de cinco años y tenían alguna experiencia utilizando WAP.

En las pruebas de laboratorio no hubo interrupciones externas, ruidos ni variaciones de luz. Las sesiones de prueba se grabaron con tres cámaras y un micrófono. Las cámaras grabaron la pantalla y el teclado del móvil, la cara del usuario y una imagen general del usuario. Las pruebas de campo se hicieron en Helsinki. Los usuarios podían caminar, quedarse quietos, sentarse o lo que harían normalmente mientras realizaban las diez tareas que se les propusieron. Los usuarios tenían que coger el metro y encontrarse con un amigo en un centro comercial mientras realizaban dichas tareas, tenían que cruzar una calle muy transitada, subir escaleras llenas de gente, viajar en metro y caminar por un gran centro comercial.

Tras analizar los resultados, las conclusiones que se obtuvieron fueron las siguientes:

- No hubo diferencia entre el número de problemas encontrados en el laboratorio y en el campo, y la mayoría de los problemas del campo parecían estar relacionados con la comprensión de la lógica de la aplicación.
- No hubo diferencias en la severidad de los problemas entre el laboratorio y el campo.
- Las tareas no tardaban más en realizarse en el campo que en el laboratorio. Sin embargo, el tiempo total para la prueba sí fue mayor en el campo (el doble) que en el laboratorio.
- Las interrupciones parciales en el campo no parecieron afectar mucho al rendimiento.
- Las pruebas de laboratorio parecían ofrecer información suficiente para mejorar la interfaz de usuario y la interacción del sistema.

- Cuando se prueba una interfaz de usuario de una aplicación móvil, la prueba de campo puede no ser lo mejor, sobre todo debido a que requiere más tiempo que la prueba de laboratorio.
- En las pruebas de campo hay que hacer una pre-prueba para comprobar que todo funciona correctamente antes de comenzar la prueba propiamente dicha.
- Cuando se prueba en el campo, hay que estar preparado porque puede haber interrupciones y eventos inesperados.

Por todo lo anterior, Kallio y Kaikkonen (2005) indican que no es necesario llevar a cabo las pruebas de usabilidad en el campo a menos que se desee investigar el comportamiento del usuario en un contexto natural. Cuando se están probando interfaces de usuario con la intención de buscar defectos para mejorar la interacción del usuario es mejor realizar las pruebas en un laboratorio.

Algo parecido comenta otro estudio (Roto et al., 2004), ya que según sus autores el método de prueba en el campo es adecuado para situaciones en las que se prueba, además de la interacción con el sistema, el comportamiento del usuario y el entorno. Sin embargo, la confidencialidad de la aplicación o el dispositivo en la industria hace que a menudo se elijan las pruebas de laboratorio, sobre todo en el comienzo del ciclo de desarrollo.

Por el contrario, Nielsen *et al.* (2006) piensan que vale la pena hacer las evaluaciones de usabilidad en el campo, a pesar de ser más complejo y llevar más tiempo, ya que en el estudio que llevaron a cabo la evaluación fue más exitosa, puesto que se identificaron más problemas de usabilidad en el campo que en el laboratorio. Comentan que su resultado es contradictorio a otros estudios, pero dicen que puede ser porque ellos intentaron hacer el estudio lo más similar posible en ambos entornos, por lo que tuvieron que grabar a los usuarios en el campo, lo cual hace que sea menos real la situación.

2.7. Directrices y recomendaciones de usabilidad

Recuérdese que el objetivo principal del presente trabajo es proponer una serie de directrices de usabilidad aplicadas a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. Llegados a este punto, se hace necesario realizar una revisión sobre las diferentes directrices y recomendaciones de usabilidad existentes. Es importante destacar que algunas de estas directrices no son de ámbito móvil sino que fueron diseñadas para un ámbito general y enfocadas para páginas web (ISO, 2008a, DHHS, 2008), y por el contrario algunas de las

recomendaciones que se muestran a continuación sí que ya fueron establecidas como directrices de usabilidad aplicables a páginas web para dispositivos móviles (Budiou and Nielsen, 2011, W3C, 2008a).

Existen además una serie de recomendaciones de buenas prácticas, muchas de ellas en la propia web y otras como normas internacionales, que aunque no estén dedicadas explícitamente a las interfaces de usuario web, proporcionan directrices útiles sobre la usabilidad y el diseño de interfaces de usuario. Por ejemplo, las normas ISO 9241-11 hasta ISO 9241-17 (ISO, 1998a, ISO, 1998b, ISO, 1998c, ISO, 1997a, ISO, 1997b, ISO, 1999a, ISO, 1998d) e ISO 9241-110 (ISO, 2006) establecen directrices sobre ergonomía en el diseño de interfaces de usuario de software en general; la norma ISO 13407 (ISO, 1999b) trata sobre cómo lograr la usabilidad mediante la incorporación de actividades de diseño centrado en el usuario a lo largo del ciclo de vida de los sistemas interactivos basados en ordenador; y la serie de normas ISO 14915 (ISO, 2002a, ISO, 2003, ISO, 2002b) sobre el diseño de elementos multimedia e hipermedia de las interfaces de usuario. No obstante, este tipo de normas no se revisarán en este apartado, ya que esta tesis se centra únicamente en aquellas directrices dirigidas a interfaces web, ya sean para PC o para dispositivos móviles.

Así mismo, existen diferentes recomendaciones y/o estándares de directrices aplicados a la accesibilidad. Como ya se mencionó anteriormente, este concepto está relacionado con el de *usabilidad*. Por lo tanto, también se revisarán algunas de estas directrices dedicadas al ámbito Web, como las propuestas en el WCAG 2.0 (W3C, 2008b). Existe también una norma, la ISO 9241-171 (ISO, 2008b), titulada “Guidance on Software Accessibility”, que contiene directrices sobre accesibilidad más generales, es decir, para software que no sea necesariamente basado en web. Por este motivo, esta norma no se revisará en los siguientes apartados ya que, como se dijo anteriormente, esta tesis se centra únicamente en las directrices dirigidas a interfaces web.

2.7.1. Norma ISO 9241-151

El estándar ISO 9241 (“Ergonomics of human-system interaction”) cubre todos los aspectos de ergonomía en la interacción entre humanos y sistemas, y concretamente su parte 151 (ISO, 2008a), titulada “Guidance on World Wide Web user interfaces”, se centra en establecer una serie de guías (directrices) de usabilidad para las interfaces Web.

La ISO 9241-151 consta de diez capítulos, de los cuales los cinco primeros explican el objetivo del estándar, algunas referencias a normas relacionadas, los términos y definiciones

utilizados a lo largo del documento, el ámbito de aplicación y el modelo de referencia para el diseño centrado en el usuario de las interfaces web.

El sexto capítulo contiene algunas directrices sobre decisiones de diseño de alto nivel y sobre la estrategia del diseño. Estas directrices no se refieren específicamente a las interfaces web, sino que más bien son aspectos que se deberían tener en cuenta en fases de análisis y diseño del sitio o de la aplicación web que se vaya a desarrollar. Por ejemplo, en este apartado se encuentran las directrices para determinar el propósito de la aplicación web y analizar los grupos de usuarios destino.

Los capítulos más importantes de la ISO 9241-151 (en cuanto a lo que a esta tesis se refiere) son el 7 (“Diseño de contenidos”), el 8 (“Navegación y búsqueda”), el 9 (“Presentación del contenido”) y el 10 (“Aspectos generales de diseño”), ya que son los que contienen directrices aplicables directamente a las interfaces web. A continuación se resume brevemente el contenido de cada uno de estos capítulos.

El apartado 7 muestra un conjunto de directrices generales enfocadas al diseño de los contenidos de una página web. Algunas directrices de este apartado hacen referencia a los objetos multimedia, a permitir que la web tenga métodos de *feedback* del usuario, etc.

El capítulo 8 se centra en proponer directrices aplicadas al movimiento que realiza un usuario en una página web (navegación) y a la búsqueda de contenidos dentro de esta. Entre estas directrices destacan algunas como las de mostrar al usuario dónde se encuentra en todo momento o evitar abrir ventanas innecesarias para el usuario (pop-ups).

El apartado 9 propone un conjunto de directrices enfocadas a la presentación de los contenidos en la web de forma usable. Es el apartado que más puramente se refiere a los elementos de la interfaz web. Algunas de las directrices que contiene se refieren al nivel de *scroll* que debe tener la página, al uso de colores y *frames*, etc.

Por último, el capítulo 10 muestra una serie de directrices generales sobre el diseño de la web. Son directrices que no podrían ser categorizadas dentro de alguno de los capítulos anteriores como, por ejemplo, mostrar mensajes de error que sean claros para el usuario, proporcionar tiempos de descarga razonables, etc.

2.7.2. HHS Guidelines

El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) del Gobierno de Estados Unidos creó una serie de directrices de usabilidad y de diseño Web (DHHS, 2008), las cuales se

obtuvieron a través de un extenso proceso de investigación y revisión. Estas directrices se recogen en un libro de dieciocho capítulos, los cuales se resumen a continuación.

1. Proceso de diseño y evaluación. Está relacionado con las consideraciones que deberían tenerse en cuenta cuando se diseña una página web. En este capítulo se incluyen algunas directrices que se deben aplicar en la fase de creación de la página web, como por ejemplo: establecer los requisitos de los usuarios, considerar diferentes interfaces de usuario, establecer objetivos claros y concisos de la página web, determinar un conjunto correcto y exhaustivo de requisitos del usuario, asegurar que la página web satisface las expectativas de los usuarios, establecer los objetivos de usabilidad, y proveer contenido útil.

2. Optimizar la experiencia de usuario. Las páginas web deberían ser diseñadas para facilitar y fomentar la eficiencia y eficacia de las interacciones persona-ordenador. Para realizar esto, los diseñadores deberían intentar reducir la carga de trabajo del usuario utilizando la ventaja de las capacidades de los ordenadores, y los usuarios harán un mejor uso de la página web cuando la información se muestra en un formato usable y la organización del contenido es altamente intuitiva. Además, los usuarios se benefician de la secuencia de tareas que son consistentes con cómo realizan ellos su trabajo habitualmente, que no requiere recordar información durante un período largo de tiempo, que la terminología es comprensible y que no se les sobrecarga de información. Todo lo expuesto anteriormente, son sólo algunas de las directrices que se muestran en este capítulo.

3. Accesibilidad. Las páginas web deberían ser diseñadas para que todo el mundo, incluyendo aquellos usuarios que pudieran tener algunas dificultades de visión, audición, o cualquier otro tipo de discapacidad, puedan utilizarlas. Generalmente, esto significa asegurar que las páginas web facilitan el uso de tecnologías de asistencia comunes. Este capítulo contiene todas las directrices de accesibilidad de la Sección 508⁶ de los Estándares Federales de Accesibilidad (excepto las directrices 2:7 y 9:6), las cuales deben cumplir todas las páginas web del Gobierno Federal de Estados Unidos. Algunas de estas directrices son las siguientes: proporcionar un texto equivalente para los elementos no textuales, asegurar que los scripts son accesibles, permitir a los usuarios saltarse enlaces de navegación repetitivos, asegurar que los *plugins* y *applets* cumplen los requisitos de accesibilidad y sincronizar todos los elementos multimedia.

4. Hardware y software: Los diseñadores deben considerar las necesidades de los usuarios, así como cualquier restricción que se les imponga por su hardware, software o velocidad de conexión a Internet. Algunos ejemplos son conexión por módem, monitores con

⁶ Opening Doors to IT, <https://www.section508.gov/>

baja resolución o diferentes sistemas operativos. Aunque diseñar para todos los usuarios es imposible debido a que depende de la disponibilidad de tiempo, dinero y recursos, los diseñadores deben identificar cuál es el hardware y software utilizado por la audiencia primaria y secundaria de la página web, y diseñarla para maximizar la eficacia.

5. La página principal: es importante construir adecuadamente una página principal porque causará una buena primera impresión a todo aquel que visite la página. Para llevar a cabo esto, en primer lugar, una página principal debería parecerle al usuario una página principal, además debería tener una longitud limitada y también debería comunicar claramente el propósito del sitio web, así como mostrar la mayoría de opciones disponibles en la página web. Los diseñadores deberían proporcionar un fácil acceso a la página principal desde cualquier página del sitio.

6. Estructura de la página: Las páginas web deberían estructurarse para una fácil comprensión. Esto incluye distribuir los elementos de la página en un orden que refleje su importancia relativa, ubicando los elementos importantes de forma consecuente, alineando adecuadamente todos los elementos de la página, asegurando que las páginas muestran una cantidad moderada de espacio en blanco, y eligiendo correctamente la longitud de las líneas cuando la página web contiene texto.

7. Navegación: La navegación se refiere al método utilizado para buscar información en una página web. Un esquema de navegación en una web debería permitir a los usuarios encontrar y acceder a la información de forma eficaz y eficiente. Para llevar a cabo esto, los diseñadores deberían diseñar las páginas de navegación de la forma más corta posible, incluir mapas del sitio web e indicarle al usuario, de forma eficaz, dónde se encuentra en todo momento. También se recomienda usar tipos de menús apropiados, así como etiquetas descriptivas y proporcionar una lista con el contenido de la página cuando se trate de páginas con bastante longitud.

8. *Scroll* y paginación: Los diseñadores deben decidir si crear páginas web largas con *scroll*, que requieren desplazarse a lo largo de la página para encontrar la información; o páginas más cortas que requerirán que los usuarios se muevan frecuentemente entre páginas. Se debe asegurar que los usuarios puedan moverse de una página a otra de la forma más eficiente posible. Si los diseñadores no son capaces de decidir entre paginación y *scroll*, normalmente es mejor proporcionar varias páginas cortas en lugar de una o dos páginas largas. Cuando se utiliza el *scroll*, una página web debería ser diseñada para permitir un *scroll* rápido.

9. Cabeceras, títulos y etiquetas: Muchos usuarios pasan una cantidad considerable de tiempo leyendo información en páginas web. Diseñar adecuadamente las cabeceras facilita el

escaneo y la lectura de información, así que los diseñadores deberían utilizar cabeceras descriptivas, y usar tantas como sea necesario para permitir que el usuario encuentre la información que está buscando. Además, las cabeceras deberían usarse utilizando el orden HTML y no saltarse niveles. Cada página debería tener un título único y descriptivo, así como las tablas deberían tener cabeceras de fila y de columna descriptivas.

10. Enlaces: Los diseñadores deberían utilizar etiquetas para los enlaces que fueran significativas (haciendo que los nombres de los enlaces sean consistentes con sus destinos) y, por ejemplo, marcar cuándo un enlace ha sido ya utilizado. Cuando sea posible, es preferible utilizar texto en lugar de imágenes.

11. Apariencia del texto: Una página web comunicativa debería utilizar fuentes comunes de al menos 12 puntos de tamaño, debería utilizarse texto negro sobre fondo blanco o fondos con alto contraste, y deberían utilizarse colores de fondo para ayudar a entender la información que esté agrupada. Además, si se utilizan cabeceras, éstas deben ser formateadas consecuentemente, y se deberían utilizar apropiadamente las características que atraigan la atención de los usuarios (por ejemplo, algunas animaciones).

12. Listas: cada lista debería ser claramente presentada, y tener un título descriptivo y bien formateado. El orden de los elementos en la lista debería establecerse para maximizar el rendimiento del usuario, por lo que los elementos más importantes deben ser ubicados en la parte superior de la lista. Las listas numeradas deberían empezar en “uno” en lugar de en “cero”, y generalmente la primera letra de la palabra debería estar en mayúsculas.

13. Controles de pantalla (*widgets*): Los diseñadores deben asegurarse de que utilizan *widgets* que le resulten familiares al usuario. Por ejemplo, cuando se utilizan botones de pulsar, asegurarse de que parecen botones y que están claramente etiquetados; los botones de radio se utilizan para seleccionar opciones entre dos o varias opciones excluyentes; los botones *check* deben ser utilizados para selecciones binarias, etc.

14. Gráficos, imágenes y multimedia: Cuando se utilizan imágenes, los diseñadores deben asegurar que los gráficos no ralentizan la carga de la página web de forma sustancial. Las imágenes en versión miniatura de otras imágenes más grandes permiten a los usuarios previsualizar las imágenes sin tener que descargarlas enteras. A veces es necesario etiquetar imágenes para ayudar al usuario a entenderlas. Los diseñadores no deben utilizar imágenes para establecer un fondo de la página, y es recomendable no crear imágenes que parezcan un banner de publicidad.

15. Escribiendo el contenido web: escribir el contenido del sitio Web utilizando lenguaje familiar e intentando evitar las jergas. Si se tiene que utilizar algún acrónimo o abreviaciones, hay que estar seguro de que los usuarios habituales de la web los van a

entender. El número de palabras en una misma frase o párrafo debe minimizarse. Las mayúsculas y minúsculas debe utilizarse apropiadamente, y es preferible redactar el texto en afirmativo, con voz activa.

16. Organización del contenido: La información en la página web debe estar claramente organizada. Se recomienda ubicar la información crítica en la parte superior de la web, agrupando los elementos relacionados y asegurarse que toda la información importante está disponible para el usuario sin necesidad de retrasarle con información innecesaria. Además, el contenido debe estar correctamente formateado para facilitar la búsqueda de información y una rápida comprensión.

17. Búsqueda: Cada página del sitio web debería permitir a los usuarios realizar una búsqueda. Los usuarios deben asumir que tanto las mayúsculas como las minúsculas pueden utilizarse para realizar las búsquedas, y deben ser informados cuando la búsqueda devuelva múltiples resultados.

18. Pruebas de usabilidad: Las directrices de este capítulo giran en torno a una correcta realización de las pruebas de usabilidad y expone que, generalmente, el mejor método es llevar a cabo una prueba del sitio Web con participantes representativos que realicen interacciones en diferentes escenarios. Los métodos de inspección (como la evaluación heurística o la revisión experta) deben tomarse con precaución porque pueden generar una gran cantidad de posibles problemas de usabilidad que nunca se lleguen a convertir en problemas de usabilidad reales. Es recomendable realizar una aproximación iterativa: después de realizar el primer test, arreglar los problemas encontrados y volver a realizar otro test de nuevo. A mayor número de iteraciones, más se mejorará el sitio Web.

2.7.3. W3C Best Practices

En este caso, la W3C (2008a) propone un conjunto de directrices de usabilidad web aplicables directamente a los dispositivos móviles. Estas directrices están agrupadas en los siguientes cinco apartados:

1. Comportamiento general: Entre otras directrices, se recomienda que el comportamiento de la página web sea coherente si se accede a ella desde diferentes dispositivos móviles, y también se recomienda realizar distintas pruebas del sitio web con diferentes dispositivos móviles para comprobar que el comportamiento y la visualización del mismo son correctos.

2. Navegación y enlaces: Entre las directrices más importantes se encuentran la que recomienda identificar claramente cuál es el destino de los enlaces, evitar que otras ventanas

o pop-ups aparezcan sin advertir al usuario, y reducir el número de recursos externos para evitar tiempos de descarga adicionales.

3. Estructura de la página y contenido: Algunas de las directrices más destacables en este apartado son las que mencionan que hay que asegurarse de que el contenido de la página se adecúa a un contexto móvil, limitar el *scroll* de la página a una única dirección (vertical u horizontal) y asegurarse que la información que se indica con colores también está disponible sin colores.

4. Definición de la página: Este apartado contiene algunas directrices como la de proporcionar un título a todas las páginas web, no utilizar *frames*, evitar utilizar tablas a menos que estemos seguros de que los dispositivos vayan a soportarlas, proporcionar texto equivalente para los elementos no-textuales, evitar (siempre que sea posible) las medidas absolutas como los píxeles, distribuir el contenido en formatos que sean soportados por los dispositivos, y mostrar un mensaje descriptivo para el usuario siempre que ocurra un error.

5. Entrada del usuario: Algunas de las directrices más reseñables de este apartado son la de reducir al mínimo el número de toques necesarios para llevar a cabo una tarea, establecer un orden lógico para los enlaces, controles y objetos, y explicar cada campo de un formulario a través de una etiqueta correspondiente.

2.7.4. Usability of Mobile Websites and Applications

En el documento denominado “Usability of Mobile Websites and Applications” (Budi and Nielsen, 2011) se establece una serie de recomendaciones de usabilidad y buenas prácticas en el ámbito web y aplicaciones específicas de dispositivos móviles. En las primeras páginas de este documento se recogen algunos conceptos importantes como la diferencia entre un sitio web tradicional y un sitio web adaptado a los dispositivos móviles, así como las principales diferencias entre plataformas desde el punto de vista de la usabilidad.

Budi y Nielsen establecen unos principios fundamentales de usabilidad para dispositivos móviles. Algunos de estos principios son el de guardar el estado de la tarea que esté realizando el usuario (ya que este puede sufrir desconexiones con su dispositivo o centrar su atención en otra tarea por lo que debe poder volver a la tarea que estaba realizando) y el de minimizar el coste de interacción (es decir, intentar distribuir la información a los usuarios con el menor coste de interacción posible por parte de los mismos).

Las directrices se dividen en tres grandes bloques, y estos a su vez agrupan las directrices en diferentes subconjuntos. Los tres grandes bloques son: “Directrices generales

para sitios web y aplicaciones móviles”, “Directrices generales para dispositivos táctiles” y “Directrices específicas para aplicaciones”.

Directrices generales para sitios web y aplicaciones móviles

Este conjunto de directrices se divide a su vez en dieciséis grupos. A continuación se muestra una breve descripción de las directrices que contienen dichos grupos.

1. **Página principal:** Las directrices de este grupo se centran en especificar qué debe contener el sitio web en su página principal. En este apartado se indica que siempre, al menos, se debería incluir el logo de la compañía o entidad y un enlace a la página completa.

2. **Escribiendo:** Algunos usuarios tienen dificultades con los teclados virtuales de los dispositivos táctiles, por lo que en este apartado se enuncian algunas directrices enfocadas en este sentido. En general se recomienda tener cuidado con este tipo de tareas de escritura.

3. **Menús:** Algunas directrices de este apartado mencionan que se debe indicar correctamente que un menú es expandible, por ejemplo, mediante etiquetas.

4. **Formularios:** Algunas de las directrices más relevantes de este bloque son la de indicar, en un formulario, una descripción precediendo al campo que se requiere completar; alinear los componentes de un formulario, evitar los mensajes de error mediante ventana emergente, e intentar utilizar un texto que indique cuál es el motivo del error.

5. **Haciendo *login* y registro:** En este apartado se enuncian directrices enfocadas principalmente a los campos de usuario y contraseña, los cuales son especialmente difíciles de introducir en un dispositivo móvil. El nombre de usuario es complicado de introducir porque en ocasiones éste está compuesto por letras mayúsculas y minúsculas, números o caracteres poco habituales, y la contraseña porque en muchas ocasiones está oculta y no es posible verificar los errores cometidos.

6. **Búsqueda:** En este grupo se especifican diferentes directrices sobre la búsqueda. Algunas de estas directrices van desde indicar que se debe incluir siempre un mecanismo de búsqueda en la aplicación, hasta la longitud que debe tener un cuadro de búsqueda dentro de una aplicación web.

7. **Listas y *scroll*:** En este apartado se indican, por ejemplo, el número de elementos que debería tener una lista, así como diferentes recomendaciones sobre el *scroll* o no *scroll* que debe tener una página web móvil.

8. **Navegación:** Entre otras directrices, se recomienda incluir enlaces de navegación en la página principal del sitio web, de forma que el usuario pueda visitar diferentes secciones del sitio. También se recomienda agrupar los enlaces que muestren temas similares.

9. Contenido: En este apartado se enuncian recomendaciones a realizar sobre el contenido del sitio Web para facilitar la lectura y búsqueda de información. Algunas de estas directrices recomiendan formatear adecuadamente el texto para facilitar una lectura rápida, y también recomienda evitar separar un mismo artículo en muchas páginas para no confundir al usuario.

10. *Readability*: En este apartado se pone especial énfasis en las limitaciones y dificultades que tienen los dispositivos móviles para la lectura, por lo que se establecen ciertas recomendaciones para facilitar esta tarea. Algunas de estas recomendaciones establecen, por ejemplo, un tipo de fuente que puede facilitar la lectura de los textos, así como un tamaño determinado de la fuente.

11. Imágenes, animación y vídeos: Este conjunto de directrices se centran principalmente en elementos multimedia: imágenes, animaciones y vídeos. Algunas de estas directrices sugieren incluir solamente imágenes que aporten claridad al texto y no incluirlas sólo como decoración.

12. Iconos: En este apartado se enumeran una serie de recomendaciones sobre la utilización de los iconos. Algunas de estas recomendaciones sugieren utilizar iconos estándar en contextos que ya le sean familiares al usuario, de forma que éste sepa entender lo que quiere decir el icono.

13. Errores: Las directrices de este grupo se centran en el apartado de errores del sitio web, estableciendo ciertas recomendaciones sobre cómo o cuándo mostrar los errores al usuario. Por ejemplo, una de estas directrices afirma que en los formularios se deben indicar qué campos han originado el error.

14. Mapas e información de localización: En esta sección se agrupan las directrices referentes a la utilización de mapas e información sobre la localización en el sitio web. Algunas de estas recomendaciones indican la utilización de mapas para mostrar ubicaciones y evitar así que el usuario tenga que memorizar las direcciones o tener que recurrir a aplicaciones externas de mapas.

15. Compras: En este apartado se muestran algunas directrices específicas sobre ventas de productos. Algunas de estas recomendaciones indican, por ejemplo, acompañar siempre un producto con una imagen para que el usuario pueda hacerse una idea más clara del producto que está comprando.

16. Transacciones bancarias: Aunque las transacciones bancarias no es aún algo común en los dispositivos móviles, en este último apartado se establecen algunas recomendaciones en este sentido.

Directrices generales para dispositivos táctiles

Este conjunto de directrices se divide a su vez en cuatro grupos. El conjunto de directrices de este apartado está sobre todo focalizado en aquellos dispositivos móviles que tienen un medio de interacción táctil. A continuación se muestra una breve descripción de las directrices más relevantes que contienen estos grupos.

1. *Targets*: Este apartado se centra en directrices sobre las características (como por ejemplo, el tamaño) de los elementos que se deben utilizar cuando se prevé que el usuario vaya a interactuar con un dispositivo táctil. Por ejemplo, algunas directrices indican la distancia que se debe dejar de unos elementos a otros para tener un cierto margen de error, para que el usuario no pulse una opción incorrecta a la hora de seleccionar alguna de las opciones de nuestro sitio web.

2. *Gestos*: Existen diferentes gestos que se pueden realizar con un dispositivo móvil táctil (*tap, double tap, swipes, etc.*), por lo que se recomienda utilizar estos gestos de forma natural para el usuario, de forma que se le facilite la interacción a través de su dispositivo.

3. *Orientación*: Muchos dispositivos móviles pueden trabajar de forma vertical o de forma horizontal, y en ciertas ocasiones los usuarios cambian de orientación para poder visualizar la información más cómodamente. Algunas de estas directrices establecen recomendaciones sobre cómo utilizar estos cambios de orientación para facilitar las tareas al usuario.

4. *Entrada*: Habitualmente los dispositivos táctiles no suelen disponer de un teclado físico con el que introducir números o texto, por lo que se tiene que contar con un teclado virtual. Este conjunto de directrices enumera cómo utilizar correctamente estos teclados virtuales.

Directrices para aplicaciones

Finalmente, en el tercer apartado del documento se expone otro conjunto de directrices, pero esta vez centradas en el desarrollo de aplicaciones nativas en los dispositivos móviles. Como el objeto de la presente tesis está centrado en el ámbito web (más concretamente, en objetos docentes basados en web), no se realizará una revisión de las directrices de este apartado.

2.7.5. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0

WCAG son las siglas de Web Content Accessibility Guidelines (W3C, 2008b), desarrollado por la iniciativa WAI (Web Accessibility Initiative) (W3C, 2006), una rama del W3C (World Wide Web Consortium) que vela por la accesibilidad en la Web.

La WAI desarrolla estrategias, guías de directrices y recursos para ayudar a hacer la Web accesible a personas con discapacidades.

Para hacer el contenido web accesible, se han desarrollado las denominadas “Pautas de Accesibilidad al Contenido en la Web” (WCAG), cuya función principal es guiar el diseño de páginas web hacia un diseño accesible, reduciendo de esta forma barreras a la información.

WCAG fue publicado en su primera versión 1.0 en el año 1999 (W3C, 1999b), y una segunda versión (WCAG 2.0) fue publicada en el año 2008. El WCAG 2.0 se divide en 4 principios fundamentales (en alusión a las características de un documento web accesible):

- **Perceptible:** La información y los componentes de la interfaz de usuario deben presentarse a los usuarios de forma que ellos puedan percibirlos.
- **Operable:** Los componentes de la interfaz de usuario y la navegación deben ser operables.
- **Comprensible:** La información y el manejo de la interfaz de usuario deben ser comprensibles.
- **Robusto:** El contenido debe ser suficientemente robusto para funcionar con las tecnologías actuales y futuras.

Cada uno de estos principios se divide, a su vez, en varias pautas hasta un total de 12. Cada una de estas pautas a su vez queda atomizada en criterios de éxito (*Success Criteria*), que conforman su validación y que en total suman 61.

En función del cumplimiento de los criterios de éxito se establecen los siguientes niveles de conformidad:

- **Nivel de Conformidad A:** todos los criterios de éxito de nivel A se satisfacen.
- **Nivel de Conformidad AA:** todos los criterios de éxito de nivel A y AA se satisfacen.
- **Nivel de Conformidad AAA:** todos los criterios de éxito de nivel A, AA y AAA se satisfacen.

Esta norma ha sido recientemente adoptada íntegramente como estándar internacional ISO (2012) y como norma española (AENOR, 2012).

2.7.6. Comparativa de directrices

Como se ha podido observar en los apartados anteriores, son muchas las directrices y recomendaciones de usabilidad y accesibilidad propuestas por las diferentes instituciones y/o investigadores. Llegados a este punto, se muestra un análisis de aquellas directrices “más populares”, es decir, aquellas que aparecen en dos o más normas o estándares de directrices. La tabla que muestra este análisis será de importancia para completar el apartado Conclusiones del presente trabajo.

Observando los resultados del análisis comparativo, puede apreciarse que algunas de las directrices se repiten en varias de las propuestas de directrices. Concretamente seis directrices están presentes en al menos cinco de los seis conjuntos de directrices examinados. Estas directrices se enumeran a continuación:

- No transmitir información utilizando únicamente el color.
- Proporcionar texto equivalente para los elementos no-textuales.
- Proporcionar documentación y Ayuda comprensibles.
- Proporcionar títulos de página descriptivos.
- Minimizar el número de *clicks* requeridos para completar una tarea.
- Minimización e identificación de errores.

Podría, por tanto, indicarse que estas seis directrices, desde el punto de vista de la usabilidad y de la accesibilidad, son las más comunes.

Número	Directriz	HHS Guidelines	Usability of Mobile Websites and Applications (Budiu y Nielsen)	ISO 9241-151	Mobile Web Best Practices (W3C)	WCAG 2.0 / ISO 40500
1.	No transmitir información utilizando únicamente el color.	3.3		9.3.9	26	1.4.1
2.	Usar alto contraste entre el primer plano y el fondo de la página. - <i>HHS Guidelines aconseja texto negro sobre un fondo sólido de alto contraste.</i>	11.1	116		27	
3.	Usar un código de colores y mostrar el esquema de codificación de los mismos.	11.9				
4.	Agrupar los controles relacionados. - <i>HHS Guidelines propone usar colores para agrupar.</i>	16.9	194			
5.	Proporcionar texto equivalente para los elementos no-textuales.	3.5		7.2.3.2	36	1.1.1
6.	Comprobar que los scripts y objetos incrustados son accesibles. - <i>El W3C va más enfocado a que es posible que estos objetos no se puedan mostrar en dispositivos móviles.</i>	3.7		10.10	37	
7.	Organizar los documentos de forma que sean legibles sin necesidad de hojas de estilo.	3.11			43	
8.	Si hay vídeos en el sitio, proporcionar una descripción textual acerca de los mismos.		125			1.2.8
9.	Utilizar enlaces de texto en lugar de enlaces de imagen.	10.6	123			
10.	Usar fondos de pantalla sólidos, pero si se usan imágenes deben ser sencillas y asegurarse de que el contenido sigue siendo legible.	14.1	115		28	
11.	Proporcionar la opción de visualizar etiquetas de texto para los iconos (sólo imágenes, sólo texto, o ambos). - <i>Nielsen propone incluir etiquetas con los iconos.</i>		131			
12.	Proporcionar páginas de sólo-texto alternativas.	3.8		9.3.12		
13.	Evitar el parpadeo de la pantalla. - <i>Con una frecuencia mayor a 55Hz y menor a 2Hz (HHS Guidelines).</i> - <i>Más de tres parpadeos por segundo (WCAG 2.0).</i>	3.13				2.3.2
14.	Identificar el idioma de la página. - <i>W3C indica que además hay que especificar un modo de entrada de texto por defecto, y/o el formato de entrada.</i>			9.6.5	57	3.1.1
15.	Definir los acrónimos y las abreviaturas.	15.4				3.1.4

16.	Permitir a los usuarios configurar el tamaño de la letra.		113	9.6.6		1.4.4
17.	Usar un tamaño de fuente por defecto que sea legible por la mayoría de los usuarios. - <i>HHS Guidelines aconseja usar fuentes de al menos 12 puntos.</i>	11.8	114			
18.	Proporcionar documentación y Ayuda comprensibles. - <i>WCAG 2.0 propone mostrar ayuda sensible al contexto.</i>	2.14, 2.16	215	10.2		3.3.5
19.	Selección de longitudes apropiadas de página.	6.10		9.3.6	20	
20.	Minimizar el scroll vertical. - <i>W3C especifica que se debe limitar el desplazamiento en dos direcciones.</i>			9.3.7	22	
21.	Evitar el scroll horizontal	8.1	102	9.3.8		
22.	Usar marcos con cuidado. - <i>HHS Guidelines sugiere usar marcos cuando las funciones deban permanecer accesibles mientras el usuario accede a otra información del sitio web.</i> - <i>W3C afirma rotundamente que no hay que usar marcos.</i>	6.13		9.3.10	30	
23.	Proporcionar versiones imprimibles de la página web.	2.12		9.3.16		
24.	Uso del "espacio en blanco".	6.11		9.3.17	45	
25.	Etiquetar los formatos, las unidades de medida y de moneda.	13.16		10.1.4		
26.	Usar las características del lenguaje de marcado para indicar la estructura lógica del documento. - <i>HHS Guidelines especifica utilizar las cabeceras HTML en el orden apropiado.</i>	9.7			31	4.1.1
27.	Evitar jerga y terminología específica. - <i>WCAG 2.0 dice que, si se usa, debe proporcionarse un mecanismo para identificar las definiciones.</i>	15.2	101			3.1.3
28.	Utilizar palabras familiares. - <i>ISO 9241-151 lo especifica sólo para los enlaces de navegación.</i>	15.3		9.4.6	18	
29.	Estilo de escritura: frases y párrafos cortos, uso de viñetas. - <i>HHS Guidelines recomienda usar la voz activa en lugar de pasiva.</i>	15.9	98	9.6.3		
30.	Proporcionar la legibilidad de los textos. - <i>HHS Guidelines propone utilizar letras minúsculas (y las mayúsculas adecuadas) cuando los usuarios deben leer mucha información.</i>	11.3		9.6.1		
31.	Dar soporte a la visualización rápida de texto. - <i>HHS Guidelines indica que hay que usar cabeceras descriptivas libremente.</i>	9.3		9.6.2		
32.	Utilizar fuentes familiares. - <i>Nielsen recomienda usar fuentes sans-serif.</i> - <i>W3C dice que algunos estilos de fuentes pueden no visualizarse correctamente en los dispositivos móviles.</i>	11.7	112		53	
33.	Utilizar la paginación en lugar del desplazamiento. - <i>Nielsen dice que hay que usar la paginación al final y tener un enlace a cada página individual, en lugar de</i>	8.4	100			

	<i>sólo a la anterior y a la siguiente.</i>					
34.	Proporcionar mapas de imagen en el lado del cliente. - <i>W3C especifica "No usar mapas de imágenes a menos que el dispositivo los soporte".</i>	3.9			12	
35.	Evitar imágenes más grandes que la pantalla. - <i>Nielsen indica que deberían poderse visualizar sin hacer scroll.</i> - <i>W3C dice que no hay que usar imágenes que puedan no ser visualizadas en el dispositivo, y que se eviten imágenes grandes o de altas resoluciones, salvo que se pierda la información crítica.</i>	14.7	118		25	
36.	Utilizar imágenes sólo si añaden contenido significativo, no para decorar. - <i>HHS Guidelines admite imágenes para decorar sólo si no distraen al usuario.</i>	14.9	117			
37.	Utilizar imágenes en miniatura para previsualizar imágenes más grandes.	14.14	119			
38.	Incluir el logotipo de la organización en un lugar consistente en cada página web. - <i>Nielsen especifica que además hay que enlazarlo con la página de inicio.</i> - <i>ISO 9241-151 dice que todas las páginas que pertenezcan a un mismo sitio web deberían ser identificables como parte de ese sitio, y pone por ejemplo hacerlo mediante el logo de la compañía.</i>	14.5	39	9.3.15		
39.	Sincronizar elementos multimedia.	3.10				
40.	Proporcionar títulos de página descriptivos. - <i>HHS Guidelines y W3C especifican que se trata del título de la ventana del navegador.</i>	9.2		9.3.1	29	2.4.2
41.	Proporcionar la funcionalidad de tabulado, ordenado de forma lógica, para navegar por la página web. - <i>HHS Guidelines no especifica que tengan que ser en orden, simplemente que debe proporcionarse esta funcionalidad.</i>	13.24			58	2.4.3
42.	Indicar claramente el destino de los enlaces.		103	9.4.5	10	2.4.4
43.	Utilizar etiquetas descriptivas en los enlaces.	10.1		9.4.7		2.4.6
44.	Permitir que el usuario pueda controlar la presentación de información dependiente del tiempo.			7.2.3.3		2.2.2
45.	Minimizar el número de clicks requeridos para completar una tarea.	16.5	25	8.2.5	54	
46.	Identificar fácilmente los nuevos contenidos.		105	9.3.4		
47.	Mostrar la fecha de actualización. - <i>Nielsen propone cambiar la fecha de última actualización sólo después de que el contenido haya sido completamente actualizado.</i> - <i>ISO 9241-151 (9.3.1) propone mostrarla sólo si es relevante.</i>		110	7.2.5, 9.3.1		
48.	Colocar los componentes de navegación de manera consistente entre páginas. - <i>Nielsen no se refiere a hacerlo entre páginas, sino a ponerlos juntos cuando se refieren al mismo tema.</i>	7.2	97	8.4.5		3.2.3
49.	Ordenar los elementos de una lista para maximizar el rendimiento del usuario. - <i>ISO 9241-151 lo especifica para los resultados de una búsqueda.</i>	12.1		8.5.3.1		
50.	Ordenar y filtrar los elementos de una lista.		84, 85	8.5.3.4		

	- ISO 9241-151 lo especifica para los resultados de una búsqueda.					
51.	Utilizar "migas de pan" para volver a niveles superiores - Nielsen propone utilizarlos únicamente en sitios con una estructura de exploración profunda (muchas ramas de navegación).	7.12	96	8.4.12		
52.	Mostrar a los usuarios en qué lugar del sitio web se encuentran.	7.4		8.2.2		2.4.8
53.	No abrir ventanas o pop-ups innecesarios sin informar al usuario.	2.1		8.3.11	13	
54.	Proporcionar un mapa del sitio.	7.10		8.4.8		
55.	Enlazar todas las páginas con la página de inicio.	5.1		8.4.11		
56.	Proporcionar la función "volver atrás". - Nielsen sugiere construir un botón "atrás" en las aplicaciones iOS y, para otras plataformas, asegurarse de que el botón físico "atrás" funcione correctamente en la aplicación y permite a los usuarios volver a la página anterior.		170	8.4.13		
57.	Resaltar los enlaces visitados previamente.	10.7		9.4.8		
58.	Mostrar enlaces a contenido relacionado para ayudar al usuario a navegar más rápido entre temas similares.	10.2	104			
59.	Usar longitudes de texto de enlaces adecuados.	10.11		9.4.13		
60.	Indicar los enlaces externos. - ISO 9241-151 habla de presentar pistas de enlace a los usuarios para dar una clara indicación del destino al que lleva el enlace, y pone el ejemplo de indicar los enlaces externos. - W3C sugiere mantener el número de recursos externos enlazados al mínimo posible.	10.12		9.4.5	16	
61.	Proporcionar atajos de teclado.			9.5.3	9	
62.	Permitir acceder directamente a la información relevante desde la página de inicio.	5.2	92	8.3.9		
63.	Minimización e identificación de errores. - W3C dice que hay que evitar texto libre donde sea posible.	13.11	60, 132	10.3.1	55	3.3.1
64.	Mostrar una etiqueta asociada a cada campo de entrada de datos.	13.5			59	3.3.2
65.	Controlar la posición de las etiquetas para que sean consistentes con los controles a los que se refieren. - Nielsen especifica que hay que poner las etiquetas encima de los campos, y añadir ":" al final para hacer entender que el campo a rellenar está debajo.	13.7	58		60	
66.	Proporcionar sugerencias y opción de autocompletar ante errores en las entradas de datos.		79	8.5.5.1		3.3.3
67.	Siempre que sea posible, calcular los valores de los campos en lugar de preguntar al usuario.		47			4.1.2
68.	Mostrar mensajes de error claros y decir al usuario (1) cuál es el problema y (2) cómo solucionarlo.		135	10.3.2	50	
69.	Minimizar el tiempo de descarga de la página.	2.6		10.5		
70.	La función de búsqueda debería ser tolerante a errores, a pesar de introducir términos imprecisos o incorrectos en la consulta.	17.3		8.5.2.10		

	- HHS Guidelines propone hacer equivalentes los términos de búsqueda en mayúsculas y minúsculas.					
71.	Los resultados de la búsqueda deberían ser descriptivos para el usuario.	17.1		8.5.3.3		
72.	Dar consejos para búsquedas sin éxito.		81	8.5.5.1		
73.	Proporcionar valores por defecto cuando sea posible. - Nielsen sugiere utilizar la personalización y el historial para proporcionar buenos valores por defecto para el texto que se necesita introducir.	13.18	44		56	
74.	Después de reportar un error, volver al estado anterior al error.		136		50	
Total directrices		57	36	47	29	21

Tabla 1. Tabla comparativa de las directrices más comunes de usabilidad y accesibilidad entre las normas y estándares revisados

3. Obtención de directrices

El objetivo de este capítulo es mostrar el proceso que se ha seguido para llegar a obtener las directrices de usabilidad válidas para objetos docentes basados en web a partir de unas directrices diseñadas para páginas web de PC. Puesto que los objetos docentes basados en web son básicamente páginas web (con un contenido docente determinado, pero páginas web al fin y al cabo), las directrices fuente de las que se parte deben ser directrices dirigidas a páginas web.

La metodología seguida para la obtención de directrices de usabilidad para dispositivos móviles a partir de directrices web de PC se compone de las siguientes fases:

1. Elección de las directrices fuente.

El primer paso consiste en elegir el conjunto de directrices que se desean adaptar y/o validar para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. Inicialmente se podrían escoger, de entre las presentadas en el apartado 2.7, aquellas que estén destinadas a cumplirse en páginas web para PC.

La elección de las directrices fuente para esta tesis se comenta en el apartado 3.1.

2. Evaluación experta.

En el segundo paso se trata de que una serie de expertos evalúen razonadamente si cada una de las directrices elegidas en el paso anterior serían válidas o no (es decir, si tendrían sentido) en páginas web para dispositivos móviles. Para ello, deberán clasificar cada una de las directrices en uno de los tres grupos siguientes:

- a) *No aplicables*. Son las directrices que no son trasladables de ninguna manera a dispositivos móviles, es decir, no tendrían sentido cuando se trata de dispositivos móviles. Esto puede venir dado, por ejemplo, por las características del hardware para el que estaba pensada la directriz original (por ejemplo, un teclado de PC o un ratón).
- b) *Aplicables directamente*. Son las directrices que no sufrirían ninguna modificación al ser aplicadas a dispositivos móviles, es decir, seguirían teniendo sentido cuando se trata de dispositivos móviles. Esto puede venir dado, por

ejemplo, por las características inherentes al usuario (por ejemplo, por la memoria a corto plazo del usuario, su percepción, etc.).

- c) *Serán modificadas si se usa un dispositivo móvil.* Son las directrices que podrían sufrir una modificación al ser aplicadas a dispositivos móviles, es decir, podrían tener sentido cuando se trata de dispositivos móviles, pero haciendo previamente algún cambio en la misma. Esto puede venir dado, por ejemplo, por las características que conlleva utilizar dispositivos móviles, como por ejemplo, el tipo de dispositivo o el contexto.

El proceso de evaluación experta seguida en esta tesis se explica en el apartado 3.2.

3. Análisis de los resultados de la evaluación experta.

Una vez recogidas las respuestas de todos los expertos y sus justificaciones, se aplicará un análisis CHI cuadrado para determinar qué respuestas fueron aleatorias y cuáles no. Para aquellas directrices que el análisis indique que sus respuestas fueron aleatorias, o para aquellas no aleatorias cuya respuesta general fue c), habrá que realizar experimentación. Del resto, las respondidas como b) quedarán directamente enunciadas tal cual, y las respondidas como a) se eliminarán para dispositivos móviles (es decir, no existirán para estos dispositivos).

El análisis de los resultados de la evaluación experta llevada a cabo en la tesis se explica en el apartado 3.2.2.

4. Experimentación.

Una vez obtenidas las directrices que hay que experimentar, habrá que diseñar un experimento para cada una, de forma que se pueda comprobar si la directriz sería aplicable directamente o no a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles, o si sería aplicable pero con modificaciones.

Para ello habrá que seguir los siguientes pasos:

1. Introducción e hipótesis.

Lo primero que hay que hacer es una introducción al problema; es decir, qué directriz se va a adaptar o validar, y lo que respondieron los expertos en la evaluación experta para justificar que la directriz fuera o no aplicable a dispositivos móviles. Posteriormente, a partir del enunciado de la directriz y de las justificaciones de los expertos, se plantea una hipótesis.

2. Planteamiento.

Este paso es, quizá, el más difícil de todos, ya que aquí hay que pensar un posible experimento con el que se acepte o rechace la hipótesis planteada. Para ello, típicamente se piensa un experimento en el que se comparan dos o más configuraciones de interfaz, de forma que se pueda obtener si hay o no significación estadística, para poder decantarse por una u otra y así decidir si la hipótesis es cierta o no. Esto tendrá que hacerse en base a unas tareas que deberán realizar los usuarios, y que típicamente se hayan utilizado en otros estudios de usabilidad como, por ejemplo, identificar un elemento (Battleson et al., 2001) que represente un conocimiento (por ejemplo, buscar una palabra) o buscar la respuesta a una pregunta (Barnum et al., 2004). Además, se pedirá también al usuario que rellene posteriormente una encuesta de satisfacción, por lo que habrá que plantear también qué preguntas tendrá dicha encuesta. Hay veces en las que la directriz no se puede comprobar con usuarios, pero sí con dispositivos móviles, por lo que en esos casos básicamente se tratará de comprobar si en distintos modelos funciona lo que se desea probar, o no. También es posible (como ya se verá que ha ocurrido en esta tesis) que algunas directrices haya que comprobarlas tanto con dispositivos móviles como con usuarios; y otras veces con ninguno de los dos, en cuyo caso una encuesta sería suficiente.

3. Ejecución.

Para llevar a cabo el experimento con usuarios se puede utilizar una cámara web unida a una estructura de metal y una carcasa de dispositivo móvil, donde se colocará el dispositivo con el que trabajará el usuario durante el experimento. La cámara web grabará en todo momento la interacción del usuario con el dispositivo, para poder posteriormente analizar los vídeos con detenimiento. Es importante mencionar que el número de usuarios mínimo requerido para la ejecución sería de 10 ± 2 (Hwang and Salvendy, 2010).

Para ejecutar el experimento con dispositivos móviles, basta con hacerse con la mayor cantidad posible de dispositivos móviles y, preferentemente, que sean lo más dispares posibles (marca y modelo, modo de interacción, tamaño de pantalla, etc.).

4. Resultados.

Una vez ejecutado el experimento, hay que extraer todos los datos posibles a partir de los vídeos grabados. Para ello, primero hay que determinar las métricas de usabilidad que se van a tener en cuenta. Las más comunes y conocidas son eficacia, eficiencia y satisfacción, extraídas de la definición de *usabilidad* de la ISO 9241-11. Extraer los datos de los vídeos consiste en visionarlos uno a uno e ir anotando la información correspondiente a cada una de las métricas anteriores para cada uno de los casos que los usuarios realizaron durante el experimento. Por ejemplo, para la eficacia se anotarán típicamente el número de errores; para la eficiencia, el tiempo; y para la satisfacción, las respuestas de una encuesta.

5. Conclusiones.

Por último, a partir de los resultados obtenidos y de la hipótesis planteada se deberán obtener las conclusiones que, como mínimo, incluirán si la directriz puede ser aplicada directamente a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles o si, por el contrario, habría que eliminarla o modificarla para que tuviera validez en este ámbito.

El proceso de experimentación llevado a cabo en esta tesis se explica en el apartado 3.3.

5. Propuesta de directrices para m-learning.

El último paso consiste en obtener las directrices finales para objetos docentes basados en web, lo cual es bastante sencillo una vez que se han realizado los pasos anteriores. Para ello, se juntarán las directrices obtenidas en el paso 3 como “no aleatorias” (con la respuesta de la mayoría de los expertos) y las directrices que se hayan obtenido en el paso 4 como que son directamente adaptables o adaptables con modificaciones.

La propuesta final de directrices para objetos docentes basados en web que se ha obtenido en esta tesis se explica en el apartado 4.

3.1. Elección de las directrices fuente

En este caso, para esta tesis se escogió la ISO 9241-151 por ser, de entre todos los estándares y recomendaciones presentados, el único estándar internacional de usabilidad

dirigido a páginas web de PC creado por un organismo de estandarización muy prestigioso. Además, la ISO 9241-151 es el estándar internacional que más directrices tiene en la Tabla 1 presentada. En concreto, nos centramos en el apartado 9, ya que contiene un conjunto bastante extenso de directrices (41 en total), suficiente para aplicar esta metodología, y es el apartado de la ISO dirigido específicamente a las interfaces web (es decir, a la presentación del contenido).

Para tener un conocimiento previo sobre las directrices con las que se va a trabajar, a continuación se muestran las directrices de las que consta el apartado 9 de la ISO 9241-151 (se muestra un resumen basado en la norma UNE-EN ISO 9241-151 (AENOR, 2008), traducción oficial de la ISO al español):

9.3.1 Información general sobre la página: Cada página debería mostrar un título descriptivo y, si es relevante, el propietario y la última actualización.

9.3.2 Diseñar la página de forma coherente: Las páginas se deberían diseñar utilizando un esquema de disposición y presentación coherente, que ayude al usuario a encontrar información similar, en el mismo lugar, en diferentes páginas.

9.3.3 Colocar el título de forma coherente: El título de la página debería ser colocado en un lugar consistente en todas las páginas.

9.3.4 Identificar nuevos contenidos: Si fuera relevante para la tarea del usuario, se deberían utilizar métodos apropiados para que el usuario identifique contenidos que sean nuevos o que hayan cambiado significativamente.

9.3.5 Indicar el estado temporal: Si el contenido de una página sólo es válido durante un determinado período de tiempo, se debería indicar el período de validez mediante el procedimiento adecuado.

9.3.6 Elegir la extensión apropiada de la página: La extensión de una página se debería elegir en función del objetivo primordial de la página y de su uso. En general, es conveniente que las páginas principales, páginas de navegación, o páginas explicativas que se necesitan leer rápidamente sean cortas. Cuando los usuarios desean leer un contenido sin interrupciones o cuando la página se debe ajustar al equivalente de una página de papel pueden ser más apropiadas las páginas más largas.

9.3.7 Minimizar el desplazamiento vertical: Se debería reducir al mínimo el desplazamiento vertical en las páginas web. Esto se puede hacer colocando la información

importante en la parte superior y proporcionando enlaces a información que estén en la parte inferior de la página.

9.3.8 Evitar el desplazamiento horizontal: Siempre que sea posible, se debería evitar el desplazamiento horizontal.

9.3.9 Uso de color: El color se debería utilizar con cuidado, teniendo en cuenta las capacidades y restricciones humanas en cuanto a la percepción de color, y de forma que no constituya el único medio de transmitir información.

9.3.10 Utilizar marcos con precaución: Si se utilizan marcos, se deberían tomar precauciones para evitar posibles problemas, por ejemplo, aquellos que implican el uso del botón atrás, la gestión de favoritos, o el desplazamiento por la página.

9.3.11 Proporcionar alternativas para presentaciones basadas en marcos: Si se utilizan marcos en un sitio web, se debería proporcionar una forma alternativa de presentar la información relevante sin marcos.

9.3.12 Proporcionar páginas alternativas de sólo texto: Cuando las hojas de estilo y/o marcos se desactivan, debería ser posible que el usuario pudiera leer y entender la página web; o bien, el usuario debería contar con una página alternativa equivalente sólo con texto.

9.3.13 Coherencia entre sitios web relacionados: Si una organización mantiene varios sitios web que se dirigen al mismo público objetivo, el diseño global debería ser coherente y las distintas partes deberían ser fácilmente accesibles.

9.3.14 Utilizar técnicas adecuadas para definir el esquema de disposición y presentación de una página: El esquema de disposición y presentación de una página se debería definir utilizando técnicas apropiadas para integrar las diferentes características de los dispositivos o software de presentación.

9.3.15 Identificar todas las páginas de un sitio web: Todas las páginas o ventanas que pertenecen a un sitio web específico deberían ser fácilmente identificables como partes de ese sitio.

9.3.16 Proporcionar versiones imprimibles de los documentos: Si un documento es demasiado largo, está repartido en varias páginas o tiene un esquema de disposición y presentación específico que no es apropiado para la lectura en línea, se debería proporcionar

una versión imprimible del documento, en un formato que resulte aceptable para el usuario (por ejemplo, con la presentación, formato de papel, u orientación esperados).

9.3.17 El uso del “espacio en blanco”: El espacio en blanco en una página (espacio relleno sólo con el color de fondo) se debería utilizar de tal forma que no afecte a la exploración visual de la página. Aunque los espacios en blanco son un medio importante de organizar visualmente los diferentes elementos de contenido en una página, si hay demasiada distancia entre los bloques de información mostrados, esto puede impedir examinar la página rápidamente.

9.4.2 Identificación de enlaces: Los enlaces deberían ser fácilmente reconocibles por el usuario. Existen diferentes técnicas que favorecen la identificación de los enlaces, tales como subrayar y codificar por color el texto, resaltar el enlace o colocar un enlace dentro de un grupo de elementos de navegación. Es importante que estas técnicas se utilicen de forma coherente. Es importante que los enlaces no sean sólo reconocibles por su color (véase la Norma ISO 9241-12). También es importante evitar el diseño de elementos visuales que parecen ser enlaces pero que no lo son.

9.4.3 Distinguir entre enlaces adyacentes: Cuando se muestran varios enlaces en una sección de texto o en una sola línea, los enlaces se deberían separar visualmente el uno del otro - por ejemplo, a través de caracteres imprimibles que no sean enlaces.

9.4.4 Distinción entre enlaces de navegación y transacciones: Los objetos interactivos que aparecen en una página se deberían elegir de modo que los usuarios pudieran distinguir fácilmente entre la navegación y las transacciones que manejan datos.

9.4.5 Pistas de enlace auto-explicativas: Las pistas de enlace (por ejemplo, las etiquetas de enlace, los iconos, las ayudas emergentes o tool-tips) que se presentan al usuario, se deberían explicar por sí mismos dando una clara indicación del objetivo al que conduce el enlace.

9.4.6 Uso de terminología familiar para los enlaces de navegación: Los enlaces de navegación - especialmente aquellos enlaces que componen la estructura de navegación principal de un sitio web - deberían ser etiquetados con términos que resulten familiares al usuario, teniendo en cuenta sus conocimientos generales, su experiencia previa del dominio de aplicación o su experiencia en la utilización de otros sistemas.

9.4.7 *Uso de etiquetas de enlace descriptivas:* El objetivo o propósito de un enlace debería ser directamente indicado por su etiqueta, evitando etiquetas genéricas como “ir” o “haga clic aquí”, excepto cuando el objetivo del enlace se desprende de su contexto en la página o cuando la semántica de las etiquetas es comúnmente reconocida en ese dominio de aplicación en particular.

9.4.8 *Resaltar los enlaces visitados anteriormente:* Cuando la presentación estándar de los enlaces en un navegador se modifica o se omite (por ejemplo, utilizando gráficos como enlaces), se deberían resaltar los enlaces que hayan sido visitados previamente por el usuario mediante una técnica apropiada, como la codificación por color de esos enlaces.

9.4.9 *Identificación de enlaces que van a objetivos especiales:* Los enlaces que llevan a determinados objetivos, tales como otros formatos de archivo (por ejemplo, archivos de vídeo o de audio), archivos excepcionalmente grandes que necesitan mucho tiempo de descarga, o páginas en diferentes idiomas, se deberían identificar claramente indicando las características especiales de ese objetivo adecuadamente.

9.4.10 *Indicación de enlaces que abren nuevas ventanas:* Los enlaces que abren nuevas ventanas del navegador o ventanas emergentes deberían estar claramente marcados.

9.4.11 *Distinguir los enlaces de navegación de los controles:* Los enlaces de navegación deberían ser claramente distinguibles de los controles que activan alguna acción.

9.4.12 *Enlaces internos distinguibles:* Los enlaces internos deberían ser claramente distinguibles de otros enlaces que conducen a una página distinta.

9.4.13 *Longitud del enlace:* Los nombres de los enlaces de texto deberían ser lo suficientemente largos como para ser entendidos, pero lo suficientemente cortos para evitar ajustes de texto.

9.4.14 *Enlaces redundantes:* Si en una página se proporciona más de un enlace apuntando al mismo objetivo, las etiquetas de los enlaces redundantes deberían ser coherentes.

9.4.15 *Evitar la sobrecarga de enlaces:* Las páginas de texto que contengan grandes cantidades de enlaces deberían ser formuladas de forma que la presencia de los enlaces no impida la legibilidad del texto.

9.4.16 *Títulos de página como marcadores: Las páginas deberían tener títulos apropiados, de manera que puedan ser útiles como marcadores o favoritos.*

9.5.1 *Elección de objetos interactivos apropiados: Los objetos interactivos deberían ser elegidos de acuerdo con las propiedades lógicas de las entradas esperadas y de las tareas de los usuarios. Las Normas Internacionales ISO 9241-14, ISO 9241-16 y ISO 9241-17 también contienen directrices sobre la selección de objetos interactivos.*

9.5.2 *Hacer que los objetos interactivos sean identificables y comprensibles: Los objetos interactivos deberían ser fáciles de identificar y comprender.*

9.5.3 *Proporcionar atajos de teclado: Se deberían proporcionar atajos de teclado para los enlaces importantes y otros objetos interactivos.*

9.6.1 *Legibilidad del texto: El texto presentado en las páginas web debería ser legible, teniendo en cuenta las características de visualización previstas y la distribución espacial. La Norma ISO 9241-303 se debe consultar en cuanto a requisitos sobre la legibilidad de textos en la pantalla.*

9.6.2 *Facilitar la exploración del texto: Se debería facilitar una rápida exploración del texto proporcionando enlaces claros, listas con viñetas, palabras clave recalcadas, encabezados lógicos, y frases y oraciones cortas.*

9.6.3 *Estilo de escritura: Se debería facilitar la lectura y la comprensión del contenido del texto que aparece en la pantalla a través de medios adecuados, incluyendo el uso de frases cortas, la división del texto en fragmentos más cortos o la presentación de los temas del contenido con viñetas.*

9.6.4 *Calidad del texto: Los contenidos textuales deberían tener suficiente calidad en cuanto a ortografía y gramática para no impedir su legibilidad.*

9.6.5 *Identificar el lenguaje utilizado: El lenguaje natural principal utilizado en una página web, así como en los pasajes de texto en otros idiomas deberían ser identificados mediante técnicas adecuadas, tales como el marcado HTML. Esto permite, por ejemplo, que las ayudas técnicas puedan identificar el idioma de un texto y lo presenten adecuadamente.*

9.6.6 *Permitir que el usuario pueda ajustar el tamaño del texto: El texto debería poder ser ajustado en tamaño por el usuario, utilizando las funciones proporcionadas por el agente de usuario u otro tipo de medios.*

Una vez explicadas las directrices con las que se va a trabajar, el siguiente paso es realizar la evaluación experta para que los expertos clasifiquen cada una de las anteriores directrices como (a) no aplicables a dispositivos móviles, (b) aplicables directamente o (c) aplicables con modificaciones.

3.2. Evaluación experta

Para llevar a cabo la evaluación experta se contó con la colaboración de 16 expertos en usabilidad (desde el punto de vista del usuario), de los cuales el 75% fueron hombres y el 25% mujeres. De todos ellos, el 43,75% tenía entre 18 y 24 años, el 37,50% tenía entre 25 y 34 años, y el 18,75% tenía entre 35 y 49 años. En cuanto a la experiencia utilizando dispositivos móviles, el 6,25% se consideraba novato, el 62,50% de nivel intermedio y el 31,25% de nivel experto. Con respecto a la máxima titulación alcanzada, el 18,75% tenía estudios de Bachillerato terminados y estaban cursando una carrera universitaria, el 25% poseía una titulación de Ingeniería Técnica, el 12,50% era Ingeniero Superior, un 31,25% tenía un Máster y el 12,50% eran Doctores.

A todos los expertos se les pidió que rellenaran una plantilla (Anexo 1) donde debían indicar, para cada directriz, si creían que sería aplicable a dispositivos móviles. Para hacer esto, debían seleccionar una de las opciones mencionadas en el paso 2 del apartado 3 (a, b o c) y justificarlo.

3.2.1. Resultados de la evaluación

Una vez que los expertos finalizaron su evaluación, se recogieron los resultados de todas sus respuestas (Tabla 2).

	Evaluaciones de los expertos															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
9.3.1 General page information	b	b	b	c	b	b	c	c	b	b	b	b	c	c	c	b
9.3.2 Consistent page layout	c	b	b	b	c	b	b	b	c	b	b	b	b	b	b	b
9.3.3 Placing title information consistently	b	b	b	b	c	c	b	c	b	b	b	b	b	b	c	b
9.3.4 Recognising new content	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b	c	b
9.3.5 Visualising temporal status	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b	b	b	c	b	b
9.3.6 Selecting appropriate page lengths	c	b	c	c	c	b	b	b	c	c	b	b	c	b	b	c
9.3.7 Minimise vertical scrolling	c	c	b	a	b	b	b	a	c	c	b	a	c	c	c	c
9.3.8 Avoiding horizontal scrolling	c	a	c	a	b	b	b	c	b	c	b	a	c	b	c	c
9.3.9 Using colour	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b

9.3.10 Using frames with care	c	b	b	c	c	b	b	a	c	c	b	c	a	b	c	c
9.3.11 Providing alternatives to frame-based presentation	b	b	c	b	b	a	b	b	b	c	b	b	c	b	b	b
9.3.12 Providing alternative text-only pages	b	b	b	b	a	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
9.3.13 Consistency across related Web sites	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
9.3.14 Using appropriate techniques for defining the layout of a page	b	b	b	c	b	b	b	b	b	b	b	c	c	b	b	b
9.3.15 Identifying all pages of a Web site	b	b	b	b	b	b	c	c	b	b	b	b	b	c	c	b
9.3.16 Providing printable document versions	c	c	a	a	a	a	b	a	c	c	b	c	c	c	a	c
9.3.17 Use of “white space”	b	b	b	c	b	c	c	b	b	c	b	b	b	b	c	a
9.4.2 Identification of links	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	c	b
9.4.3 Distinguishing adjacent links from each other	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	c	b	b
9.4.4 Distinguishing navigation links from transactions	b	b	b	c	b	b	b	b	b	b	b	b	b	a	b	b
9.4.5 Self-explanatory link cues	b	b	b	b	b	b	b	c	c	b	b	b	b	b	b	c
9.4.6 Using familiar terminology for navigation links	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
9.4.7 Using descriptive link labels	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b
9.4.8 Highlighting previously visited links	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b
9.4.9 Marking links to special targets	b	b	b	b	b	b	c	b	c	b	b	b	b	b	b	b
9.4.10 Marking links opening new windows	b	b	b	c	b	c	b	a	c	b	b	a	c	c	b	c
9.4.11 Distinguishing navigation links from controls	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
9.4.12 Distinguishable withinpage links	b	b	b	b	a	b	c	c	b	b	b	b	b	c	b	c
9.4.13 Link length	c	b	b	c	b	c	b	b	b	c	b	c	c	b	c	b
9.4.14 Redundant links	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	a	c	b	b	b	b
9.4.15 Avoiding link overload	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	c	b	b	b
9.4.16 Page titles as bookmarks	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b
9.5.1 Choosing appropriate interaction objects	b	b	c	c	b	a	b	c	c	b	b	b	b	a	c	c
9.5.2 Making interaction objects identifiable and understandable	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b	b	b	b	b
9.5.3 Providing keyboard shortcuts	a	c	c	a	a	a	c	a	c	a	b	a	a	a	c	c
9.6.1 Readability of text	b	b	c	c	b	b	b	b	b	b	b	c	b	b	b	b
9.6.2 Supporting text skimming	b	b	c	b	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	c	b
9.6.3 Writing style	b	b	b	b	b	c	b	b	c	c	b	c	b	b	b	b
9.6.4 Text quality	b	b	b	b	c	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
9.6.5 Identifying the language used	b	b	b	b	b	a	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b
9.6.6 Making text resizable by the user	c	b	c	b	b	b	b	b	c	c	b	b	c	c	c	b

Tabla 2. Respuestas de los expertos en la evaluación experta

Tal y como se mencionó anteriormente, las respuestas a) indican que el experto respondió que la directriz no es aplicable a dispositivos móviles; las respuestas b) indican que el experto respondió que la directriz es aplicable directamente a dispositivos móviles tal cual está enunciada; y las respuestas c) indican que el experto opinó que la directriz podría ser aplicable a dispositivos móviles, pero previa modificación.

3.2.2. Análisis de los resultados

Para analizar los resultados obtenidos, tal y como se explicó en la metodología seguida, se realizó un análisis CHI cuadrado (Tabla 3) para determinar si las respuestas se pueden considerar aleatorias para alguna de las directrices.

Directriz	Nº a)	Nº b)	Nº c)	p-valor
9.3.1	0,00%	62,50%	37,50%	0,317
9.3.2	0,00%	81,25%	18,75%	0,012
9.3.3	0,00%	75,00%	25,00%	0,046
9.3.4	0,00%	87,50%	12,50%	0,003
9.3.5	0,00%	87,50%	12,50%	0,003
9.3.6	0,00%	50,00%	50,00%	1,000
9.3.7	18,75%	31,25%	50,00%	0,305
9.3.8	18,75%	37,50%	43,75%	0,444
9.3.9	0,00%	100,00%	0,00%	0,000
9.3.10	12,50%	37,50%	50,00%	0,174
9.3.11	6,25%	75,00%	18,75%	0,002
9.3.12	12,50%	87,50%	0,00%	0,003
9.3.13	0,00%	100,00%	0,00%	0,000
9.3.14	0,00%	81,25%	18,75%	0,012
9.3.15	0,00%	75,00%	25,00%	0,046
9.3.16	37,50%	12,50%	50,00%	0,174
9.3.17	6,25%	62,50%	31,25%	0,022
9.4.2	0,00%	87,50%	12,50%	0,003
9.4.3	0,00%	87,50%	12,50%	0,003
9.4.4	6,25%	87,50%	6,25%	0,000
9.4.5	0,00%	81,25%	18,75%	0,012
9.4.6	0,00%	100,00%	0,00%	0,000
9.4.7	0,00%	93,75%	6,25%	0,000
9.4.8	0,00%	93,75%	6,25%	0,000
9.4.9	0,00%	87,50%	12,50%	0,003
9.4.10	12,50%	50,00%	37,50%	0,174
9.4.11	0,00%	100,00%	0,00%	0,000
9.4.12	6,25%	68,75%	25,00%	0,007
9.4.13	0,00%	56,25%	43,75%	0,617

9.4.14	12,50%	81,25%	6,25%	0,000
9.4.15	0,00%	87,50%	12,50%	0,003
9.4.16	0,00%	93,75%	6,25%	0,000
9.5.1	12,50%	50,00%	37,50%	0,174
9.5.2	0,00%	93,75%	6,25%	0,000
9.5.3	56,25%	6,25%	37,50%	0,047
9.6.1	0,00%	81,25%	18,75%	0,012
9.6.2	6,25%	81,25%	12,50%	0,000
9.6.3	0,00%	75,00%	25,00%	0,046
9.6.4	0,00%	93,75%	6,25%	0,000
9.6.5	6,25%	93,75%	0,00%	0,000
9.6.6	0,00%	56,25%	43,75%	0,617

Tabla 3. Análisis CHI cuadrado sobre las respuestas de la evaluación experta

En los casos en los que el p-valor era superior a 0,05 se considera que las respuestas de los expertos fueron aleatorias. Tal y como se puede ver en la Tabla 3, existen 10 directrices con ese caso (celdas con contenido marcado en negrita). Por lo tanto, para esas directrices será para las que haya que realizar la experimentación, que se explica en el apartado 3.3, ya que en esos casos no puede asegurarse una cierta tendencia sobre las respuestas de los usuarios que sea suficiente para indicar cómo quedaría enunciada finalmente la directriz para dispositivos móviles.

En cuanto al resto de directrices, habría que mantener enunciadas tal cual (mayoría de respuestas “b”) para dispositivos móviles las siguientes (se explican en cada caso los razonamientos apoyados por la mayoría de los expertos):

Directriz 9.3.2 Diseñar la página de forma coherente.

El 56,25% de los expertos (el 69,23% de los que respondieron “b”); es decir, que se debería mantener la directriz para dispositivos móviles) dicen que deben seguirse unos esquemas de disposición y presentación coherentes para facilitar la navegación del usuario, para ayudarle a encontrar la información deseada y para reconocer los elementos de navegación por su color, posición, etc. Además, el 18,75% de los expertos consultados opina que esta directriz es igual o más importante en las páginas web diseñadas para dispositivos móviles (debido a su pequeña pantalla) que en las páginas web para ordenadores.

Directriz 9.3.3 Colocar el título de forma coherente.

El 75% de los expertos consultados que opina que esta directriz se debería mantener para las páginas web diseñadas para dispositivos móviles justificó su razonamiento diciendo

que el título debe estar siempre localizado en un mismo lugar, independientemente del dispositivo, para no desorientar al usuario.

Directriz 9.3.4 Identificar nuevos contenidos.

Según el 68,75% de los expertos consultados (el 78,57% de los que respondieron que sería aplicable directamente), esta directriz es independiente del dispositivo, y los nuevos contenidos se deberían marcar mediante técnicas similares a las utilizadas en páginas web tradicionales (por ejemplo, listas ordenadas por fecha, contenido nuevo destacado con otro color o tipo de letra, etc.).

Directriz 9.3.5 Indicar el estado temporal.

Esta directriz debería mantenerse tal cual está enunciada para dispositivos móviles porque, según el 75% de los expertos consultados (el 85,71% de los que respondieron “b”), siempre debe detallarse el período de validez de los contenidos, independientemente del dispositivo, puesto que es algo necesario para el usuario.

Directriz 9.3.9 Uso de color.

El 75% de los expertos consultados respondió que esta directriz debería mantenerse porque depende únicamente del usuario (no del dispositivo), ya que los colores son captados por el usuario de la misma forma en un dispositivo móvil que en un ordenador.

Directriz 9.3.11 Proporcionar alternativas para presentaciones basadas en marcos.

El 83,33% de los expertos consultados que respondieron que esta directriz se debería mantener justificaron su respuesta diciendo que esta directriz es igual o más importante en páginas web para dispositivos móviles que en una página web tradicional, porque puede que los *frames* no funcionen como se espera en un navegador web para dispositivo móvil.

Directriz 9.3.12 Proporcionar páginas alternativas de sólo texto.

El 37,50% de los expertos consultados (el 42,86% de los que respondieron “b”) comentó que esta directriz debería ser aplicable directamente porque es importante que el usuario pueda leer el contenido de la página web si se diera el caso de que su dispositivo móvil no soporte *frames* ni CSS. También hubo otro 12,50% de expertos (14,29% de los que respondieron “b”) que justificó su respuesta diciendo que esta directriz es de vital importancia en dispositivos móviles, dado su tipo de conexión habitual (ancho de banda limitado en comparación con la que puede tener un ordenador) y su capacidad máxima de descarga

mensual (habitualmente limitado por las tarifas ofrecidas por las operadoras de telefonía móvil).

Directriz 9.3.13 Coherencia entre sitios web relacionados.

El 81,25% de los expertos consultados respondió que esta directriz debería ser aplicable directamente a dispositivos móviles porque es igual o más importante en las páginas web de este tipo de dispositivos que en las diseñadas para ordenador; es decir, es independiente del dispositivo.

Directriz 9.3.14 Utilizar técnicas adecuadas para definir el esquema de disposición y presentación de una página.

El 46,15% de los expertos que respondió que debería ser aplicable directamente justificó su respuesta diciendo que es cierto que debe utilizarse la técnica más adecuada, independientemente del dispositivo. Es decir, no entraron a valorar los tipos de técnicas más adecuados para cada caso, sino que opinaron que siempre se debe escoger la más adecuada, aunque luego sean diferentes dependiendo del dispositivo. En esta línea, el 25% de los expertos comentó expresamente que esta directriz es de vital importancia en dispositivos móviles porque hay una gran variedad de resoluciones de pantalla en estos dispositivos. Por otro lado, el 43,75% de los expertos consultados comentaron que el *layout* de una página web diseñada para dispositivos móviles debe ser distinto al de una página web diseñada para ordenador ya que, por ejemplo, puede que algunos dispositivos no soporten CSS.

Directriz 9.3.15 Identificar todas las páginas de un sitio web.

El 83,33% de los expertos que opinan que la directriz es aplicable a dispositivos móviles (el 62,50% del total de expertos) justificó su respuesta diciendo que esto no depende del dispositivo, sino que es algo que influye más sobre el usuario; es decir, será igual para páginas web diseñadas para dispositivos móviles que para las diseñadas para ordenador.

Directriz 9.3.17 El uso del “espacio en blanco”.

El 40% de los expertos consultados que opinan que la directriz es aplicable a dispositivos móviles justificó su respuesta diciendo que el espacio en blanco debe ser utilizado para una buena organización visual. De hecho, otro 30% de los expertos que respondieron “b” argumentaron que esta directriz tiene incluso más importancia en los dispositivos móviles, ya que disponer de demasiada parte de la pantalla en blanco puede provocar confusión al usuario en estos dispositivos, además de ocupar espacio innecesario en pantalla. Otro 20% de los

expertos que respondieron “b” justificó su respuesta diciendo que esto no depende del dispositivo, ya que tanto en dispositivos móviles como en ordenadores se pueden tener dificultades para ojear una página web si los espacios en blanco están mal gestionados.

Directriz 9.4.2 Identificación de enlaces.

Según el 64,29% de los expertos consultados que respondieron que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles, la identificación de los enlaces es importante en todos los dispositivos, y por lo tanto debería ser igual para páginas web diseñadas para ordenador que para las diseñadas para dispositivos móviles. Sin embargo, el 25% de los expertos consultados comentó que quizá la técnica para identificarlos debería variar de un dispositivo a otro ya que, por ejemplo, en los dispositivos móviles táctiles no se puede resaltar un texto cuando se pasa el ratón por encima, puesto que no existe el concepto de ratón. No obstante, la directriz no entra a valorar el tipo de técnica a utilizar, simplemente comenta que hay que poder identificar los enlaces, pero no dice cómo.

Directriz 9.4.3 Distinguir entre enlaces adyacentes.

El 85,71% de los expertos que respondieron que esta directriz es aplicable a dispositivos móviles (es decir, un 75% del total) justificaron su respuesta diciendo que la identificación de enlaces adyacentes debería ser igual tanto en páginas web diseñadas para ordenador como en las diseñadas para dispositivos móviles, ya que es algo independiente del dispositivo.

Directriz 9.4.4 Distinción entre enlaces de navegación y transacciones.

Según el 85,71% de los expertos que respondieron que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles, esto es algo que se debe cumplir porque depende de la percepción del usuario y no del dispositivo, por lo que no debería variar entre páginas web para PC y páginas web para dispositivos móviles.

Directriz 9.4.5 Pistas de enlace auto-explicativas.

El 69,23% de los expertos que respondieron que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 56,25% del total) argumentó su respuesta diciendo que esto es algo tan importante en un ordenador como en un dispositivo móvil. Además, el 23,08% de los expertos que respondieron “b” (el 18,75% del total) comentó expresamente que desde el punto de vista de un dispositivo móvil esto es incluso más importante porque evita navegar erróneamente debido al nombre de los enlaces, lo cual es especialmente importante porque

los tiempos de carga de las páginas web suelen ser mayores en este tipo de dispositivos, y además moverse de página en página no es muy cómodo con estos dispositivos.

Directriz 9.4.6 Uso de terminología familiar para los enlaces de navegación.

Según el 50% de los expertos consultados, esto debería cumplirse también en dispositivos móviles porque es dependiente del modelo mental del usuario e independiente del hardware. También el 43,75% de los expertos consultados indicó que es importante que los usuarios comprendan siempre los enlaces, ya sea por familiaridad o por haberlos utilizado en otros sistemas.

Directriz 9.4.7 Uso de etiquetas de enlace descriptivas.

El 73,33% de los expertos que opinaron que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 68,75% del total) justificó su respuesta diciendo que los nombres de los enlaces deben ser siempre claros y concisos, tanto en las páginas web diseñadas para ordenador como en las páginas web diseñadas para dispositivos móviles. El 13,33% de los que respondieron “b” (el 12,50% del total) indicaron que esto es incluso más importante en dispositivos móviles porque hay menos espacio en la pantalla y las etiquetas deben ser lo más descriptivas posible.

Directriz 9.4.8 Resaltar los enlaces visitados anteriormente.

Según el 66,67% de los expertos que respondieron que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles, esto debería cumplirse siempre en una página web, independientemente de si el dispositivo de visualización es un ordenador o un dispositivo móvil. Además, el 13,33% de los expertos que respondieron “b” (el 12,50% del total) justificó que no hay mayor problema en marcar con otro color los enlaces visitados en dispositivos móviles, ya que no supone una sobrecarga para la pantalla; es decir, no ocupa espacio adicional.

Directriz 9.4.9 Identificación de enlaces que van a objetivos especiales.

El 50% de los expertos consultados que respondió que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 43,75% del total) lo hizo porque se debe cumplir tanto en las páginas web diseñadas para ordenador como en las páginas web diseñadas para dispositivos móviles, puesto que es algo independiente del dispositivo. Además, el 42,86% de los expertos que respondieron “b” (el 37,50% del total) comentaron que es de especial importancia en dispositivos móviles, donde hay formatos que no se soportan o donde el tamaño de una descarga puede ser determinante para que un usuario decida descargar o no un fichero

(debido, por ejemplo, a que dispone de una conexión lenta, a que su tarifa de datos se ha agotado o a que puede agotar la capacidad máxima contratada).

Directriz 9.4.11 Distinguir los enlaces de navegación de los controles.

Según el 81,25% de los expertos consultados, esto se debe cumplir en todas las páginas web, independientemente de que estén diseñadas para ordenador o para dispositivos móviles, ya que es algo que depende del usuario y no del dispositivo hardware.

Directriz 9.4.12 Enlaces internos distinguibles.

Según el 72,73% de los expertos que opinaron que la directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 50% del total), esto debe cumplirse tanto en las páginas web diseñadas para ordenador como en las diseñadas para dispositivos móviles, ya que consideran que es algo independiente del dispositivo. Otro 18,18% de los expertos que respondieron “b” (el 12,50% del total) sugirieron que quizá un tema a estudiar sería si son necesarios los enlaces internos en páginas web para dispositivos móviles, ya que a lo mejor es preferible disponer de páginas web cortas en este tipo de dispositivos y por lo tanto puede que no fuera necesario este tipo de enlaces; pero esto no es objeto de esta directriz.

Directriz 9.4.14 Enlaces redundantes.

El 76,92% de los expertos que respondieron que sería aplicable directamente a dispositivos móviles (el 62,50% del total) justificó su respuesta diciendo que esto es algo que se debe cumplir en todo tipo de páginas web, independientemente del dispositivo utilizado para visualizarlas, ya que es algo que depende de la percepción del usuario.

Directriz 9.4.15 Evitar la sobrecarga de enlaces.

Según el 85,71% de los expertos que respondieron que la directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 75% del total), esto es igual o más importante en páginas web diseñadas para dispositivos móviles que en páginas web diseñadas para ordenador, ya que la sobrecarga puede ser mayor en los primeros dispositivos que en estos últimos, debido a que disponen de menos espacio en pantalla.

Directriz 9.4.16 Títulos de página como marcadores.

El 93,33% de los expertos que respondieron que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 93,75% del total) basó su argumentación en que esto debe cumplirse siempre, independientemente del dispositivo utilizado para visualizar la página web.

Directriz 9.5.2 Hacer que los objetos interactivos sean identificables y comprensibles.

Según el 80% de los expertos que respondió que la directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 81,25% del total), los objetos de interacción deben ser identificables, comprensibles y fáciles de utilizar siempre, independientemente del dispositivo utilizado.

Directriz 9.6.1 Legibilidad del texto.

El 76,92% de los expertos que respondieron que la directriz sería aplicable a dispositivos móviles (el 62,50% del total) justificó su respuesta diciendo que el texto debe ser siempre legible, independientemente del dispositivo utilizado para visualizar la página web; es decir, se debe cumplir tanto en páginas web diseñadas para ordenador como en las diseñadas para dispositivos móviles.

Directriz 9.6.2 Facilitar la exploración del texto.

Según el 53,85% de los expertos que respondieron que la directriz sería aplicable a dispositivos móviles (es decir, el 43,75% del total), esta directriz habría que cumplirla siempre, independientemente del dispositivo. Además, el 30,77% de los expertos que respondieron “b” (el 25% del total) destacaron que esto es igual o más importante en una página web diseñada para dispositivo móvil que en una página web diseñada para ordenador, dadas las limitaciones que tiene como, por ejemplo, el tamaño de su pantalla.

Directriz 9.6.3 Estilo de escritura.

Según el 58,33% de los expertos que respondieron que la directriz es aplicable a dispositivos móviles (es decir, el 43,75% del total), esta directriz también es independiente del dispositivo, por lo que debería cumplirse siempre. Por otro lado, el 41,67% de los expertos que respondieron “b” (es decir, el 31,25% del total) mencionaron expresamente que esto tiene especial importancia en dispositivos móviles, donde el ancho de la pantalla puede hacer que los párrafos se extiendan verticalmente, dificultando la lectura.

Directriz 9.6.4 Calidad del texto.

El 86,67% de los expertos que respondieron que esta directriz sería aplicable a dispositivos móviles (es decir, el 81,25% del total) justificó su respuesta diciendo, una vez más, que esto debe cumplirse siempre en cualquier página web, independientemente del dispositivo utilizado.

Directriz 9.6.5 *Identificar el lenguaje utilizado.*

Por último, esta directriz se debería mantener porque, según el 86,67% de los expertos que respondieron que sería aplicable a dispositivos móviles (es decir, el 81,25% del total), se debería poder identificar siempre el idioma de una página web, independientemente del dispositivo utilizado para visualizarla.

Por otro lado, habría que eliminar la siguiente directriz:

Directriz 9.5.3 *Proporcionar atajos de teclado.*

Su eliminación se propone en base a que, según el análisis, las respuestas no fueron aleatorias y la mayoría de expertos respondieron a); es decir, que no sería aplicable a dispositivos móviles. El razonamiento más apoyado por los expertos (en concreto, por un 55,56% de los que pensaban que la directriz no sería aplicable a dispositivos móviles) fue que en un dispositivo móvil es posible que no se disponga de teclado físico para poder realizar dichos atajos, y el teclado virtual sólo aparecerá cuando haya que introducir algún dato, por lo que la directriz no tendría sentido en este caso. También hubo otra vertiente, defendida por el 33,33% de los expertos que opinaron que la directriz no sería aplicable tal cual está enunciada, y es que los teclados de los dispositivos móviles (los que lo poseen) son difíciles de manejar, por lo que no tiene sentido usarlo como atajo para agilizar la navegación en este tipo de dispositivos.

Una vez determinadas las directrices que se mantendrían y eliminarían directamente a raíz de la evaluación experta, habrá que realizar el proceso de experimentación para todas las demás directrices; es decir, las determinadas por el análisis de los resultados de la evaluación experta (con el método de CHI cuadrado) como aquellas cuyas respuestas fueron aleatorias, esto es, para las diez directrices que tras la evaluación experta no han quedado directamente eliminadas o mantenidas tal cual están enunciadas. Estas directrices serán las siguientes: 9.3.1, 9.3.6, 9.3.7, 9.3.8, 9.3.10, 9.3.16, 9.4.10, 9.4.13, 9.5.1 y 9.6.6.

3.3. Experimentación

La experimentación que se llevará a cabo para comprobar si las directrices resultantes de la evaluación experta son aplicables a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles no será igual para todas ellas: en algunas se contará con usuarios, en otras con dispositivos móviles reales, y en otras con ambos.

Para plantear los experimentos con usuarios habrá que pensar como mínimo en dos alternativas a comparar (siguiendo la directriz y no siguiéndola), dependiendo de la directriz a comprobar, para apreciar una posible mejora en la usabilidad en alguno de los casos. Por tanto, lo siguiente que hay que pensar es en la forma de medir la usabilidad, ya que será lo que determine si es mejor para el usuario un caso u otro en cada experimento. Según la ISO 9241-11, la usabilidad es “la eficacia, eficiencia y satisfacción con la que un producto permite alcanzar objetivos específicos a usuarios específicos en un contexto de uso específico”. Por lo tanto, tal y como se desprende de su definición, la usabilidad se puede medir teniendo en cuenta las siguientes métricas: **eficacia**, **eficiencia** y **satisfacción**. Posteriormente en cada experimento con usuarios se decidirán las tareas a llevar a cabo para comparar los casos planteados, en base a estas métricas.

En todos los experimentos en los que participaron usuarios, se utilizó una cámara web que grababa en todo momento la pantalla que veía el usuario. Dicha cámara estaba unida a una estructura de metal, y ésta a su vez a una carcasa blanda específica para el tipo de dispositivo móvil utilizado en cada caso (Figura 1). La cámara estaba conectada a un ordenador por un cable USB, con lo cual los vídeos quedaban directamente grabados en dicho ordenador, para poder analizarlos posteriormente.



Figura 1. Mecanismo utilizado para grabar las interacciones del usuario en los experimentos llevados a cabo

A continuación se explican todos los experimentos ejecutados.

3.3.1. Experimento 1: Directriz 9.3.1.

El primer experimento que se llevó a cabo fue para comprobar si la directriz 9.3.1. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles o si, por el contrario, la directriz debería ser eliminada o modificada para ello. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.3.1”.

3.3.1.1. Hipótesis

La directriz 9.3.1 trata sobre la información general en las páginas web de PC, y afirma que cada una de ellas debería mostrar un título descriptivo y, si fuera relevante, el autor y la fecha de actualización de la misma.

El 62,50% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría ser aplicable directamente a dispositivos móviles. De todos ellos, el 60% justificó su respuesta diciendo que esto es independiente del dispositivo que se utilice (PC o móvil), ya que depende de la percepción del usuario más que del medio para visualizar el contenido. Por otra parte, el 40% de estos expertos (de los que piensan que no sería aplicable la directriz a dispositivos móviles tal cual está enunciada) apuntó que es importante indicar el título para que el usuario sepa lo que se puede encontrar en la página; y el 30% indicó que le parecía importante indicar el autor y la fecha de actualización, ya que conocer el autor puede aportar al usuario una cierta fiabilidad de la información, mientras que conocer la fecha de actualización de la página es importante porque ayuda a relativizar la información: puede tener distinto valor según la fecha en la que se publicara. De ser cierto lo que comentan estos expertos, la directriz se mantendría para dispositivos móviles tal cual está enunciada para PC.

Por otro lado, el 37,50% de los expertos indicó que la directriz no sería aplicable a dispositivos móviles tal cual está enunciada; es decir, pensaron que necesitaría ser modificada. De todos ellos, el 50% justificó su respuesta diciendo que habría que tener cuidado con la información que se muestra en las páginas web de dispositivos móviles, debido al pequeño tamaño de la pantalla de estos. En concreto, mencionaron que la colocación de dichos elementos descriptivos (título, autor y fecha de actualización) debería ser realizada con cierto criterio, no ocupando un espacio que podría ser utilizado para mostrar información más relevante, o incluso teniendo en cuenta en cada caso si es absolutamente necesaria su existencia. En esta línea, el 33,33% de los expertos que opinaron que la directriz sería aplicable directamente a dispositivos móviles justificó su respuesta diciendo que el autor y la fecha de modificación se consideran datos secundarios; es decir, no es una información totalmente

necesaria en un dispositivo móvil, ya que el usuario está más interesado en el contenido de la página que en la información que se puede extraer de estos datos. De ser cierto lo que comentan estos expertos, la directriz podría ser (1) eliminada o (2) modificada, en función de los resultados que se obtengan tras realizar el experimento.

Para comprobar si es válida la directriz para dispositivos móviles, habrá que comprobar si los usuarios expertos en m-learning (profesores y alumnos) opinan que es necesario y/o útil mostrar esta información en los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles; ya que de lo contrario la directriz se podría eliminar; es decir, no sería aplicable al m-learning. Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis para plantear el experimento: “Cada objeto docente basado en web de un curso m-learning debería mostrar un título descriptivo y, si fuera relevante, el autor y la fecha de actualización del mismo”.

3.3.1.2. Planteamiento del experimento

Para empezar, se piensa en diseñar una encuesta (Anexo 2) dirigida a los principales usuarios del m-learning (es decir, alumnos y profesores), para comprobar si piensan que es importante que se muestre la información que indica la directriz (título, autor y fecha de actualización) en los objetos docentes basados en web para m-learning, ya que de lo contrario la directriz no tendría sentido tal cual está enunciada y debería ser modificada para proponer otro tipo de información a mostrar en dichos objetos, o directamente eliminada.

La encuesta se diseñará pensando en preguntar por separado para cada uno de los datos que hay que comprobar (título, autor y fecha de actualización), y se preguntará sobre si piensan que es (1) necesario o (2) útil mostrarlos en los objetos docentes basados en web para m-learning. Además, para detectar si los usuarios de m-learning piensan que existe otro tipo de información relevante que se debería mostrar en ese caso pero no es ninguna de las tres mencionadas en la directriz, se preguntará también (en una pregunta de respuesta libre) si hay alguna otra información que consideran (1) imprescindible o (2) recomendable mostrar.

Por último, debido a que con la palabra *título* se podría interpretar que la directriz se refiere al título que aparece en la ventana del navegador, se preguntará en la encuesta si los usuarios de e-learning piensan que sería necesario y/o útil poner el título del objeto docente en la ventana de la página web, tanto en PC como en dispositivos móviles.

Resumiendo, la encuesta constará de las siguientes preguntas:

- P1. Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar el título del objeto docente.
- P2. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre el título del objeto docente.
- P3. Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar el autor del objeto docente.
- P4. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre el autor del objeto docente.
- P5. Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar la fecha de última actualización del objeto docente.
- P6. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre la fecha de última actualización del objeto docente.
- P7. Creo que sería NECESARIO (es decir, imprescindible) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web.
- P8. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web.
- P9. ¿Qué otra información cree que es IMPRESCINDIBLE (es decir, usted lo incluiría siempre) en un objeto docente basado en web?
- P10. ¿Qué otra información cree que sería RECOMENDABLE (es decir, no sería necesario incluirlo obligatoriamente, pero sí sería positivo) en un objeto docente basado en web?
- P11. Creo que sería NECESARIO (es decir, imprescindible) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web cuando el objeto docente va a ser visualizado desde un dispositivo móvil.
- P12. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web cuando el objeto docente va a ser visualizado desde un dispositivo móvil.

Las preguntas 1 a 8, 11 y 12 fueron respondidas según el grado de conformidad del encuestado con cada una, en una escala Likert de 1 a 5, donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. Por otro lado, las preguntas 9 y 10 eran de respuesta libre, por lo que en esos casos no se utilizó ninguna escala.

Se puede observar que las preguntas 1 a 6, 9 y 10 están únicamente diseñadas de forma general, sin repetirlas para objetos docentes para dispositivos móviles; y en cambio las preguntas 11 y 12 sí se plantean para dispositivos móviles, correspondiéndose con las preguntas 7 y 8 generales. Esto es debido a que las primeras tratan sobre datos que habría que mostrar o no, independientemente del dispositivo, ya que son preguntas que afectan más al plano cognitivo que al tecnológico (es decir, son independientes del dispositivo utilizado). En cambio, las otras preguntas mencionadas (7, 8, 11 y 12) tratan sobre el título de la ventana de la página web, hecho que podría afectar (es decir, variar) si se trata de objetos docentes en general u objetos docentes en dispositivos móviles.

Adicionalmente a las preguntas anteriores, se tomarán las justificaciones de las mismas por parte de los encuestados.

3.3.1.3. Realización

El experimento se llevó a cabo con 28 sujetos, de los cuales el 71,43% eran hombres y 28,57% mujeres. El 50% eran alumnos, el 32,14% profesores y el 17,86% eran ambas cosas. El 35,72% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 25% tenía entre 25 y 34 años; el 32,14% tenía entre 35 y 49 años; y el 7,14% tenía 50 años o más. De todos ellos, el 50% se consideraba experto en el uso del móvil, así como un 32,14% se consideraba de un nivel intermedio, y un 17,86% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 14,29% de los sujetos tenía estudios de Bachillerato finalizados y estaba estudiando una carrera; otro 14,29% tenía estudios de módulo de grado superior; el 7,14% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; otro 7,14% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 25% disponía de un Máster y el 32,14% eran doctores. Con respecto al uso de Internet en el dispositivo móvil, el 14,29% reconoció no haberlo utilizado nunca, el 7,14% rara vez, el 17,86% a veces y el 60,71% mucho. En cuanto al uso del dispositivo móvil para el aprendizaje, el 67,85% respondió que nunca lo ha utilizado, el 17,86% lo usa rara vez y el 14,29% a veces. Ninguno respondió que lo utilizara mucho para el aprendizaje virtual.

Para llevar a cabo el experimento se implementó la encuesta en un sistema online (LimeSurvey⁷). Los resultados se explican a continuación.

3.3.1.4. Resultados

Los resultados de las respuestas a las preguntas 1 a 6 se muestran en la Tabla 4, y la distribución de las respuestas en la Figura 2, Figura 3 y Figura 4.

⁷ LimeSurvey - the free & open source survey software tool. <http://www.limesurvey.org/>

Pregunta	Media	Desviación estándar
P1. Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar el título del objeto docente.	4,071	0,979
P2. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre el título del objeto docente.	4,393	1,066
P3. Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar el autor del objeto docente.	2,429	1,200
P4. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre el autor del objeto docente.	3,000	1,563
P5. Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar la fecha de última actualización del objeto docente.	3,607	1,315
P6. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre la fecha de última actualización del objeto docente.	4,357	0,678

Tabla 4. Resultados de las respuestas de los usuarios a las preguntas 1 a 6 del experimento 9.3.1

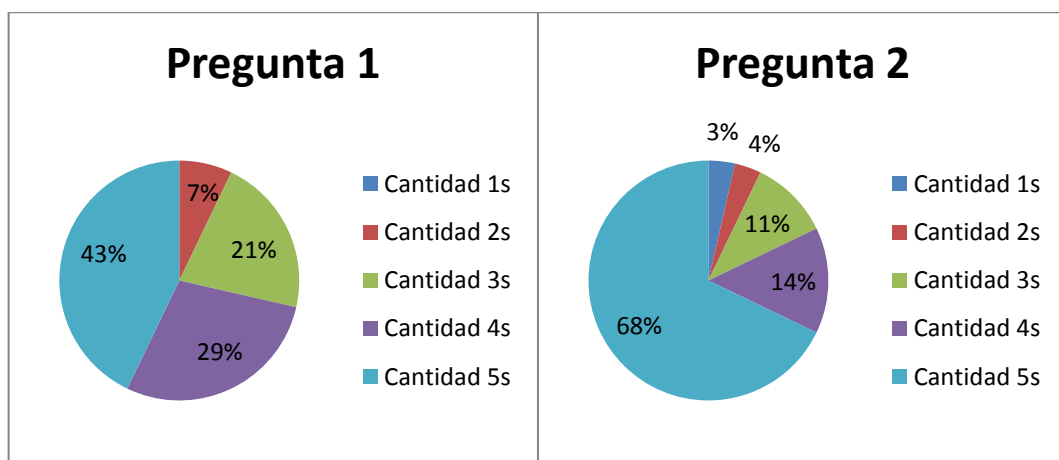


Figura 2. Distribución de las respuestas a las preguntas 1 (izquierda) y 2 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1

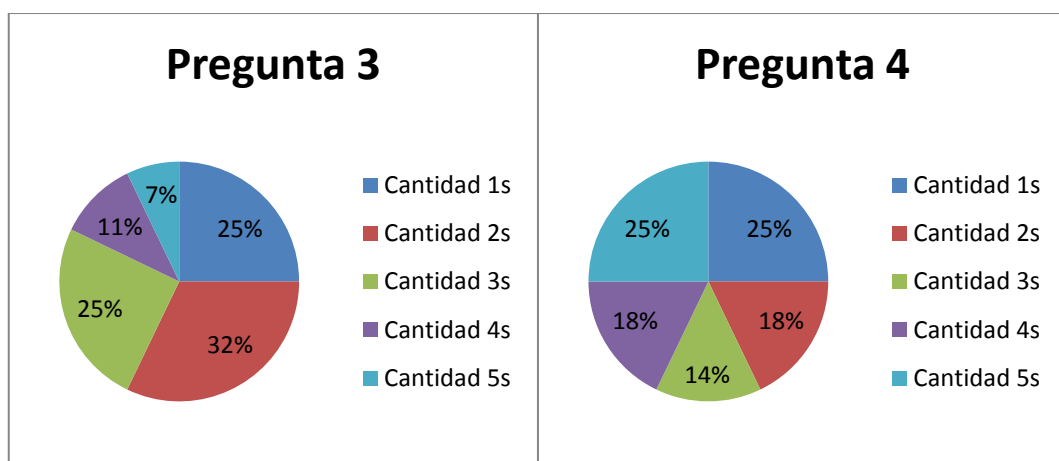


Figura 3. Distribución de las respuestas a las preguntas 3 (izquierda) y 4 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1

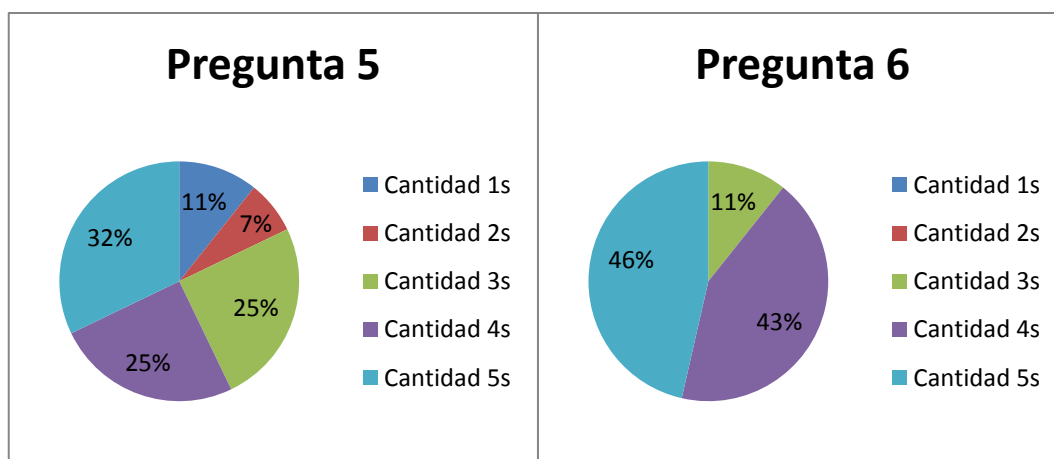


Figura 4. Distribución de las respuestas a las preguntas 5 (izquierda) y 6 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1

El 50% de los encuestados (el 42,86% de los alumnos, el 55,56% de los profesores y el 60% de los que son ambas cosas) justificó que el título es necesario (pregunta 1) en los objetos docentes diciendo que sirve para preparar mentalmente al alumno sobre lo que va a estudiar y es bueno que el alumno esté ubicado en todo momento, de forma que sepa lo que está aprendiendo dentro del esquema general de la materia.

Por otro lado, el 46,43% de los encuestados (el 46,67% de los alumnos, el 44,44% de los profesores y el 40% de los que son ambas cosas) justificó que el título es útil (pregunta 2) en los objetos docentes por un motivo parecido al de la anterior pregunta, ya que dicen que permite ubicar al alumno para que sepa qué es lo que va a estudiar y ayuda a que se haga una idea global sobre qué va a tratar el contenido, y de esta manera no se pierda. También conviene destacar que el 33,33% de los profesores y el 14,29% de los alumnos (es decir, un 17,86% del total de encuestados) indicó que el título no sería sólo útil, sino también necesario en todos los casos.

En cuanto a si es necesario indicar el autor de los objetos docentes (pregunta 3), el 57,14% de los encuestados (el 53,33% de los alumnos, el 44,44% de los profesores y el 80% de los que son ambas cosas) respondió que no es imprescindible, sino secundario, ya que no aporta mayor claridad al contenido (es decir, no es necesario conocerlo para utilizar y aprender del objeto docente), ni ayuda en la navegación. Por otro lado, el 14,29% de los encuestados (el 14,29% de los alumnos, el 11,11% de los profesores y el 20% de los que son ambas cosas) respondieron que es necesario indicar el autor, sobre todo si se utiliza material creado por otra persona.

Con respecto a si sería útil mostrar el autor de los objetos docentes (pregunta 4), el 21,43% de los encuestados (el 14,29% de los alumnos, el 22,22% de los profesores y el 40% de los que son ambas cosas) respondió que sí porque en algunas ocasiones puede aportar veracidad sobre los datos mostrados; es decir, ayudar a decidir si el objeto docente es bueno en función de la credibilidad que se tenga del autor. Por otro lado, el 17,86% (el 20% de los alumnos y el 40% de los que son alumno y profesor a la vez) respondió que no ve necesario mostrar esta información porque conocer el autor es algo secundario; es decir, no suele añadir ninguna información relevante a priori. Por último, el 14,29% de los encuestados (el 14,29% de los alumnos, el 11,11% de los profesores y el 20% de los que son ambas cosas) respondió en un término medio, diciendo que mostrar el autor es útil pero que no debería mantenerse presente durante toda la lectura; es decir, que podría mostrarse sólo bajo petición del alumno, por ejemplo, al pulsar en un enlace de “más información”. Otra respuesta en término medio fue la que dio el 14,29% de los encuestados, y es que podría ser útil mostrarlo sólo en casos concretos como, por ejemplo, para conocer otros trabajos del mismo autor (el 7,14% de los alumnos y el 33,33% de los profesores), o si se tomara alguna parte de otro autor, para respetar los derechos de autor (el 14,29% de los alumnos y el 22,22% de los profesores).

En cuanto a si es necesario mostrar la fecha de actualización del objeto docente (pregunta 5), el 42,86% de los encuestados (el 46,67% de los alumnos, el 44,44% de los profesores y el 20% de los que son ambas cosas) respondió que puede ser interesante para el alumno saber si lo que está aprendiendo está actualizado u obsoleto. Sin embargo, el 21,43% de los encuestados (el 14,29% de los alumnos, el 11,11% de los profesores y el 60% de los que son ambas cosas) dijo que esto dependería de la materia del objeto docente, ya que algunas no varían con el tiempo (por ejemplo, las matemáticas) pero hay otras en las que los avances son continuos (por ejemplo, en la salud o en las nuevas tecnologías), y en este último caso sí sería necesario mostrarla.

Por último, en cuanto a si sería útil mostrar la fecha de actualización del objeto docente (pregunta 6), el 42,86% de los encuestados (el 42,86% de los alumnos, el 55,56% de los profesores y el 20% de los que son ambas cosas) justificó que sí porque puede ser interesante para el alumno saber si lo que está aprendiendo está actualizado; es decir, si es información reciente o si es útil en el momento actual. También el 17,86% (el 20% de los alumnos y el 40% de los que son alumno y profesor a la vez) respondió que sí porque así el usuario está informado de inmediato en cuanto a las actualizaciones y podrá acceder a los recursos más actualizados, ya que sabrá qué versión del documento está leyendo. Cabe destacar también el razonamiento de otro 14,29% de los encuestados (el 7,14% de los alumnos, el 22,22% de los

profesores y el 20% de los que son ambas cosas), y es que en las áreas que evolucionan rápidamente (por ejemplo, la informática) el contenido antiguo puede ser inservible para el aprendizaje, por lo que es bueno contar con las últimas novedades, y al mostrar la fecha de actualización se puede saber si esas novedades han sido aplicadas al contenido sin necesidad de revisar el objeto docente por completo.

Por otro lado, se analizaron las respuestas a las preguntas 7, 8, 11 y 12; ya que son la misma pregunta pero las dos primeras son dirigidas a objetos docentes en general y las dos siguientes a objetos docentes en m-learning. Los resultados se muestran en la Tabla 5, y la distribución de las respuestas en la Figura 5 y en la Figura 6.

Pregunta	Media	Desviación estándar
P7. Creo que sería NECESARIO (es decir, imprescindible) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web.	3,643	1,193
P8. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web.	4,429	0,790
P11. Creo que sería NECESARIO (es decir, imprescindible) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web cuando el objeto docente va a ser visualizado desde un dispositivo móvil.	3,500	1,427
P12. Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web cuando el objeto docente va a ser visualizado desde un dispositivo móvil.	4,179	1,090

Tabla 5. Resultados de las respuestas de los usuarios a las preguntas 7, 8, 11 y 12 del experimento 9.3.1

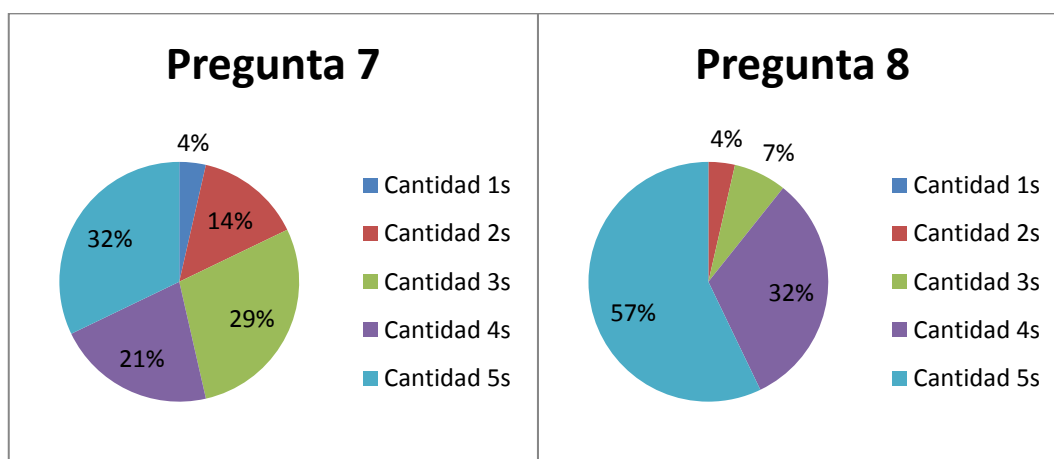


Figura 5. Distribución de las respuestas a las preguntas 7 (izquierda) y 8 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1

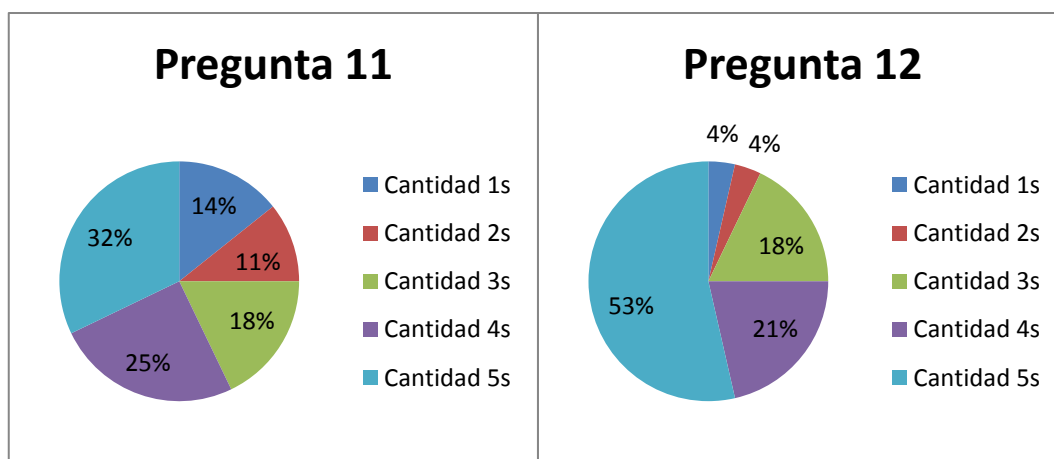


Figura 6. Distribución de las respuestas a las preguntas 11 (izquierda) y 12 (derecha) de la encuesta del experimento 9.3.1

Con respecto a si es necesario incluir el título del objeto docente en la ventana de la página web (pregunta 7), el 14,29% de los encuestados (el 28,57% de los alumnos) dijo que sí, para saber en todo momento dónde se encuentran; es decir, qué están leyendo. También el 10,71% (el 21,43% de los alumnos) respondió que esto puede aportar información al alumno para saber rápidamente qué están visualizando. Otro 14,29% (el 20% de los alumnos y el 11,11% de los profesores) respondió que esto sería recomendable cuando se utilizaran varias ventanas, pero que no sería estrictamente necesario para aportar claridad al contenido. En esta línea justificó su respuesta el 10,71% de los encuestados (el 7,14% de los alumnos y el 22,22% de los profesores), que dijeron que es útil mostrar el título en la ventana cuando se minimiza ésta, ya que en ese caso es la única información que se puede visualizar, y por ello ayuda a la navegación.

En cuanto a si sería útil incluir el título del objeto docente en la ventana de la página web (pregunta 8), el 21,43% (el 28,57% de los alumnos y el 22,22% de los profesores) respondió que sí, puesto que de esta forma es más sencillo moverse entre ventanas e identificar la página entre las que se tienen abiertas simultáneamente; es decir, ayuda a la navegación. También el 14,29% (el 21,42% de los alumnos y el 11,11% de los profesores) respondió que sí, pero su justificación fue que sería útil para saber en todo momento qué es con lo que se está trabajando; y el 14,29% (el 21,42% de los alumnos y el 11,11% de los profesores) aclaró que para ellos sería recomendable, pero no obligatorio. Por último, para el 10,71% de los encuestados (el 7,14% de los alumnos y el 22,22% de los profesores) esto sería útil cuando se minimizara la ventana, ya que el título de la misma es lo único que se muestra en ese caso.

Con respecto a si sería necesario incluir el título del objeto docente en la ventana de la página web en un dispositivo móvil (pregunta 11), el 21,43% de los encuestados (el 33,33% de los alumnos y el 20% de los que son alumno y profesor a la vez) respondió que sí porque permite al alumno situarse dentro de la formación y de lo que está viendo. Lo contrario opina el 17,86% (el 7,14% de los alumnos y el 44,44% de los profesores), que justifican que incluir el título puede dificultar la visualización en una pantalla tan pequeña como la de los dispositivos móviles, por lo que debería mostrarse sólo lo imprescindible porque tienen poco espacio para situar todo el contexto de un objeto docente. Sin embargo, el 17,86% (el 21,43% de los alumnos y el 22,22% de los profesores) advierte que su visualización en dispositivos móviles dependerá del navegador, ya que algunos ocultan la ventana de título de la página web, y por lo tanto no se podrá mostrar, aunque así se desee.

En cuanto a si sería útil incluir el título del objeto docente en la ventana de la página web en un dispositivo móvil (pregunta 12), el 21,43% de los encuestados (el 33,33% de los alumnos y el 20% de los que son alumno y profesor a la vez) opina que sí porque ayuda al usuario a situarse en la web y a saber qué objeto docente está estudiando, lo cual es complicado a veces en un dispositivo móvil. Por otro lado, el 22,22% de los profesores (un 7,14% del total de encuestados) dice que no lo considera útil, aunque no da motivos para ello.

Por último, quedan por explicar los resultados de las respuestas a las preguntas 9 y 10. Como estas preguntas eran de respuesta libre, se han clasificado las respuestas de los usuarios para obtener los resultados en base a porcentajes, los cuales se exponen a continuación.

El 42,86% de los encuestados (el 46,67% de los alumnos, el 22,22% de los profesores y el 60% de los que son ambas cosas) no indicó ninguna otra información que creyera que es imprescindible mostrar en un objeto docente (pregunta 9). Sin embargo, otros encuestados sí especificaron alguna otra información, por ejemplo, el 10,71% (el 14,29% de los alumnos y el 11,11% de los profesores) cree que sería necesario incluir la estructura de la que está compuesto el objeto docente (es decir, un índice o un menú) para poder desplazarse entre los diferentes temas o apartados que lo componen; así como otro 10,71% (el 7,14% de los alumnos, el 11,11% de los profesores y el 20% de los que son ambas cosas) cree necesario conocer la disposición del objeto dentro de la estructura, en caso de que éste forme parte de una estructura formativa. También hubo respuestas menos apoyadas en general, como que se debería incluir la institución responsable (7,14% de los encuestados) para que el alumno tenga una cierta noción de la confianza que puede esperar del objeto docente, o la fecha de creación (7,14% de los encuestados).

Por último, en cuanto a otro tipo de información que los usuarios creen que sería recomendable incluir sobre un objeto docente (pregunta 10), el 42,86% (el 60% de los alumnos, el 11,11% de los profesores y el 40% de los que son ambas cosas) no indicó ninguna. Sin embargo, sí hubo algunos encuestados que señalaron alguna información como “recomendable” a incluir sobre un objeto docente. En concreto, el 10,71% (el 7,14% de los alumnos y el 22,22% de los profesores) dijo que se podría incluir la duración prevista, y otro 10,71% (el 14,29% de los alumnos y el 11,11% de los profesores) respondió que se podrían indicar los conocimientos previos necesarios para estudiar el objeto docente. Por último, el 22,22% de los profesores (un 7,14% del total de encuestados) sugirió que sería recomendable mostrar el tamaño del objeto docente, para que el alumno se haga una idea sobre si su descarga o ejecución será rápida o lenta.

Para comprobar la validez (es decir, si el instrumento realmente mide lo que debe medir) y confiabilidad (es decir, la confianza de los datos recolectados) de la encuesta se calculó el Alfa de Cronbach para las preguntas anteriormente mencionadas, dando como resultado $\alpha = 0,7407$. El valor obtenido es mayor que 0,7 (valor habitual de referencia), lo que valida su uso para la recolección de datos.

	Respuestas “1” y “2”		Respuestas “3”		Respuestas “4” y “5”	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
P1	2	7,14	6	21,43	20	71,43
P2	2	7,14	3	10,71	23	82,15
P3	16	57,14	7	25	5	17,86
P4	12	42,86	4	14,28	12	42,86
P5	5	17,86	7	25	16	57,14
P6	0	0	3	10,71	25	89,29
P7	5	17,86	8	28,57	15	53,57
P8	1	3,57	2	7,14	25	89,29
P11	7	25	5	17,86	16	57,14
P12	2	7,14	5	17,86	21	75

Tabla 6. Respuestas de los usuarios a las preguntas 1 a 8, 11 y 12 del experimento 9.3.1, clasificadas en tres grupos

Para analizar los datos expuestos y poder obtener conclusiones dirigidas a mantener, modificar o eliminar la directriz inicial, se decidió dividir las respuestas de los encuestados (de aquellas preguntas con respuesta en una escala de Likert) de la siguiente forma (Tabla 6): las respuestas que fueron 1 ó 2 en la escala de Likert se tomaron como un único valor (negativo) para el análisis; las respuestas que fueron 3 sobre 5 se quedaron tal cual; y las respuestas que fueron 4 ó 5 se tomaron como otro único valor (positivo). De esta manera se podría decidir

claramente entre si la mayoría de los encuestados respondió de manera positiva o de manera negativa a las afirmaciones.

Una vez determinados estos nuevos valores (Tabla 6), se hizo un análisis CHI cuadrado y se obtuvieron para cada pregunta los datos que se reflejan en la Tabla 7.

Pregunta	p-valor
P1	<0,001
P2	<0,001
P3	0,025255715
P4	0,101693088
P5	0,025255715
P6	<0,001
P7	0,059514854
P8	<0,001
P11	0,025255715
P12	<0,001

Tabla 7. Análisis CHI cuadrado sobre las respuestas de los usuarios a las preguntas 1 a 8, 11 y 12 del experimento 9.3.1

El análisis con CHI cuadrado indica que, cuando los p-valores obtenidos son $>0,05$, las respuestas son aleatorias. En este caso, por tanto, sólo se puede decir que las respuestas de los encuestados fueron aleatorias para las preguntas 4 y 7 (marcadas con negrita en la Tabla 7). Para el resto de las preguntas se puede decir que las respuestas de los encuestados no fueron aleatorias.

3.3.1.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se podrían obtener las siguientes conclusiones:

- En cuanto al **título** y la **fecha de actualización** de un objeto docente, los datos sugieren que es **útil y necesario** mostrarlos.
- Los datos sugieren que **no es necesario** mostrar **siempre** el **autor** de un objeto de aprendizaje, aunque puede que **en ocasiones** sea **útil**. Por ejemplo, tal y como comentaron algunos de los encuestados, podría mostrarse cuando para crear el objeto docente **se tomaran partes prestadas** de otro autor, respetando así los derechos de autor.
- En cuanto a mostrar el **título** del objeto docente **en la ventana** de la página web, los datos sugieren que sería **necesario** y **útil** hacerlo siempre que se esté tratando con dispositivos móviles (es decir, **en m-learning**). Sin embargo, **en**

casos generales (por ejemplo, e-learning para PC) los datos sugieren que es **útil** hacerlo, aunque **no claramente necesario**.

- Según las respuestas obtenidas, la mayoría (42,86%) de los usuarios encuestados **no** creen que sea **necesario ni útil** incluir ningún **otro tipo de información** sobre un objeto docente.
- Teniendo en cuenta todo lo anterior, se podría decir que la **hipótesis inicial** (“Cada objeto docente basado en web de un curso m-learning debería mostrar un título descriptivo y, si es relevante, el autor y la fecha de actualización del mismo”) se debería rechazar, o al menos **no se aceptaría totalmente**. Por lo tanto, sería necesario **reescribir la directriz**, que quedaría enunciada de la siguiente manera: *“Cada objeto docente basado en web de un curso m-learning debería mostrar un título descriptivo y la fecha de actualización del mismo, además del autor, siempre que este último sea útil por algún motivo (por ejemplo, para respetar los derechos de autor)”*. Adicionalmente, debería incluirse en el cuerpo de la directriz (o como una nueva directriz) lo siguiente: *“Es importante mostrar el título del objeto docente en la ventana de la página web si se está trabajando con dispositivos móviles, y recomendable en otros casos generales”*.

Como futuro trabajo se podría plantear volver a ejecutar la encuesta con más profesores y personas con perfil tanto de alumno como de profesor (los denominados anteriormente como “ambas cosas”), para poder obtener resultados significativos divididos por colectivos (profesor, alumno y ambas cosas). En este caso los sujetos no eran suficientes para cada grupo, por lo que no se pudo realizar esto.

3.3.2. Experimento 2: Directriz 9.3.6.

El segundo experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.3.6. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.3.6”.

3.3.2.1. Hipótesis

La directriz 9.3.6. trata sobre la longitud de página adecuada en las páginas web de PC, y afirma que la longitud de la página debería seleccionarse dependiendo del propósito principal de la página. En concreto, indica que las páginas cortas son más apropiadas para páginas

principales, páginas de navegación o páginas de visión general que necesitan ser leídas de forma rápida; y las páginas largas son más apropiadas para los casos en los que los usuarios necesitan leer el contenido sin interrupciones o cuando las páginas tienen que tener formato de impresión.

El 50% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles. Téngase en cuenta que, a partir de este punto, los porcentajes irán referidos en cuanto a los expertos que respondieron que esta directriz no sería aplicable directamente a dispositivos móviles. De todos ellos, el 62,50% utilizó el siguiente razonamiento para llegar a esa conclusión: Las páginas web deberían ser, en general, más cortas en un dispositivo móvil que en un PC (debido a la diferencia en el tamaño de la pantalla de ambos), para evitar tener demasiado scroll, lo cual es incómodo para los usuarios. Esto queda además respaldado por otro razonamiento en el que coinciden el 25% de esos expertos, y es que los dispositivos móviles no están optimizados o destinados a la lectura prolongada, por lo que hay que seleccionar cuidadosamente la longitud de estas páginas. Por lo tanto, lo que aquí podrían querer decir los expertos es que sería preferible crear las páginas web para dispositivos móviles con menos contenidos que las páginas web de PC, para hacerlas más cortas en general. En caso de que estos expertos estuvieran en lo cierto, la directriz sería diferente para PC y para dispositivos móviles, por lo que su enunciado cambiaría.

Por otro lado, el 25% de los expertos consultados se ciñó únicamente al título de la directriz, sin centrarse en el contenido, y justificó que la directriz no cambiaría en caso de aplicarse a dispositivos móviles, ya que “seleccionar la longitud adecuada para la página” debería cumplirse siempre, independientemente del dispositivo, aunque ello implicara que el contenido de la directriz cambiara (es decir, que las páginas cortas fueran más adecuadas para unos casos en PC y para otros en dispositivos móviles; y lo mismo para las páginas largas).

Tomando como cierto el título de la directriz (tal y como propone este último grupo de expertos), habrá que comprobar únicamente si el contenido de la directriz cambiará al adaptarse a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis para plantear el experimento: “Las páginas web cortas son preferibles en m-learning para páginas principales, de navegación y de visión general del curso (es decir, páginas que necesitan ser leídas rápidamente); mientras que las páginas largas son más apropiadas cuando el usuario quiere leer el contenido sin interrupciones o cuando desea poder imprimirlas, por ejemplo, para los contenidos del curso”.

3.3.2.2. Planteamiento del experimento

Para comprobar si la hipótesis planteada en el anterior apartado es válida, se diseñó un experimento que constaba de dos partes:

1. Comprobar el mejor método de distribución de contenidos para objetos docentes cortos basados en web.
2. Comprobar el mejor método de distribución de contenidos para objetos docentes largos basados en web.

En la parte 2 del experimento (comprobar el mejor método de distribución de contenidos para objetos docentes largos basados en web) se pidió a los usuarios que buscaran una serie de palabras que se le iban indicando; mientras que en la parte 1 (comprobar el mejor método de distribución de contenidos para objetos docentes cortos basados en web) del experimento, además de esto, se les pidió que respondieran también algunas preguntas. A partir de aquí, la descripción del planteamiento de la parte 2 del experimento es la misma que se hará en el experimento 9.3.7 (exceptuando la parte de enlaces internos), por lo que a continuación se describirá únicamente el planteamiento de la parte 1.

El objetivo era comparar la usabilidad de distintas distribuciones de contenidos, y esto se hizo, tal y como se indicó anteriormente, mediante las métricas eficacia, eficiencia y satisfacción (desprendidas de la definición de *usabilidad* de la ISO 9241-11).

Como la hipótesis trata sobre la preferencia de los contenidos m-learning a mostrar en las páginas web cortas y largas, habrá que comparar la usabilidad de un mismo contenido en dos distribuciones distintas (todo en la misma página y con paginación), tanto para contenidos cortos (por ejemplo, la página principal con índice de un curso) como para contenidos largos (por ejemplo, el texto de un capítulo del curso). Tal y como se dijo anteriormente, el planteamiento del experimento para las páginas largas se trata en el siguiente capítulo, por lo que aquí se expone únicamente el planteamiento para las páginas cortas.

Para comprobar el contenido más adecuado para las páginas cortas se diseñaron dos tipos de páginas web (Figura 7), cada una de las cuales contenía el mismo texto, pero distribuido de forma distinta. De esta forma se podría comparar la usabilidad de las distintas distribuciones de contenidos. En este caso el contenido era la página principal de un curso m-learning sobre la Teoría de la Evolución de Charles Darwin, que contenía una pequeña presentación del curso y un índice con el temario del que constaba.

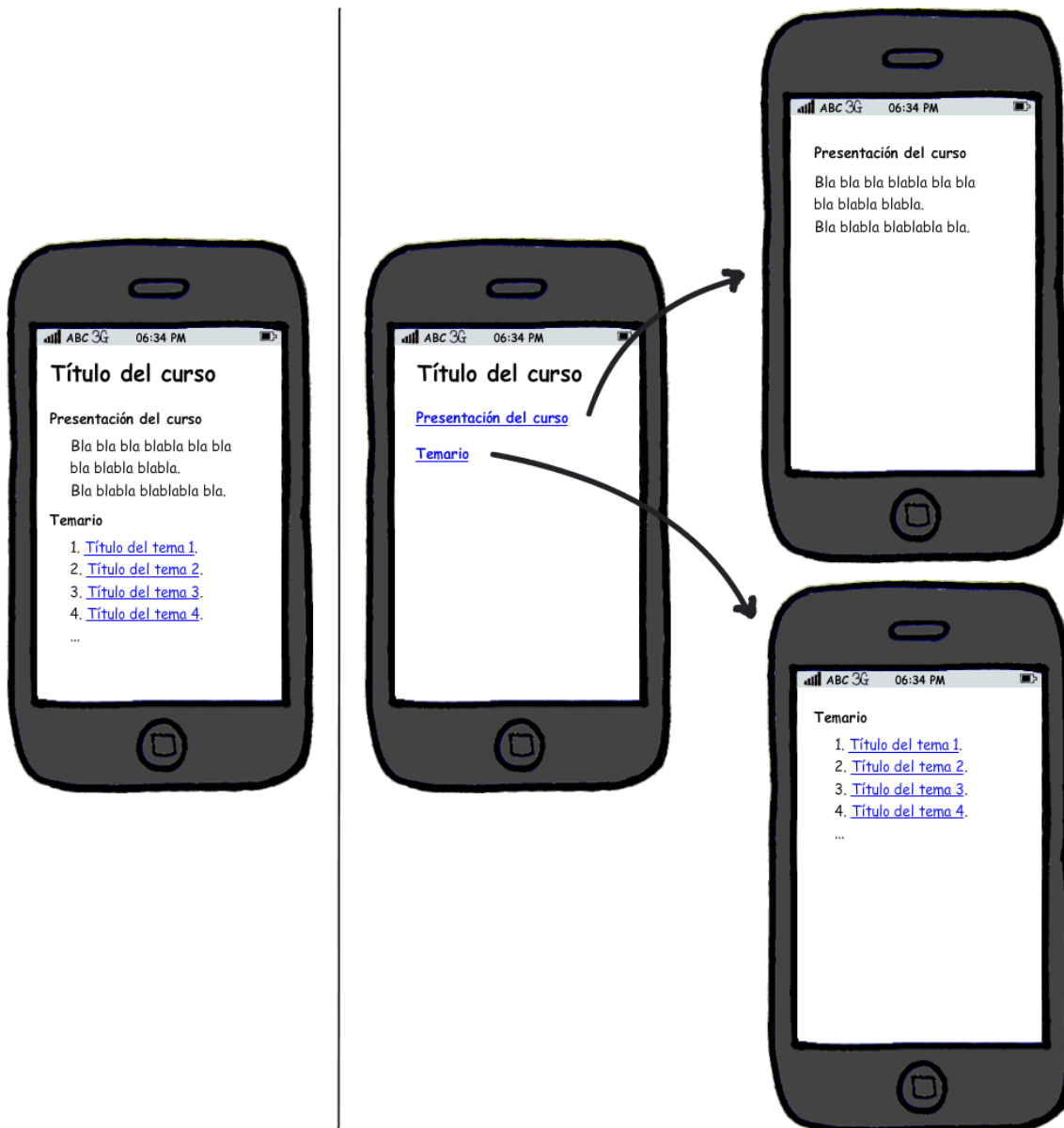


Figura 7. Prototipo de páginas web diseñadas para la parte 2 del experimento 9.3.6: todo en una página (izquierda) y con paginación (derecha)

En la primera página web el contenido del objeto docente se encontraba en una única página; mientras que en la segunda éste estaba paginado, es decir, en una primera interfaz el usuario visualizaría las distintas secciones (en este caso, por simplificar, sólo dos: “Presentación del curso” y “Temario”) y para continuar leyendo el contenido de cada una debía pulsar el enlace correspondiente.

Los usuarios debían buscar una serie de palabras que se le indicaran, de manera que así se podría medir la **eficacia** de una forma objetiva mediante la contabilización del número de errores cometidos (a mayor número de errores, menor eficacia) y de si el usuario era capaz de realizar con éxito la tarea (es decir, encontrar la palabra). Es importante mencionar que los

errores de cada usuario se obtuvieron contando el número de veces que leían “de más” el fragmento de texto más leído; es decir, si el usuario encontraba la palabra la primera vez que leía el texto, el número de errores era 0; y si, por ejemplo, el fragmento más leído fue visualizado 4 veces, entonces el número de errores sería 3. Así pues, la fórmula para calcular el número de errores en este caso fue la siguiente:

$$n^{\circ} \text{ de errores} = n^{\circ} \text{ veces que lee el fragmento de texto más leído} - 1$$

Además de buscar palabras, se pidió a los usuarios que respondieran algunas preguntas sobre el texto. Para esto también se mediría la eficacia contando el número de errores cometidos (de la misma forma que se indicó para la búsqueda de palabras) y teniendo en cuenta si el usuario realizó con éxito la tarea o no (es decir, responder o no correctamente).

Otro de los parámetros a medir fue el tiempo que tardaron los usuarios en encontrar cada palabra o en responder cada pregunta. De esta forma se podría medir la **eficiencia**, teniendo en cuenta la media de tiempo que se tardó en encontrar la palabra o en responder la pregunta en cada uno de los casos. Tras una prueba inicial con un usuario piloto, se observó que la eficiencia a la hora de encontrar cada palabra dependía mucho de la posición de ésta en el texto; es decir, si la palabra estaba al comienzo del texto, el usuario tardaría poco tiempo en encontrarla; mientras que si estaba al final, tardaría más. Debido a esto, se optó por solicitar a los usuarios que buscaran dos palabras para cada tipo de distribución de contenidos: una palabra cercana al comienzo del texto (en adelante, palabra “cercana”), y otra palabra que se encontrara al final del texto (en adelante, palabra “lejana”). Este dato los usuarios no lo conocían ya que, de haber sido así, podrían haber sido influenciados e ir directamente en cada momento a buscar la palabra al principio o al final del texto, según correspondiera, y este hecho habría sesgado los resultados. Lo mismo ocurrió para las preguntas en el caso de las páginas cortas: se crearon preguntas de respuesta verdadero/falso y de respuesta libre, cuyas respuestas estaban unas más cercanas al comienzo del texto y otras más lejanas.

Por último, tras realizar el experimento, los usuarios rellenaron una encuesta de **satisfacción** (Anexo 3) en la que se les preguntaba acerca de cuán cómodo y fácil de utilizar les parecía cada una de las distintas distribuciones de contenidos utilizadas durante la realización del experimento, así como el nivel de eficiencia que ellos veían en cada una de las distribuciones, tanto para buscar palabras como para responder preguntas. De esta forma se podría medir la eficiencia también de una manera subjetiva, además de la objetiva que se comentó anteriormente. También se preguntó sobre qué tipo de distribución de contenidos opinaban que sería mejor para mostrar varios tipos de páginas web (páginas principales, de

navegación, de visión general, páginas que se necesitan leer sin interrupciones y páginas que se desea poder imprimir) en un dispositivo móvil, ya que todas ellas son de interés en el m-learning (habrá páginas de presentación del curso, de navegación por el curso, de contenidos web, de contenidos en documentos, etc.). Además, se hicieron algunas preguntas enfocadas al m-learning, para que indicaran qué tipo de distribución de contenidos les parecía más adecuado para una página de presentación o visión general de un curso, para un capítulo determinado de un curso y para un curso completo en general. En la encuesta también se hicieron preguntas de respuesta libre, de forma que se pudieran identificar los razonamientos de los usuarios acerca de sus preferencias por un tipo de distribución u otro en cada caso encuestado.

A cada usuario se le repartieron aleatoriamente los tratamientos, de manera que cada usuario hizo el experimento dos veces (con una palabra “cercana” y con una palabra “lejana”) con cada distribución (el contenido mostrado en una única página y mostrado con paginación). Es decir, de cada usuario se tomaron cuatro muestras en total sobre la búsqueda de palabras. Por otro lado, las preguntas también se repartieron aleatoriamente, de manera que un usuario respondió una pregunta de cada tipo (una de verdadero/falso y otra de respuesta libre): una con la distribución “en una única página” y otra con la distribución de “paginación”. Por lo tanto, en total de cada usuario se tomaron seis muestras: cuatro de búsqueda de palabras y dos de respuestas a preguntas.

Para ir llevando a cabo el experimento con los usuarios, se creó una ficha de ejecución del experimento, donde estaban contenidos todos los tratamientos que habría que aplicar a cada usuario (tipo de distribución - en una única página y paginación - y palabra a buscar o pregunta a responder), y que fueron previamente designados de forma aleatoria, haciendo que para cada distribución se buscaran una palabra “cercana” y otra “lejana”, y cada usuario respondiera una pregunta de verdadero/falso con una distribución y una pregunta de respuesta libre con otra distribución.

3.3.2.3. Realización

Al igual que en el caso del planteamiento del experimento, en este apartado se explica únicamente la ejecución de la parte 1 del experimento, ya que la ejecución de la parte 2 se expone en el apartado *Realización* del experimento 9.3.7.

El experimento se llevó a cabo con 19 sujetos, de los cuales el 68,42% eran hombres y el 31,58% mujeres. El 47,37% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 36,84% tenía entre 25 y

34 años; y el 15,79% tenía más de 35 años. De ellos, el 42,11% se consideraba experto en el uso del móvil, así como otro 42,11% se consideraba de un nivel intermedio, y un 15,79% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 21,05% de los sujetos tenían estudios de Bachillerato finalizados y estaban cursando una carrera; el 15,79% tenía estudios de módulo de grado superior; el 10,53% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; el 10,53% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 36,84% disponía de un Máster y el 5,26% eran doctores.

Para llevar a cabo el experimento se utilizó un dispositivo móvil de marca Apple, modelo iPhone 4, y una cámara web que grababa la pantalla que veía el usuario y guardaba los vídeos en un ordenador, de la forma anteriormente descrita (apartado 3.3).

Por cada usuario se grabaron seis vídeos, uno por cada combinación factor (tipo de distribución de contenido) - distancia a la palabra, y uno por cada combinación factor - pregunta:

- Uno con todo el contenido en la misma página y palabra “cercana”.
- Otro con todo el contenido en la misma página y palabra “lejana”.
- Otro con paginación y palabra “cercana”.
- Otro con paginación y palabra “lejana”.
- Otro con todo el contenido en la misma página y respuesta a una pregunta.
- Otro con paginación y respuesta a otra pregunta.

Estos vídeos iban siendo grabados conforme se iba siguiendo la ficha de ejecución del experimento (es decir, no eran ejecutados exactamente en ese orden, sino aleatoriamente), mientras el usuario buscaba la palabra o la respuesta a una pregunta. Una vez grabados todos los vídeos, el usuario respondía a la encuesta.

3.3.2.4. Resultados

Los resultados obtenidos se exponen a continuación, divididos en las partes indicadas anteriormente (comprobación del mejor método de distribución de contenidos para páginas cortas y para páginas largas), cada una de las cuales a su vez se divide en los tres apartados de las métricas de usabilidad utilizadas.

3.3.2.4.1. Comprobación del mejor método de distribución de contenidos para páginas cortas

A continuación se exponen los resultados obtenidos para la primera parte del experimento.

Eficacia

Para medir la eficacia, tal y como se mencionó anteriormente, se contabilizó el número de errores que cometieron los sujetos al buscar las palabras (“cercana” y “lejana”) en cada configuración, es decir, con paginación y con el contenido en la misma página; y se tuvo en cuenta si realizó con éxito la tarea o no. Lo mismo ocurre con las preguntas: se contabilizó el número de errores al responder cada pregunta (según la fórmula indicada anteriormente) y se examinó si el usuario fue capaz de responder correctamente a la pregunta.

Por lo tanto, para analizar los resultados se optó por observar los datos desde dos perspectivas distintas:

- Los resultados para la búsqueda de palabras.
- Los resultados para la respuesta a preguntas.

Para cada una de estas perspectivas, se examinó lo siguiente:

- La influencia de la distribución de contenidos sobre la realización con éxito de la tarea.
- La influencia de la distribución de contenidos sobre el número de errores.
- La influencia de la localización de la palabra en el texto sobre la realización con éxito de la tarea (sólo para la búsqueda de palabras).
- La influencia de la localización de la palabra en el texto sobre el número de errores (sólo para la búsqueda de palabras).

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

La eficacia en la búsqueda de palabras

En este apartado se explican los resultados de la búsqueda de palabras desde la perspectiva de la eficacia; es decir, por un lado si se realizó con éxito la tarea o no, y por otro lado el número de errores que se cometieron mientras se llevó a cabo la tarea.

Influencia de la distribución de contenidos sobre la realización con éxito de la tarea

En la Tabla 8 pueden apreciarse los datos sumativos correspondientes a la capacidad para realizar la tarea (en este caso, encontrar la palabra solicitada), divididos por tipo de distribución para la búsqueda de palabras.

	Se encontró la palabra		No se encontró la palabra	
	N	%	N	%
En la misma página	38	100	0	0,00
Paginación	37	97,37	1	2,63
Total	75	98,68	1	1,32

Tabla 8. Datos sumativos del éxito (eficacia) por tipo de distribución para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

En los datos sumativos no se aprecia ninguna diferencia importante entre distribuir los contenidos en la misma página o con paginación, ya que no hay demasiada diferencia en los casos con éxito para cada tipo de distribución.

Influencia de la distribución de contenidos sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media del número de errores de todos los sujetos para cada distribución de contenidos, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados pueden verse en la Tabla 9.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
En la misma página	0,2105	0,5280	0,000
Paginación	0,2890	0,8980	0,000

Tabla 9. Estadísticas básicas del número de errores por tipo de distribución para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

En la Figura 8 se pueden observar los histogramas correspondientes al número de errores (eficacia) para cada uno de los tipos de distribuciones de contenidos.

A continuación se realizó un test de normalidad a los datos, para así poder determinar el método de análisis más adecuado. Los resultados se muestran en la Tabla 10.

	p
En la misma página	<0,005
Paginación	<0,005

Tabla 10. Test de normalidad del número de errores (eficacia) por tipo de distribución para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

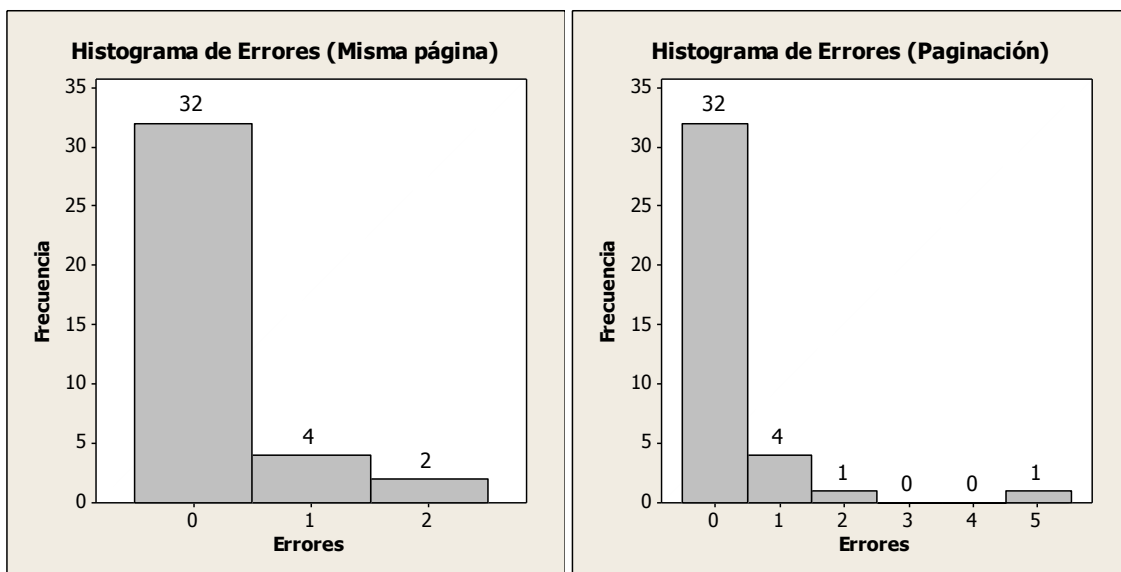


Figura 8. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: misma página (izquierda) y paginación (derecha) para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,987$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,00$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de distribución de contenidos sea mejor (en cuanto al número de errores) que el otro para la búsqueda de palabras.

Influencia de la localización de la palabra en el texto sobre la realización con éxito de la tarea

En la Tabla 11 pueden apreciarse los datos sumativos correspondientes a la capacidad para realizar la tarea (en este caso, encontrar la palabra solicitada), divididos por la localización de la palabra en el texto.

	Se encontró la palabra		No se encontró la palabra	
	N	%	N	%
Palabra cercana	38	100	0	0,00
Palabra lejana	37	97,37	1	2,63
Total	75	98,68	1	1,32

Tabla 11. Datos sumativos del éxito (eficacia) por localización de la palabra en el texto para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

En los datos sumativos no se aprecia ninguna diferencia importante en los casos con éxito para cada localización de la palabra en el texto.

Influencia de la localización de la palabra en el texto sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media del número de errores de todos los sujetos para cada localización de la palabra en el texto, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes (Tabla 12).

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	0,1579	0,0708	0,000
Palabra lejana	0,3420	0,1520	0,000

Tabla 12. Estadísticas básicas del número de errores (eficacia) por localización de la palabra en el texto, para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

En la Figura 9 se pueden observar los histogramas correspondientes al número de errores (eficacia) para las distintas localizaciones de la palabra en el texto.

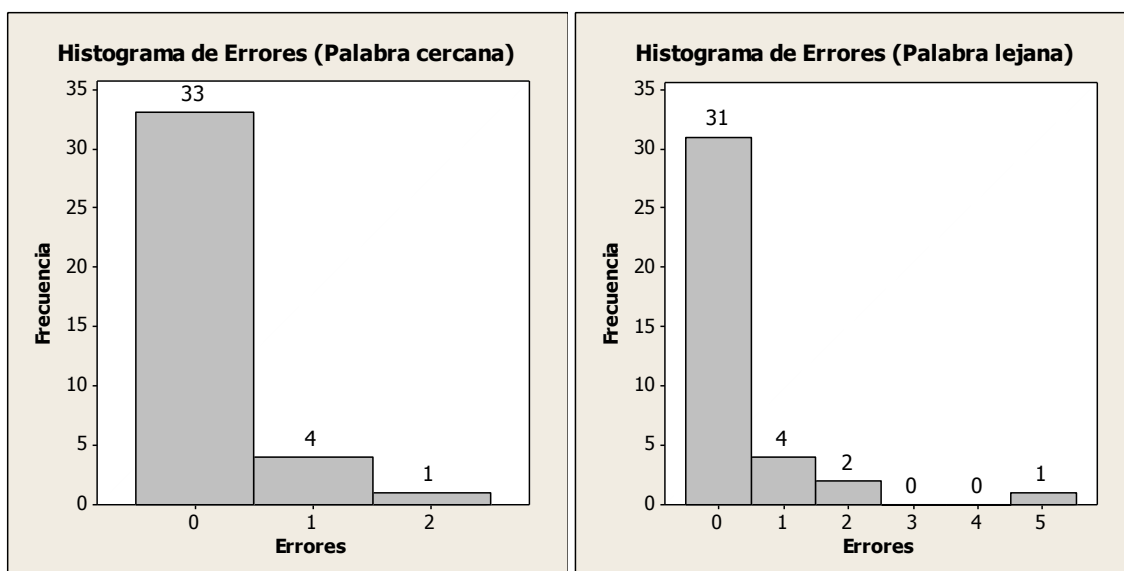


Figura 9. Histogramas de errores (eficacia) en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha), para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos, para así poder determinar el método de análisis más adecuado. Los resultados se pueden ver en la Tabla 13.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 13. Test de normalidad de errores (eficacia) por localización de la palabra para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,486$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,49$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la localización de la palabra en el texto influya en el número de errores para la búsqueda de palabras.

La eficacia en la respuesta a preguntas

En este apartado se explican los resultados de la búsqueda de respuestas a preguntas desde la perspectiva de la eficacia; es decir, por un lado si se realizó con éxito la tarea o no, y por otro lado el número de errores que se cometieron mientras se llevó a cabo la tarea.

Influencia de la distribución de contenidos sobre la realización con éxito de la tarea

En la Tabla 14 pueden apreciarse los datos sumativos correspondientes a la capacidad para realizar la tarea (en este caso, responder correctamente a la pregunta), divididos por tipo de distribución para la respuesta a preguntas.

	Se respondió correctamente		No se respondió correctamente	
	N	%	N	%
En la misma página	17	89,47	2	10,53
Paginación	18	94,74	1	5,26
Total	35	92,11	3	7,89

Tabla 14. Datos sumativos del éxito (eficacia) por tipo de distribución para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6

En los datos sumativos no se aprecia ninguna diferencia importante entre distribuir los contenidos en la misma página o con paginación, ya que no hay demasiada diferencia en los casos con éxito para cada tipo de distribución.

La influencia de la distribución de contenidos sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media del número de errores de todos los sujetos para cada distribución de contenidos, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes (Tabla 15).

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
En la misma página	0,2110	0,5350	0,000
Paginación	0,1053	0,3153	0,000

Tabla 15. Estadísticas básicas del número de errores por tipo de distribución para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6

En la Figura 10 se pueden observar los histogramas correspondientes al número de errores (eficacia) para cada uno de los tipos de distribuciones de contenidos.

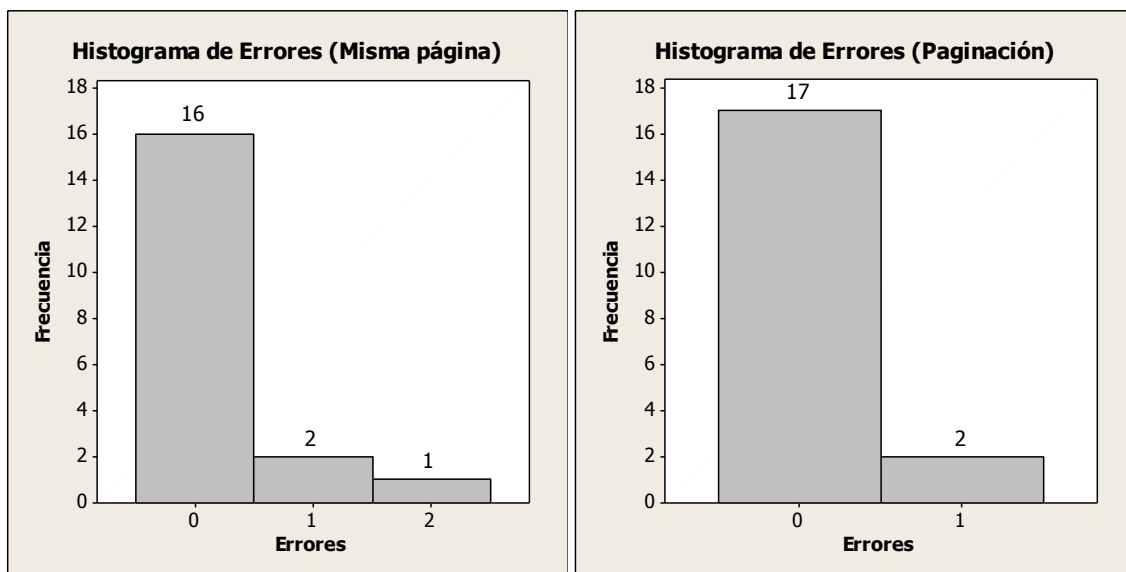


Figura 10. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: misma página (izquierda) y paginación (derecha), para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 16), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
En la misma página	<0,005
Paginación	<0,005

Tabla 16. Test de normalidad del número de errores (eficacia) por tipo de distribución para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,601$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,27$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de distribución de contenidos sea mejor (en cuanto al número de errores) que el otro para la respuesta a preguntas.

Resumiendo, para la búsqueda de palabras en el texto no se puede decir que haya diferencia significativa sobre la eficacia (ni para la realización con éxito de la tarea, ni para minimizar el número de errores) por parte de la distribución de contenidos, ni tampoco por la localización de la palabra en el texto. Es decir, la distribución de contenidos y la localización de la palabra en el texto no influyen en la eficacia para la búsqueda de palabras. Lo mismo ocurre con la respuesta a preguntas: ni la distribución de contenidos ni la localización de la palabra en

el texto influyen en la eficacia (ni en el número de errores, ni en la realización con éxito de la tarea).

Eficiencia

En el caso de la **eficiencia**, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en encontrar la palabra o en responder la pregunta con cada configuración.

Al igual que ocurría con la eficacia, para analizar los resultados sobre la eficiencia se decidió observar los datos desde dos perspectivas diferentes:

- Resultados para la búsqueda de palabras.
- Resultados para la respuesta a preguntas.

Para ambas perspectivas se examinó la influencia de la distribución de contenidos sobre la eficiencia. En el caso de la búsqueda de palabras se estudió también la influencia de la localización de la palabra en el texto sobre la eficiencia.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

La eficiencia en la búsqueda de palabras

En este apartado se explican los resultados de la búsqueda de palabras desde la perspectiva de la eficiencia, es decir, el tiempo en el que se realizó la tarea.

Influencia de la distribución de contenidos sobre la eficiencia

Para empezar, se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada tipo de distribución (Tabla 17).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
En la misma página	46,16	30,58	41,00
Paginación	54,97	50,48	41,50

Tabla 17. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de distribución para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

En la Figura 11 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de distribuciones de contenidos. Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

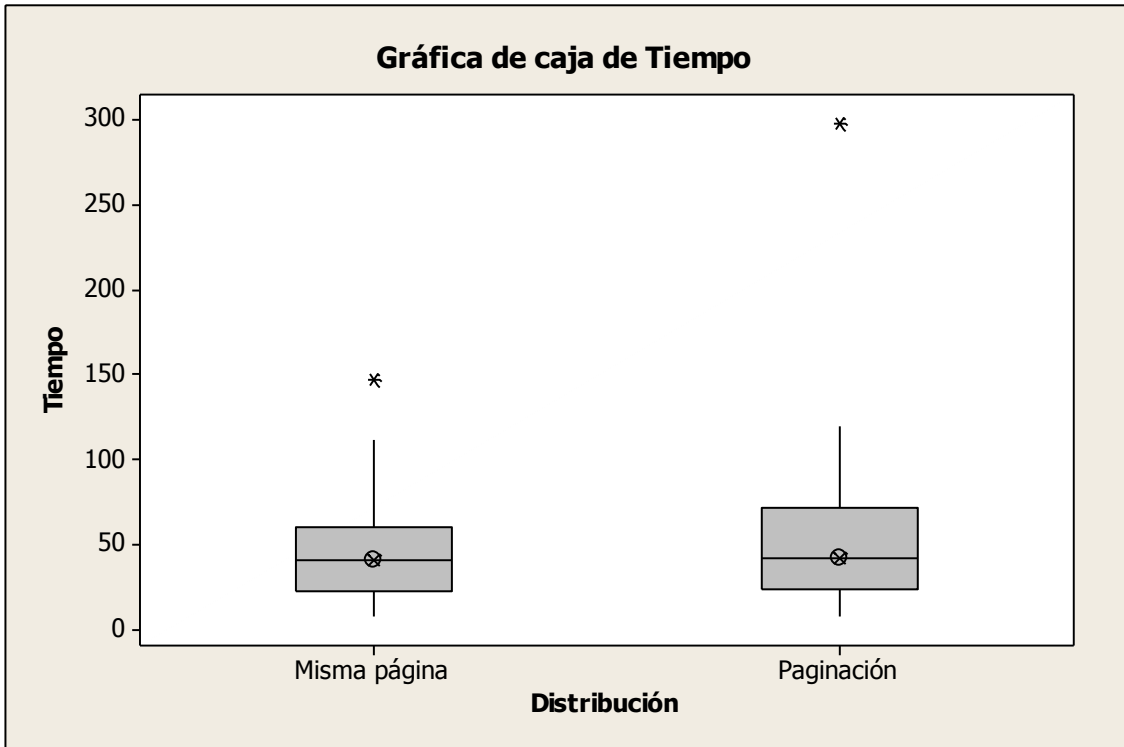


Figura 11. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 18.

	p
En la misma página	<0,005
Paginación	<0,005

Tabla 18. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de distribución para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

Tal y como se puede apreciar, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,622$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,24$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de distribución de contenidos sea mejor (en términos de eficiencia) que el otro para la búsqueda de palabras.

Influencia de la localización de la palabra sobre la eficiencia

Para empezar, se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada tipo de localización de la palabra. Los resultados se muestran en la Tabla 19.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	91,3	79,8	57,5
Palabra lejana	173,4	96,0	174,5

Tabla 19. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de localización de la palabra en el texto para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

En la Figura 12 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de localización de la palabra en el texto.

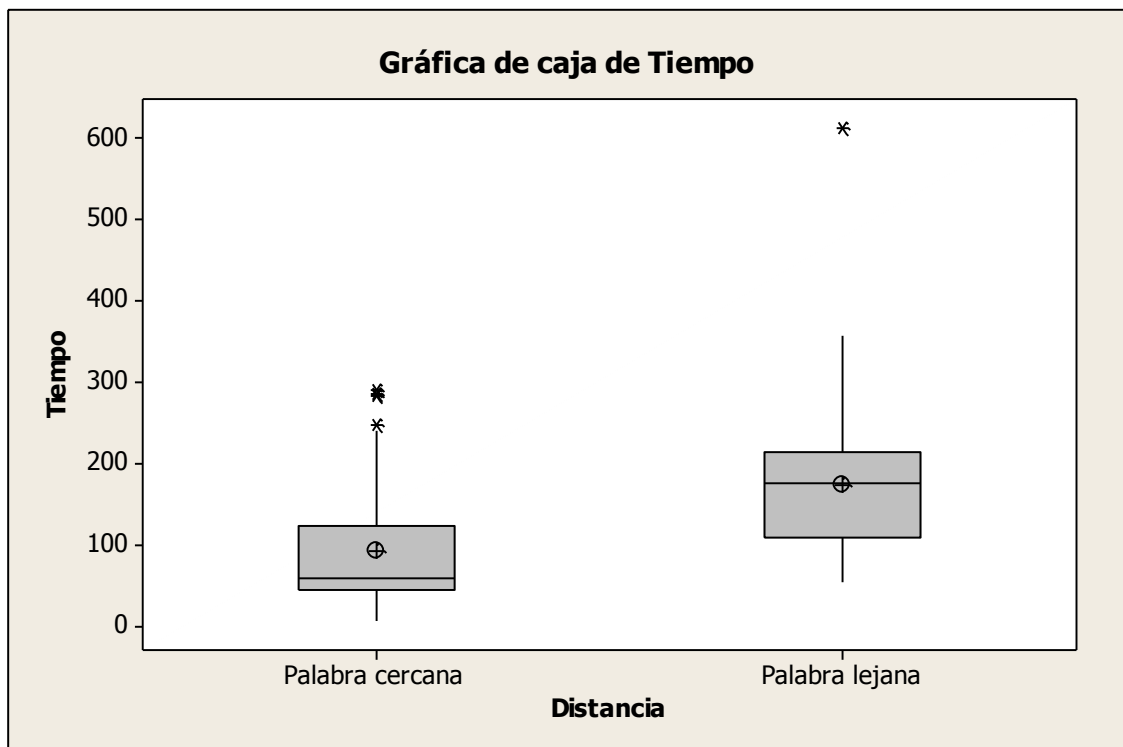


Figura 12. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha) para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 20.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 20. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de localización de la palabra en el texto para la búsqueda de palabras en páginas cortas del experimento 9.3.6

Los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(1) = 24,36$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que las palabras “cercanas” se localizan en menos tiempo que las “lejanas” en páginas web cortas, tal y como se supuso en el planteamiento del experimento.

La eficiencia en la respuesta a preguntas

En este apartado se explican los resultados de la respuesta a preguntas desde la perspectiva de la eficiencia, es decir, el tiempo en el que se realizó la tarea.

La influencia de la distribución de contenidos sobre la eficiencia

Para empezar, se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada tipo de distribución (Tabla 21).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
En la misma página	63,00	51,30	52,00
Paginación	57,79	31,14	54,00

Tabla 21. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de distribución para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6

En la Figura 13 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de distribuciones de contenidos. El valor atípico (mostrados con un “x” en el gráfico de cajas) no se debe a ningún hecho en concreto que haga que sea inválidos, por lo que se tendrá en cuenta para los análisis posteriores.

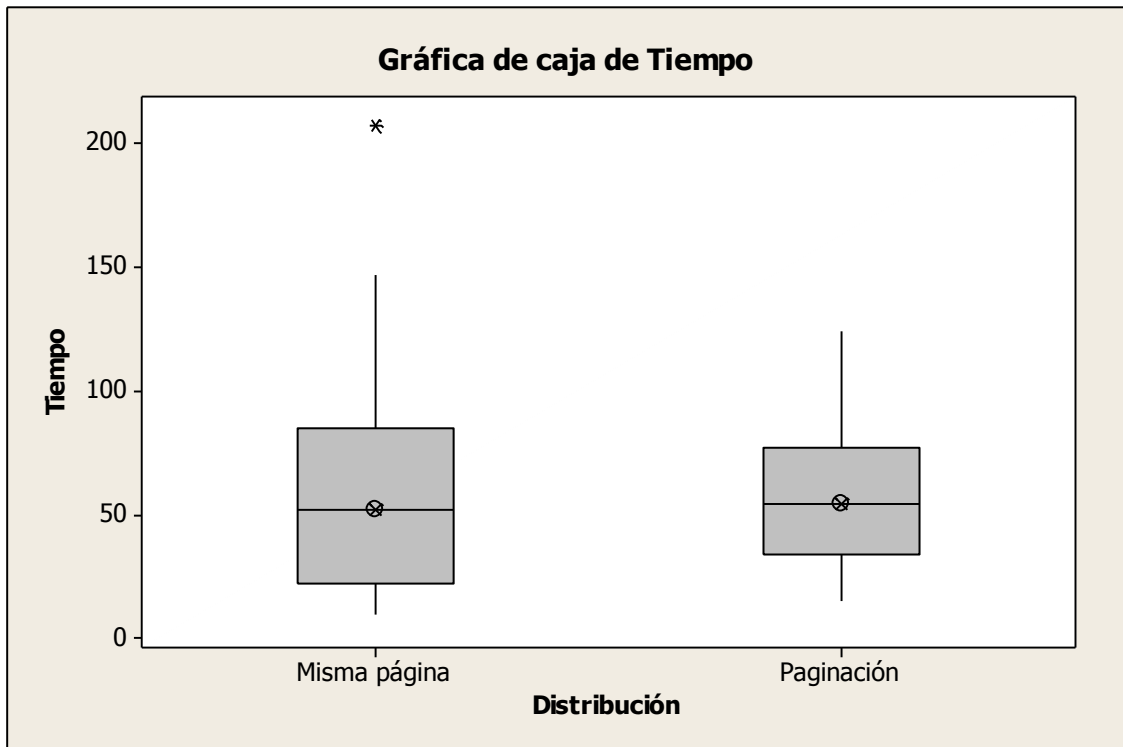


Figura 13. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 22.

	p
En la misma página	0,033
Paginación	0,555

Tabla 22. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de distribución para la respuesta a preguntas en páginas cortas del experimento 9.3.6

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos de eficiencia para la distribución “En la misma página” no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,804$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,06$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de distribución de contenidos sea mejor (en términos de eficiencia) que el otro para la respuesta a preguntas.

Satisfacción

Por último, para valorar la **satisfacción** se analizaron las encuestas que realizaron los sujetos. En este sentido se valoraron las respuestas a varias preguntas, que fueron las siguientes para cada tipo de distribución de contenidos:

- ¿Piensa que es cómodo y fácil de utilizar para el experimento realizado?
- ¿Cree que es eficiente para buscar palabras?
- ¿Cree que es eficiente para responder preguntas?

En la siguiente pregunta se pidió que eligieran (y justificaran por qué) un tipo de distribución de contenidos (en la misma página, paginación u otro a especificar) para cada uno de los siguientes tipos de páginas web para dispositivos móviles: Páginas principales (*homepages*), páginas de navegación, páginas de visión general (*overview pages*), páginas en las que necesita leer el contenido sin interrupciones y páginas que desea poder imprimir.

También se plantearon las siguientes cuestiones específicas sobre m-learning:

- Para una página de presentación de un curso, ¿cómo de adecuada le parece (en una escala del 0 al 5) cada tipo de distribución de contenidos?
- ¿Qué tipo de distribución de contenidos prefiere (y por qué) para cada uno de estos tipos de páginas de m-learning: página de presentación de un curso, un capítulo de un curso y el curso en general (compuesto por varios capítulos)?

Las respuestas a las primeras tres preguntas se midieron cuantitativamente en una escala Likert de 0 a 5, donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. En la Tabla 23 se muestran las estadísticas básicas (media y desviación estándar) de los resultados de las respuestas de todos los sujetos a las tres primeras preguntas; es decir, para cada tipo de distribución de contenidos, qué grado de facilidad y comodidad les pareció que tiene cada uno, así como el grado de eficiencia percibida para buscar palabras y responder preguntas.

	Cómodo y fácil de utilizar		Eficiente para buscar palabras		Eficiente para responder preguntas	
	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar
En la misma página	3,632	1,383	3,632	1,461	3,368	1,499
Paginación	2,842	1,425	2,579	1,216	2,895	1,329

Tabla 23. Estadísticas básicas de satisfacción por tipo de distribución en páginas cortas según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento 9.3.6

Los resultados de las respuestas a la siguiente pregunta (escoger uno de los métodos de distribución de contenido para cada uno de los tipos de páginas web propuestas para dispositivos móviles) se muestran en la Tabla 24.

	Misma página	Paginación
Páginas principales (<i>homepages</i>)	47,37%	52,63%
Páginas de navegación	10,53%	89,47%
Páginas de visión general (<i>overview pages</i>)	73,68%	26,32%
Páginas en las que necesita leer el contenido sin interrupciones	94,74%	5,26%
Páginas que desea poder imprimir	78,95%	21,05%

Tabla 24. Estadísticas de respuestas (en porcentajes) sobre la preferencia de cada distribución de contenidos para cada tipo de página del experimento 9.3.6 realizado con páginas cortas

Los sujetos que respondieron que las páginas principales es preferible mostrarlas en una sola página justificaron su respuesta con la misma razón: lo prefieren así para tener de un vistazo todo disponible, es decir, para no tener que navegar por enlaces para disponer de toda la información, y de esta manera además se tiene una idea más general del contenido. Además, algunos (el 15,79% del total) respondieron que preferían paginación porque con el título y los enlaces principales se hacen una idea de su contenido, y el resto respondió que les “daría mala imagen” encontrarse un texto denso como presentación.

Con respecto a las páginas de navegación, los sujetos (89,47%) claramente prefieren paginación, ya que dicen que se estructura u organiza mejor la información, y que es más intuitivo y cómodo. Al contrario sucede con las páginas de visión general, ya que en este caso prefieren (73,68%) disponer de todo el contenido en la misma página para ver mejor cómo está estructurado el sitio web y detectar más rápido la información que van buscando (dicen que es más rápido a la hora de leer). En cuanto a las páginas que se necesitan leer sin interrupciones, la gran mayoría (94,74%) prefiere disponer de toda la información en una sola página, ya que así dicen no tener que interrumpir al cambiar de página, y es más útil, cómodo y rápido (también por el tiempo de carga de la página) para el usuario, puesto que no hay que utilizar enlaces para visionarlo. Por último, para las páginas que se desean poder imprimir, los usuarios (78,95%) parecen preferir también disponer de todo el contenido en una única página, ya que así no tienen que imprimir cada página por separado, se hacen una mejor idea de lo que se va a imprimir y cómo, y además se imprime el contenido sin ningún enlace inservible en la impresión (como los típicos de “anterior” y “siguiente”).

En cuanto a la primera pregunta específica de m-learning, las estadísticas básicas de las respuestas se muestran en la Tabla 25.

	Media (de 0-5)	Desviación estándar (de 0-5)
En la misma página	2,842	1,214
Paginación	3,316	1,493

Tabla 25. Estadísticas básicas de preferencia por tipo de distribución para una página de presentación de un curso m-learning, según respuestas de la encuesta de satisfacción del experimento 9.3.6 realizado con páginas cortas

Con respecto a la segunda pregunta de m-learning, las respuestas de los sujetos se muestran resumidas en la Tabla 26.

	Misma página	Paginación
Página de presentación de un curso	73,68%	26,32%
Un capítulo de un curso	63,16%	36,84%
El curso en general (compuesto por varios capítulos)	5,26%	94,74%

Tabla 26. Estadísticas de respuestas (en porcentajes) sobre la preferencia de cada distribución de contenidos para cada tipo de página en m-learning, según respuestas de la encuesta de satisfacción del experimento 9.3.6 realizado con páginas cortas

El 73,68% de los sujetos respondieron que prefieren disponer de toda la información de una página de presentación de un curso en la misma página para encontrar rápidamente algún dato, y porque piensan que es más útil y fácil de leer para el usuario, ya que así no tiene que navegar. Por otro lado, el 26,32% que respondió que prefería paginación justificó su respuesta diciendo que así pueden ir más rápidamente a lo que les interesa y se tiene una visión general de la estructura del curso (se ve el índice del contenido en los enlaces), o que es preferible tener una página corta con los contenidos básicos y enlaces al resto.

Con respecto a los capítulos de un curso, la diferencia en las preferencias no es tan elevada como en otros casos, ya que el 63,16% prefiere disponer un único capítulo en la misma página, pero el 36,84% prefiere paginar los apartados del capítulo. No obstante, algunos de los que respondieron que preferían todo el capítulo en la misma página especificaron que siempre y cuando el capítulo no sea excesivamente extenso, por lo que se deduce que en caso de serlo preferirían la paginación por apartados del capítulo. Por último, la disposición de un curso en general debería estar paginado para cumplir con las preferencias de los usuarios, ya que el 94,74% respondió que lo prefiere así.

3.3.2.4.2. Comprobación del mejor método de distribución de contenidos para páginas largas

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el experimento 9.3.7, teniendo en cuenta únicamente las distribuciones de scroll vertical y paginación (es decir, ignorando los resultados de la distribución de enlaces internos), ya que las páginas web con las que se realizó dicho experimento eran largas y sus resultados son válidos por tanto para lo que se desea comprobar en esta parte 2 del presente experimento.

Eficacia

Para medir la eficacia se contabilizó el número de errores de los sujetos al buscar las palabras (“cercana” y “lejana”) en cada configuración, es decir, con paginación y con todo el contenido en la misma página (el llamado “scroll vertical” en el experimento 9.3.7).

Para analizar los resultados sobre la eficacia, se optó por observar los datos desde tres perspectivas diferentes:

- Resultados por tipo de distribución: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos (paginación y todo el contenido en la misma página) influye o no en la eficacia (es decir, en el número de errores que cometen los usuarios a la hora de encontrar las palabras).
- Resultados por localización de la palabra: para comprobar si la ubicación de la palabra en el texto influye o no en la eficacia.
- Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos junto con la localización de la palabra en el texto influyen o no en la eficacia.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados por tipo de distribución

Primeramente se obtuvo la media de los errores de todos los sujetos para cada configuración, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 27.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Paginación	0,3480	0,7060	0,000
En la misma página	0,1304	0,4005	0,000

Tabla 27. Estadísticas básicas de la eficacia (número de errores) por tipo de distribución en páginas largas del experimento 9.3.6

En la Figura 14 se pueden observar los histogramas correspondientes a la eficacia (errores) para los distintos tipos de distribuciones de contenidos.

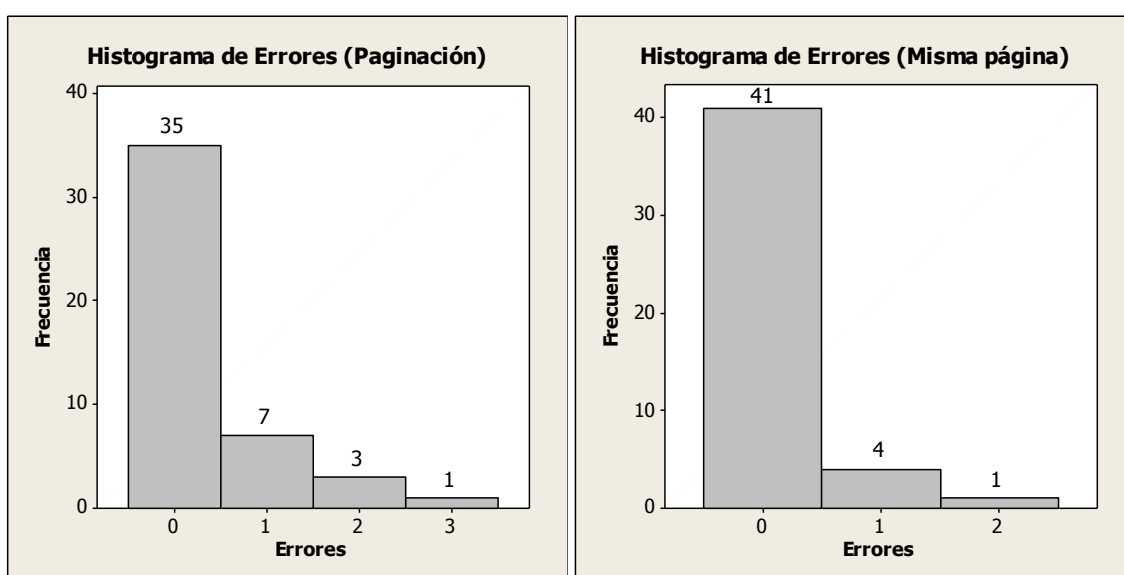


Figura 14. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: paginación (izquierda) y en la misma página (derecha), en páginas largas del experimento 9.3.6

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos, para así poder determinar el método de análisis más adecuado. Los resultados se muestran en la Tabla 28.

	p
Paginación	<0,005
En la misma página	<0,005

Tabla 28. Test de normalidad de la eficacia por tipo de distribución en páginas largas del experimento 9.3.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,090$ ($> 0,05$; $H(1) = 2,87$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de distribución de contenidos sea mejor (en términos de eficacia) que el otro. No obstante, como $0,05 < p < 0,10$, se podría decir, con un 90% de confianza, que disponer de todo el contenido en la misma página es más eficaz (es decir, los

usuarios cometen menos errores) para buscar palabras en páginas largas que tener el contenido paginado.

Resultados por localización de la palabra

En cuanto a los resultados de la eficacia por localización de la palabra en el texto, primero se calcularon las estadísticas básicas (media, desviación estándar y mediana), cuyos resultados se muestran en la Tabla 29.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	0,2610	0,681	0,000
Palabra lejana	0,2174	0,4673	0,000

Tabla 29. Estadísticas básicas de la eficacia por localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

En la Figura 15 se pueden observar los histogramas correspondientes a la eficacia (errores) para las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto (es decir, “cercana” o “lejana”).

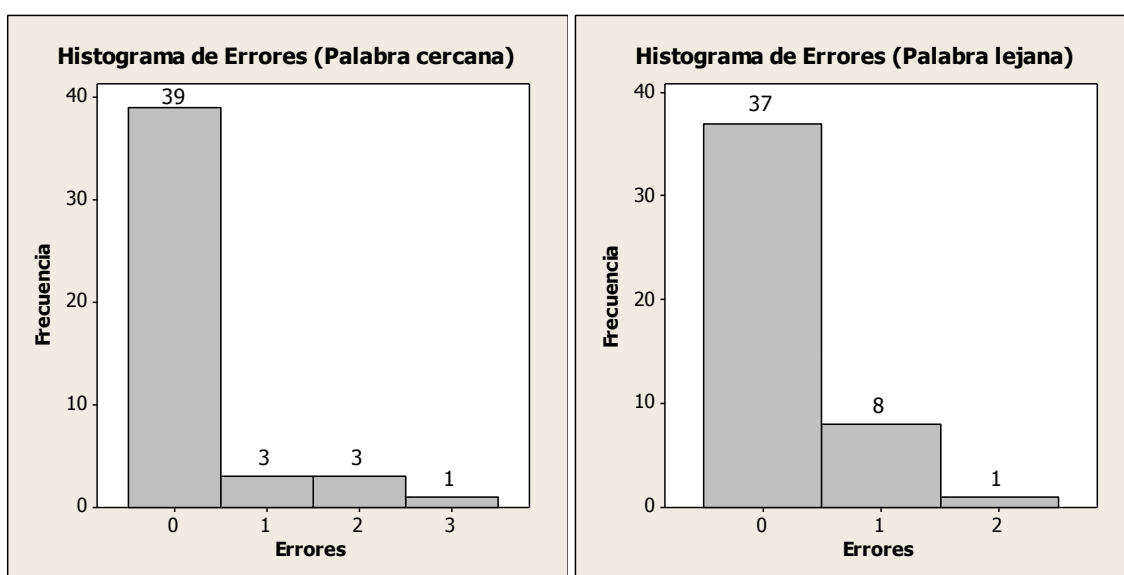


Figura 15. Histogramas de errores (eficacia) en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha), en páginas largas del experimento 9.3.6

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 30), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 30. Test de normalidad de la eficacia por localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,713$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,13$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la posición de la palabra en el texto influya en la eficacia (es decir, en el número de errores que cometen los usuarios al buscar palabras en el texto).

Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra

Primero se hallaron la media, la desviación estándar y la mediana de cada tipo de configuración compuesta por el tipo de distribución de contenidos y la localización de cada palabra (Tabla 31).

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Paginación, Palabra cercana	0,3040	0,8220	0,000
Paginación, Palabra lejana	0,3910	0,5830	0,000
En la misma página, Palabra cercana	0,2170	0,5180	0,000
En la misma página, Palabra lejana	0,0435	0,2085	0,000

Tabla 31. Estadísticas básicas de la eficacia por tipo de distribución y localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

En la Figura 16 se pueden observar los histogramas correspondientes a la eficacia (errores) para el tipo de distribución de contenidos junto con las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto.

Después se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 32), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Paginación, Palabra cercana	<0,005
Paginación, Palabra lejana	<0,005
En la misma página, Palabra cercana	<0,005
En la misma página, Palabra lejana	<0,005

Tabla 32. Test de normalidad de la eficacia por tipo de distribución y localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

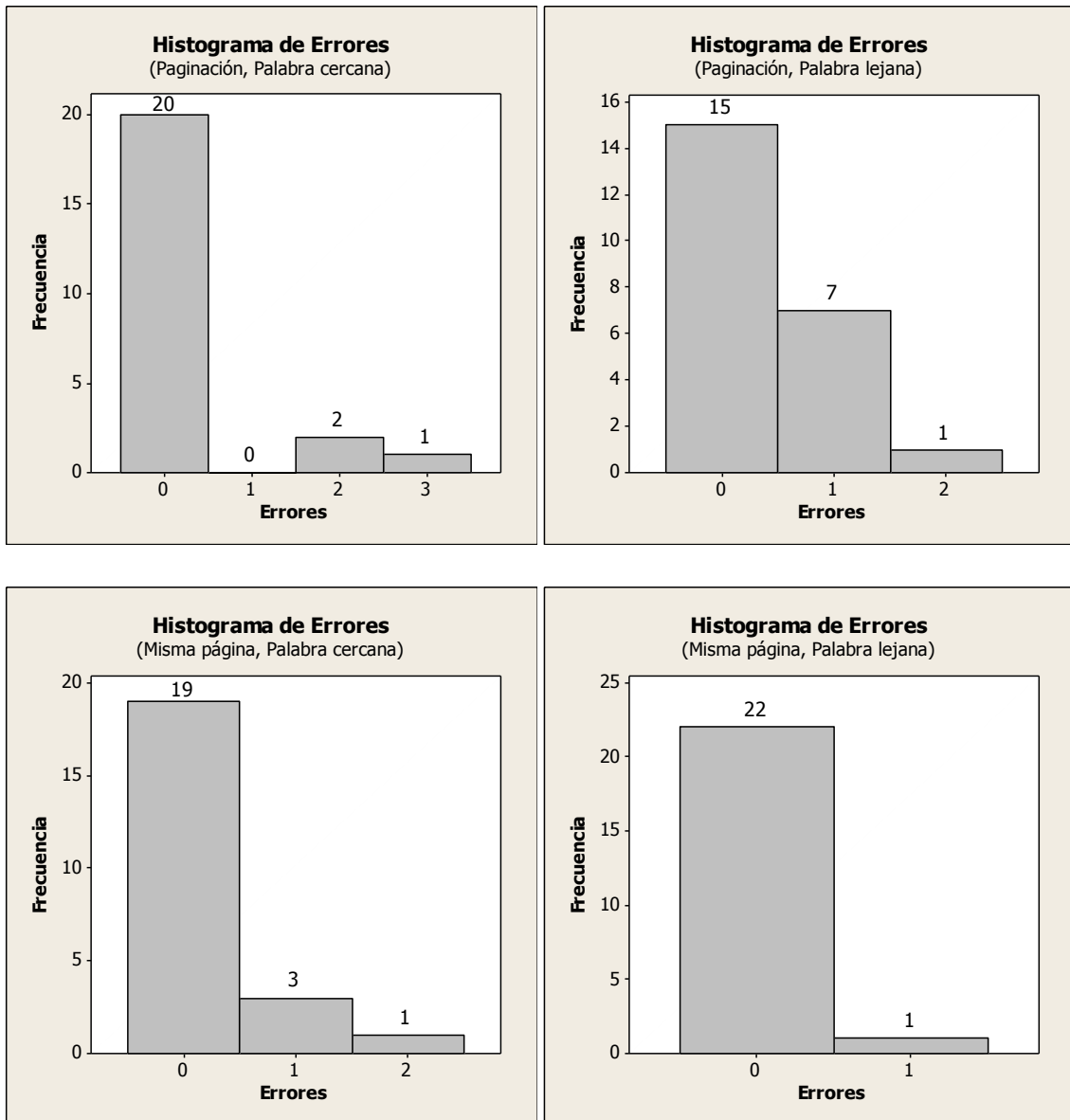


Figura 16. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en páginas largas del experimento 9.3.6

Como ninguno de los datos pasa el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,071$ ($> 0,05$; $H(3) = 7,01$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que el tipo de distribución de contenidos junto con la posición de la palabra en el texto influya en la eficacia. No obstante, como $0,05 < p < 0,10$, se puede afirmar con un 90% de confianza que es preferible alguna de las combinaciones “distribución de contenidos” – “localización de la palabra” que otra. Para averiguar cuál es mejor en términos de eficacia que otras, se repitió el test de Kruskal-Wallis en grupos de dos (Tabla 33).

	p	H(1)
Paginación, Palabra cercana - Paginación, Palabra lejana	0,171	1,88
Paginación, Palabra cercana - En la misma página, Palabra cercana	0,819	0,05
Paginación, Palabra cercana - En la misma página, Palabra lejana	0,271	1,21
Paginación, Palabra lejana - En la misma página, Palabra cercana	0,207	1,59
Paginación, Palabra lejana - En la misma página, Palabra lejana	0,010	6,67
En la misma página, Palabra cercana - En la misma página, Palabra lejana	0,154	2,03

Tabla 33. Test de Kruskal-Wallis de la eficacia por pares de tipo de distribución y localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

Por lo tanto, de lo anterior se podría afirmar que la combinación “En la misma página - Palabra lejana” es más eficaz que la combinación “Paginación - Palabra lejana” para páginas largas, o lo que es lo mismo, es preferible disponer de todo el contenido en la misma página (ya que se cometen menos errores) que paginado cuando se trata de páginas largas y se buscan palabras que se encuentran al final del texto.

Resumiendo, a la vista de los resultados se podría decir con un 90% de confianza que disponer de todo el contenido en la misma página es más eficaz (es decir, los usuarios cometen menos errores) para buscar palabras en páginas largas que tener el contenido paginado. Además, y en concreto, para buscar palabras lejanas en páginas largas es preferible disponer de todo el contenido en la misma página. Por último, se puede afirmar que la localización de la palabra no influye en la eficacia, tal y como ésta se ha definido.

Eficiencia

En el caso de la **eficiencia**, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en encontrar la palabra con cada configuración.

Al igual que ocurría con la eficacia, para analizar los resultados sobre la eficiencia se decidió observar los datos desde tres perspectivas diferentes:

- Resultados por tipo de distribución: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos (paginación y todo el contenido en la misma página) influye o no en la eficiencia (es decir, en el tiempo que tardan los usuarios en encontrar las palabras).
- Resultados por localización de la palabra: para comprobar si la ubicación de la palabra en el texto influye o no en la eficiencia.

- Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos junto con la localización de la palabra en el texto influyen o no en la eficiencia.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados por tipo de distribución

Antes de nada se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada tipo de distribución (Tabla 34).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Paginación	146,1	109,9	128,0
En la misma página	118,7	80,9	87,5

Tabla 34. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de distribución en páginas largas del experimento 9.3.6

En la Figura 17 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de distribuciones de contenidos.

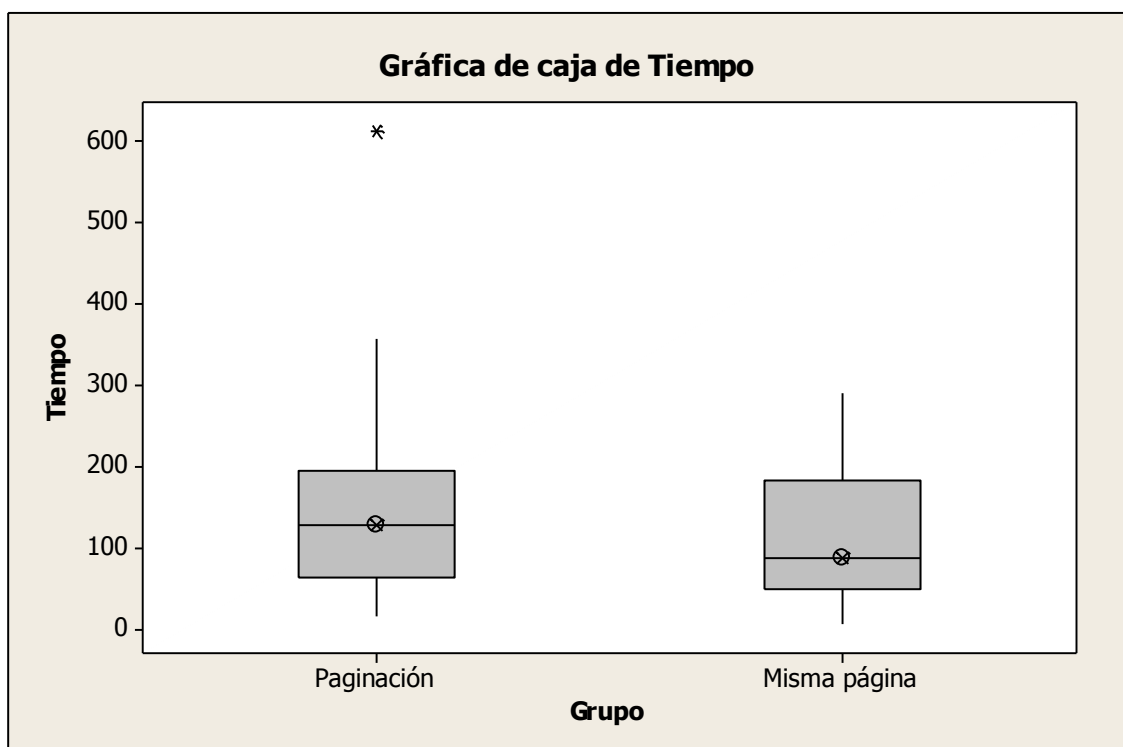


Figura 17. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos en páginas largas del experimento 9.3.6

El valor atípico (mostrado con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se debe a ningún hecho en concreto que haga que sea inválido, por lo que se tendrá en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 35.

	p
Paginación	<0,005
En la misma página	<0,005

Tabla 35. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de distribución en páginas largas del experimento 9.3.6

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,294$ ($> 0,05$; $H(1) = 1,10$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de distribución de contenidos sea mejor (en términos de eficiencia) que el otro.

Resultados por localización de la palabra

Para comenzar, se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada localización de la palabra en el texto, es decir, para las palabras “cercanas” y para las palabras “lejanas”. Los resultados se muestran en la Tabla 36.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	91,3	79,8	57,5
Palabra lejana	173,4	96,0	174,5

Tabla 36. Estadísticas básicas de la eficiencia por localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

En la Figura 18 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto (“cercana” o “lejana”). Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

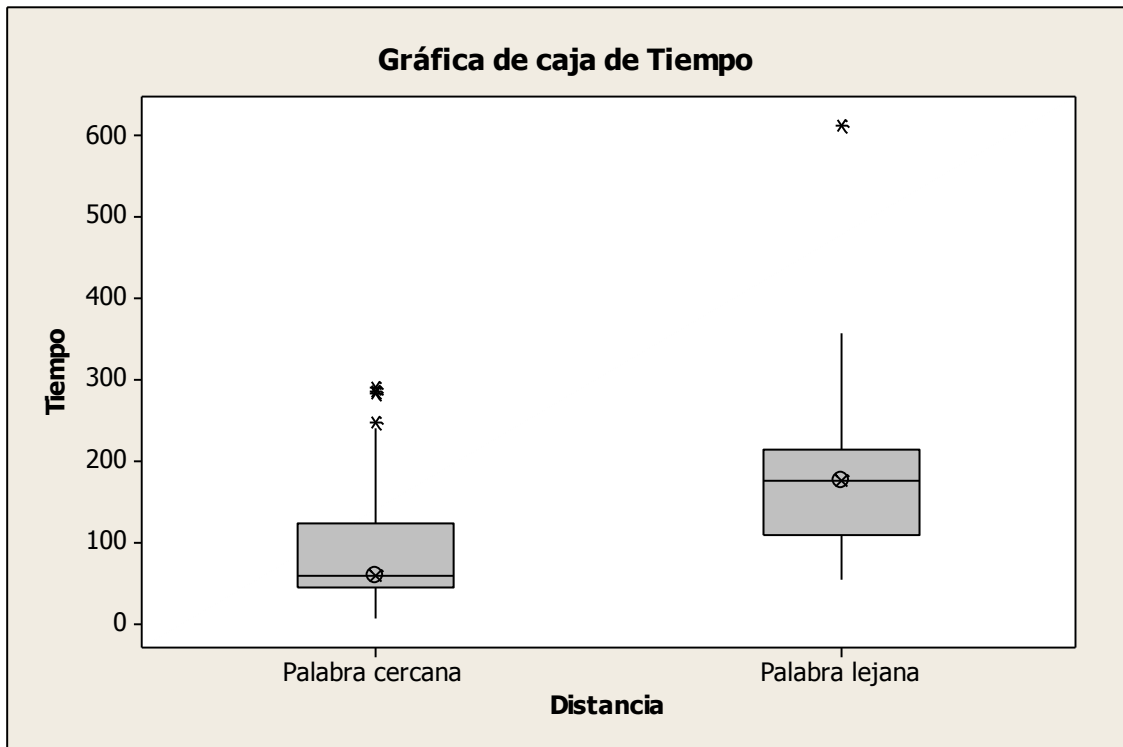


Figura 18. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la localización de la palabra en el texto en páginas largas del experimento 9.3.6

El test de normalidad muestra los resultados que se exponen en la Tabla 37.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 37. Test de normalidad de la eficiencia por localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(1) = 24,36$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que la posición de la palabra en el texto influye en la eficiencia. Más concretamente, los usuarios tardan menos tiempo en encontrar las palabras “cercanas” que las palabras “lejanas”, tal y como se explicó antes que se conjeturaba al comienzo del diseño del experimento.

Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra

Lo primero que se halló fueron la media, desviación estándar y mediana de cada factor generado por la combinación del tipo de distribución de contenidos y la localización de la palabra en el texto. Los resultados se muestran en la Tabla 38.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Paginación, Palabra cercana	93,5	73,9	67,0
Paginación, Palabra lejana	198,7	116,1	186,0
En la misma página, Palabra cercana	89,2	86,8	48,0
En la misma página, Palabra lejana	148,2	63,5	126,0

Tabla 38. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de distribución y localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

En la Figura 19 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por el tipo de distribución de contenido junto con las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto.

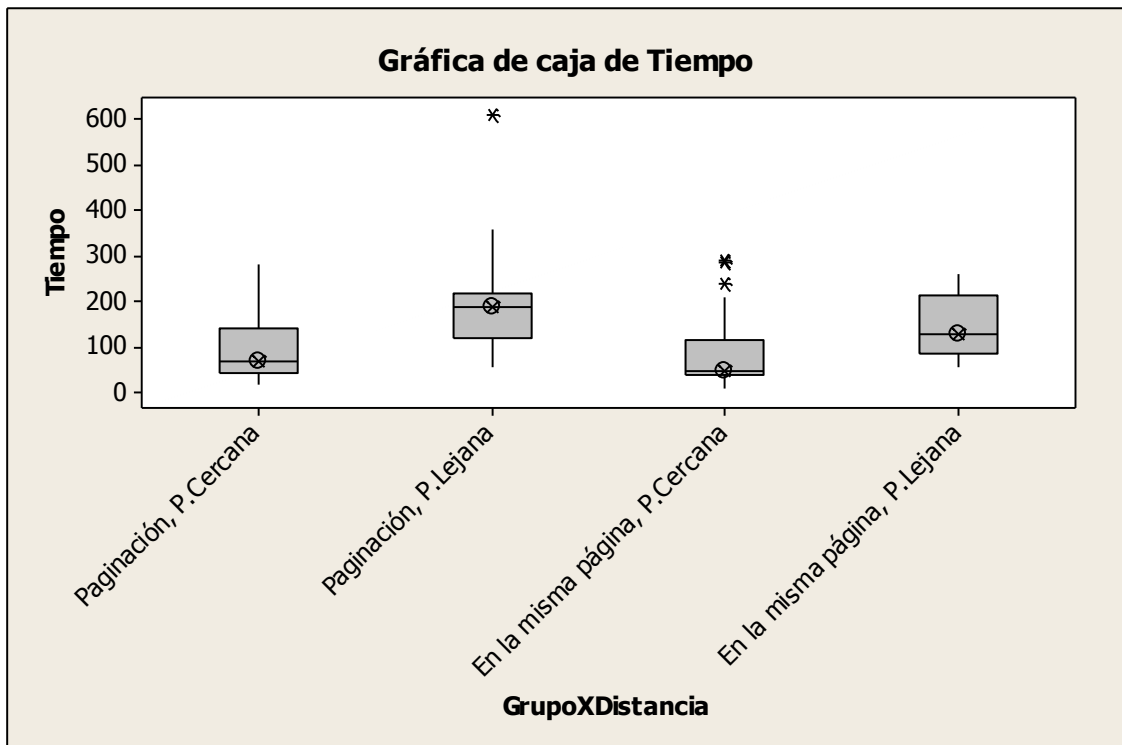


Figura 19. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en páginas largas del experimento 9.3.6

Al igual que en los casos anteriores, los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

A continuación se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 39), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Paginación, Palabra cercana	<0,005
Paginación, Palabra lejana	<0,005
En la misma página, Palabra cercana	<0,005
En la misma página, Palabra lejana	0,099

Tabla 39. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de distribución y localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

La mayoría de los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(3) = 25,71$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos. Para determinar qué tipo de configuración (distribución de contenidos y posición de la palabra) es mejor en términos de eficiencia, se repite el test de Kruskal-Wallis por pares de configuraciones (Tabla 40).

	p	H(1)
Paginación, Palabra cercana - Paginación, Palabra lejana	0,000	14,36
Paginación, Palabra cercana - En la misma página, Palabra cercana	0,482	0,49
Paginación, Palabra cercana - En la misma página, Palabra lejana	0,002	9,46
Paginación, Palabra lejana - En la misma página, Palabra cercana	0,000	14,28
Paginación, Palabra lejana - En la misma página, Palabra lejana	0,121	2,40
En la misma página, Palabra cercana - En la misma página, Palabra lejana	0,001	10,51

Tabla 40. Test de Kruskal-Wallis de la eficiencia por pares de tipo de distribución y localización de la palabra en páginas largas del experimento 9.3.6

De la tabla anterior se puede deducir que no hay ninguna significación estadística adicional a las ya mencionadas en el apartado anterior, puesto que los únicos valores con $p < 0,05$ son aquellos que incluyen las combinaciones de palabra “cercana” con palabra “lejana”.

Resumiendo, a la vista de los resultados, no es posible afirmar que ninguna distribución de contenidos sea mejor que otra en términos de eficiencia. Al contrario sucede con la localización de la palabra en el texto, que sí influye en la eficiencia (es decir, en el tiempo que tarda el usuario en encontrar las palabras), de forma que las palabras más cercanas al comienzo del texto suelen encontrarse antes (en menos tiempo) que las situadas al final del texto.

Satisfacción

Por último, para valorar la satisfacción se analizaron las encuestas que realizaron los sujetos. En este sentido se valoraron las respuestas a varias preguntas, que fueron las siguientes para cada tipo de distribución de contenidos:

- ¿Piensa que es cómodo y fácil de utilizar para el experimento realizado?
- ¿Cree que es eficiente para el experimento realizado?
- ¿Piensa que es adecuado, en general, para todo tipo de páginas web?

Por último, también se planteó una pregunta de respuesta libre que los sujetos debían responder con sus propias palabras:

- ¿Para qué tipo de páginas opina que sería más adecuado cada tipo de distribución de contenidos?

Las respuestas a las primeras tres preguntas se midieron cuantitativamente en una escala Likert de 0 a 5, donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. En la Tabla 41 se muestran las estadísticas básicas (media y desviación estándar) de los resultados de las respuestas de todos los sujetos para cada tipo de distribución de contenidos.

	Cómodo y fácil de utilizar		Eficiente		Adecuado para todo tipo de webs	
	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar
Paginación	2,65	1,58	2,78	1,59	3,26	1,68
En la misma página	4,22	1,04	3,70	1,22	2,57	1,27

Tabla 41. Estadísticas básicas de satisfacción por tipo de distribución en páginas largas según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento 9.3.6

En cuanto a la última pregunta, existe una clara tendencia (56,52%) de los usuarios a pensar que la paginación sería muy adecuada para páginas web del estilo de las que contienen noticias; es decir, aquellas en las que hay unos ciertos titulares definidos y en las que conviene ofrecer un pequeño texto introductorio al tema que trata dicho titular. De modo genérico, el 21,74% de los usuarios indicó que la paginación sería adecuada para las páginas web que tuvieran mucho contenido, es decir, para páginas largas.

Por último, el 34,78% de los usuarios indica que disponer de todo el contenido en la misma página le parecería lo más adecuado para visualizar páginas web cortas, es decir, no muy extensas o que tengan poco contenido que mostrar.

3.3.2.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Con respecto a las páginas web cortas, no se puede decir que haya significación estadística en ninguno de los casos para la eficacia; es decir, ni la distribución de contenidos ni la localización de la palabra en el texto influyen en la eficacia (en el número de errores), ni para buscar palabras ni para responder preguntas. Los datos sumativos sobre la capacidad para realizar la tarea tampoco muestran una gran diferencia en la distribución de contenidos, ni para buscar palabras ni para responder preguntas. Tampoco influye en la eficiencia la distribución de contenidos, ni en la búsqueda de palabras, ni en la respuesta a preguntas. No obstante, en la encuesta de satisfacción sí se puede intuir (por las estadísticas básicas de las respuestas) una cierta preferencia de los usuarios por tener todo el contenido en la misma página, ya que indican que les parece más cómodo de utilizar y eficiente (de forma subjetiva) que la paginación, tanto para buscar palabras como para responder preguntas. De hecho, cuando se trata de **páginas cortas**, los usuarios parecen preferir disponer de todo el contenido en la **misma página** siempre que sea posible, ya que únicamente las páginas de navegación tienen más puntuación media en la distribución de paginación, y es que este tipo de páginas tienen que estar obligatoriamente paginadas debido a su naturaleza (los enlaces de navegación dirigen a otras páginas).
- Con respecto a los cursos m-learning, los usuarios parecen preferir disponer de todo el contenido en la misma página cuanto más corto sea el contenido a mostrar; y parecen preferir paginación cuando el contenido a mostrar es más extenso. Esto se desprende de las puntuaciones medias dadas en la encuesta por los usuarios a los distintos tipos de páginas web de un curso m-learning por las que se les preguntó, ordenadas de menor a mayor extensión: presentación del curso (73,68% en la misma página), un capítulo del curso (63,16% en la misma página) y el curso completo (5,26% en la misma página). Como puede observarse, las páginas más cortas tienen más puntuación para ser mostradas en una única página, mientras que las más largas tienen más puntuación para mostrarse con paginación. Por lo tanto, de estos resultados podría deducirse que los usuarios prefieren visualizar todo el contenido **m-learning** en la **misma página** cuando éste es **breve**, mientras que prefieren **paginarlo** cuando es **extenso**.

- En cuanto a las páginas web largas, se puede decir, con un 90% de confianza, que es preferible para la eficacia (es decir, para cometer menos errores) disponer del contenido en la misma página que con paginación. En concreto, esto es especialmente importante cuando se buscan palabras que se encuentran al final del texto, ya que ahí se ve cierta significación estadística que indica que la distribución del contenido en una única página hace cometer menos errores que la distribución con paginación. Con respecto a la eficiencia, sólo se puede afirmar que la localización de la palabra en el texto influye, ya que las palabras más cercanas al principio del texto se encuentran en menos tiempo que las más lejanas. Sin embargo, la distribución de contenidos no influye en la eficiencia. En cuanto a la encuesta de satisfacción, los usuarios dicen que el hecho de disponer de todo el contenido en la misma página les pareció más cómodo y fácil de usar para el experimento realizado, lo cual contrasta con sus respuestas de que la paginación les parece más eficiente y más adecuada para todo tipo de páginas web. Esta discrepancia puede deberse a que el texto utilizado para el experimento no era lo suficientemente largo, ya que los usuarios parecen preferir (tal y como se comentó anteriormente, y tal y como se desprende de las respuestas a las preguntas libres) **paginación** para mostrar **páginas largas** en dispositivos móviles, y mostrar todo el contenido en una **misma página** cuando ésta es **corta**.
- Comparando las anteriores conclusiones con la **hipótesis inicial** “Las páginas web cortas son preferibles en m-learning para páginas principales, de navegación y de visión general (es decir, páginas que necesitan ser leídas rápidamente) del curso; mientras que las páginas largas son más apropiadas cuando el usuario quiere leer el contenido sin interrupciones o cuando desea poder imprimirlas, por ejemplo, para los contenidos del curso”, podríamos decir que en el caso de los dispositivos móviles **se debería aceptar parcialmente**. La razón de que no se acepte totalmente es que los resultados del experimento no indican que ningún tipo de distribución (paginación o todo en la misma página) sea estadísticamente mejor que otro para páginas cortas, ni en términos de eficacia, ni en términos de eficiencia; y lo mismo ocurre con las páginas largas (teniendo en cuenta un intervalo de confianza del 95%). Además, si se compara la hipótesis con los resultados de las opiniones de los usuarios en la encuesta, se ve que coincide que prefieren páginas cortas (paginación) para las páginas principales y de navegación; y páginas largas (todo en la misma página) para el

resto, con lo cual la opinión de mostrar las páginas de visión general en una única página (página larga) no coincide con lo propuesto por la directriz, que decía que sería más apropiado mostrarlo en una página corta. No obstante, por todas las conclusiones anteriormente explicadas, puede deducirse que los usuarios prefieren, a modo general, paginación para mostrar páginas largas; y todo el contenido en la misma página cuando se trata de páginas cortas. Por lo tanto, por todo lo anterior, **la directriz inicial debería modificarse** y podría quedar enunciada de la siguiente manera para dispositivos móviles: *“Cuando el contenido del objeto docente basado en web a mostrar en m-learning es muy extenso, es preferible estructurarlo mediante paginación; mientras que si el contenido a mostrar es breve, se debería estructurar todo en una única página”*.

3.3.3. Experimento 3: Directriz 9.3.7.

El tercer experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.3.7. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para m-learning o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.3.7”.

3.3.3.1. Hipótesis

La directriz 9.3.7. trata sobre el scroll vertical en las páginas web de PC, y afirma que este scroll debería ser minimizado. La propuesta que hace para minimizarlo es poner la información importante al principio de la página y proporcionar enlaces a la información que se encuentra más abajo en la misma página.

El 50,00% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles. De todos ellos, el 54,55% utilizó el siguiente razonamiento para llegar a esa conclusión: el scroll es prácticamente inevitable en los dispositivos móviles, ya que debido al pequeño tamaño de su pantalla, la información que pueden mostrar de una sola vez es bastante inferior a la que puede mostrar un monitor de PC y, por lo tanto, será necesario hacer scroll para visualizar todo el contenido. Esto queda además respaldado por otro razonamiento en el que coinciden el 27,27% de los expertos que piensan que esta directriz no es aplicable directamente a dispositivos móviles, y es que habitualmente se hace necesario hacer zoom en este tipo de dispositivos para poder visualizar una página web con un tamaño de letra adecuado. Este hecho provocará, como es lógico, scroll en la página web, aunque en un principio ésta no lo tuviera. Por lo tanto, lo que

aquí podrían querer decir los expertos es que no es posible (o sería muy difícil) eliminar completamente el scroll vertical de las páginas web para dispositivos móviles.

Por otro lado, las páginas web para dispositivos móviles suelen sacrificar parte de su contenido con respecto a las páginas web de PC para que quepa todo en la pantalla sin necesidad de hacer scroll, pero el 45,45% de los expertos que opinan que esta directriz no es aplicable directamente a dispositivos móviles razona que el scroll en un dispositivo móvil es más cómodo y rápido de realizar que el scroll con un PC (ya que el scroll vertical en dispositivos móviles táctiles se hace con un gesto arrastrando la pantalla de arriba abajo o viceversa, mientras que en un PC se hace con clic y arrastrando la barra de scroll con el ratón), e incluso algún experto afirma que los usuarios de dispositivos móviles están habituados a este gesto y lo realizan de manera casi inconsciente, por lo que no les supondría un gran problema disponer de un cierto scroll.

En cualquiera de los casos expresados anteriormente la directriz sería diferente para PC y para dispositivos móviles, por lo que su enunciado cambiaría.

No obstante, quizá lo interesante sería encontrar un cierto equilibrio (tal y como propone el 18,18% de los expertos que opinan que esta directriz no es aplicable directamente a dispositivos móviles) entre la cantidad de contenido que se desea mostrar y el scroll vertical que se desea tener, puesto que el scroll vertical es posible que no sea tan incómodo en un dispositivo móvil como a priori pueda parecer. Se podría deducir de los anteriores razonamientos que es difícil eliminar el scroll vertical en los dispositivos móviles, pero quizá se podría minimizar (tal y como dice la directriz) para encontrar un equilibrio entre el tamaño del contenido y del scroll vertical. En este caso el enunciado de la directriz no cambiaría, aunque su contenido sí podría hacerlo, ya que es posible que los enlaces a partes inferiores de la página no sean adecuados para un dispositivo móvil, tal y como indica expresamente un experto, lo que iría en contraposición a lo que se indica en el cuerpo de la directriz original.

Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis para plantear el experimento: “En lugar de tener un scroll vertical extenso, en los objetos docentes basados en web para m-learning es preferible buscar distribuciones de contenido alternativas, tales como la paginación o enlaces internos”.

3.3.3.2. Planteamiento del experimento

Para comprobar si la hipótesis planteada en el anterior apartado es válida, se diseñó un experimento en el que se pudo comparar la usabilidad de distintas distribuciones de

contenidos mediante las métricas de la ISO 9241-11 mencionadas anteriormente. Para ello, se diseñaron tres tipos de páginas web (Figura 20), cada una de las cuales contenía el mismo texto dividido en las mismas secciones, pero distribuido de forma distinta. El texto era un objeto docente sobre la Teoría de la Evolución, de Charles Darwin.

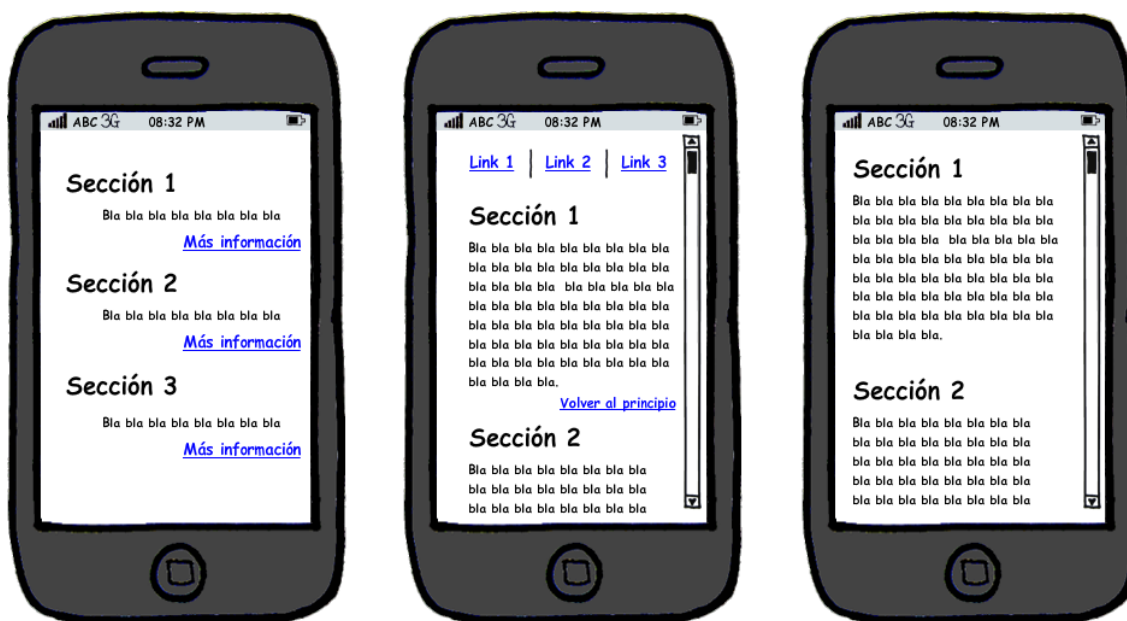


Figura 20. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.3.7: paginación, enlaces internos y scroll vertical, respectivamente

En la primera página web el contenido estaba paginado; es decir, en una primera interfaz el usuario visualizaría las distintas secciones junto con un fragmento del comienzo del texto de cada una de ellas, y para continuar leyendo el contenido de cada una debía pulsar un enlace denominado “Más información”. En la segunda interfaz el contenido se encontraba en una única página, y se podía acceder a cada sección utilizando los enlaces internos que existían al comienzo de la página. Por último, en la tercera interfaz el texto se encontraba en una única página, sección tras sección.

Los usuarios debían buscar una serie de palabras que se le indicaran, de manera que así se podría medir la **eficacia** de una forma objetiva mediante la contabilización del número de errores cometidos (a mayor número de errores, menor eficacia). Es importante mencionar que los errores de cada usuario se obtuvieron contando el número de veces que leían de más el fragmento de texto más leído; es decir, si el usuario encontraba la palabra la primera vez que leía el texto, el número de errores era 0; y si, por ejemplo, el fragmento más leído fue visualizado 4 veces, entonces el número de errores sería 3.

$$eficacia = n^{\circ} \text{ de errores} = n^{\circ} \text{ veces que lee el fragmento de texto más leído} - 1$$

Otro de los parámetros a medir fue el tiempo que tardaron los usuarios en contar cada palabra. De esta forma se podría medir la **eficiencia**, teniendo en cuenta la media de tiempo que se tardó en encontrar la palabra en cada uno de los casos. Tras una prueba inicial con un usuario piloto, se observó que la eficiencia a la hora de encontrar cada palabra dependía mucho de la posición de ésta en el texto; es decir, si la palabra estaba al comienzo del texto, el usuario tardaría poco tiempo en encontrarla; mientras que si estaba al final, tardaría más. Debido a esto (y basándonos en los resultados del experimento 9.3.6, donde se demostró que la posición de la palabra en el texto influye en la eficiencia) se optó por solicitar a los usuarios que buscaran dos palabras para cada tipo de distribución de contenidos: una palabra cercana al comienzo del texto (en adelante, palabra “cercana”), y otra palabra que se encontrara al final del texto (en adelante, palabra “lejana”). Obviamente, este dato los usuarios no lo conocían.

Por último, tras realizar el experimento, los usuarios rellenaron una encuesta (Anexo 4) de **satisfacción** en la que se les preguntaba acerca de cuán cómodo y fácil de utilizar les parecía el hecho de buscar una palabra con cada una de las distintas distribuciones de contenidos, así como el nivel de eficiencia que ellos veían en cada una de las distribuciones. De esta forma se podría medir la eficacia de una manera subjetiva, además de la objetiva que se comentó anteriormente. También se preguntó sobre qué tipo de distribución de contenidos opinaban que sería mejor para mostrar, en general, todo tipo de páginas web en un dispositivo móvil; y si creían que el tipo de distribución a utilizar en cada caso dependería de los contenidos que se desearan mostrar en cada momento, o no. En la encuesta también se hicieron preguntas de respuesta libre, de forma que se pudieran identificar aquellos tipos de páginas web que los usuarios piensan que son más adecuados para cada tipo de distribución.

A cada usuario se le repartieron aleatoriamente los tratamientos, de manera que cada usuario hizo el experimento dos veces (con una palabra “cercana” y con una palabra “lejana”) con cada distribución (paginación, enlaces internos y scroll vertical). Es decir, de cada usuario se tomaron seis muestras en total.

Para ir llevando a cabo el experimento con los usuarios, se creó una ficha de ejecución del experimento, donde estaban contenidos todos los tratamientos que habría que aplicar a cada usuario (tipo de distribución - paginación, enlaces internos y scroll vertical - y palabra a buscar), y que fueron previamente designados de forma aleatoria, haciendo que para cada distribución se buscaran una palabra “cercana” y otra “lejana”.

3.3.3.3. Realización

El experimento se llevó a cabo con 23 sujetos, de los cuales el 69,57% eran hombres y el 30,43% mujeres. El 69,57% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 13,04% tenía entre 25 y 34 años; y el 17,39% tenía más de 35 años. De ellos, el 47,83% se consideraba experto en el uso del móvil, así como otro 43,48% se consideraba de un nivel intermedio, y un 8,70% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 17,39% de los sujetos tenían estudios de Bachillerato finalizados y estaban cursando una carrera; el 34,78% tenía estudios de módulo de grado superior; el 21,74% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; el 8,70% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 13,04% disponía de un Máster y el 4,35% eran doctores.

Para llevar a cabo el experimento se utilizó un dispositivo móvil de marca Apple, modelo iPhone 4. También se utilizó una cámara web y un ordenador, tal y como se especificó anteriormente que se hizo para todos los experimentos con usuarios.

Por cada usuario se grabaron seis vídeos, uno por cada factor (tipo de distribución) y distancia a la palabra, es decir, los siguientes:

- Uno con paginación y palabra “cercana”.
- Otro con paginación y palabra “lejana”.
- Otro con enlaces internos y palabra “cercana”.
- Otro con enlaces internos y palabra “lejana”.
- Otro con scroll vertical y palabra “cercana”.
- Otro con scroll vertical y palabra “lejana”.

Estos vídeos iban siendo grabados conforme se iba siguiendo la ficha de ejecución del experimento (es decir, no eran ejecutados exactamente en ese orden, sino aleatoriamente), mientras el usuario buscaba la palabra. Una vez grabados todos los vídeos, el usuario respondía a la encuesta.

3.3.3.4. Resultados

Los resultados obtenidos se exponen a continuación, divididos en los tres apartados de las métricas de usabilidad utilizadas.

Eficacia

Para medir la eficacia, tal y como se mencionó anteriormente, se contabilizó el número de errores de los sujetos al buscar las palabras (“cercana” y “lejana”) en cada configuración, es decir, con la paginación, con los enlaces internos y con el scroll vertical.

Para analizar los resultados sobre la eficacia, se optó por observar los datos desde tres perspectivas diferentes:

- Resultados por tipo de distribución: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos (paginación, enlaces internos y scroll vertical) influye o no en la eficacia (es decir, en el número de errores que cometen los usuarios a la hora de encontrar las palabras).
- Resultados por localización de la palabra: para comprobar si la ubicación de la palabra en el texto influye o no en la eficacia (aunque esto ya se comprobó en el experimento 9.3.6, pero se vuelve a repetir aquí porque las distribuciones de contenidos son distintas).
- Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos junto con la localización de la palabra en el texto influyen o no en la eficacia.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados por tipo de distribución

Primeramente se obtuvo la media de los errores de todos los sujetos para cada configuración, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes (Tabla 42).

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Paginación	0,348	0,706	0,000
Enlaces internos	0,348	0,924	0,000
Scroll vertical	0,1304	0,4005	0,000

Tabla 42. Estadísticas básicas de la eficacia por tipo de distribución en el experimento 9.3.7

En la Figura 21 se pueden observar los histogramas correspondientes a la eficacia (errores) para los distintos tipos de distribuciones de contenidos.

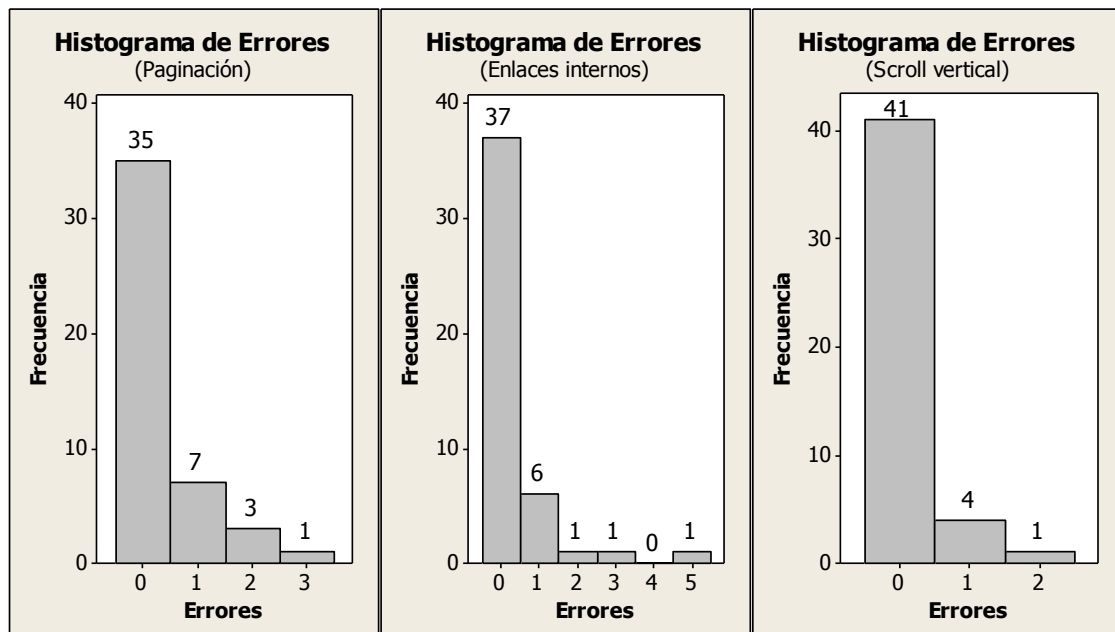


Figura 21. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: Paginación (izquierda), Enlaces internos (centro) y Scroll vertical (derecha), en el experimento 9.3.7

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 43), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Paginación	<0,005
Enlaces internos	<0,005
Scroll vertical	<0,005

Tabla 43. Test de normalidad de la eficacia por tipo de distribución en el experimento 9.3.7

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,243$ ($> 0,05$; $H(2) = 2,83$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de distribución de contenidos sea mejor (en términos de eficacia) que cualquiera de los otros.

Resultados por localización de la palabra

En cuanto a los resultados de la eficacia por localización de la palabra en el texto, primero se calcularon las estadísticas básicas (media, desviación estándar y mediana), cuyos resultados se muestran en la Tabla 44.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	0,304	0,845	0,000
Palabra lejana	0,2464	0,5532	0,000

Tabla 44. Estadísticas básicas de la eficacia por localización de la palabra en el experimento 9.3.7

En la Figura 22 se pueden observar los histogramas correspondientes a la eficacia (errores) para las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto (“cercana” o “lejana”).

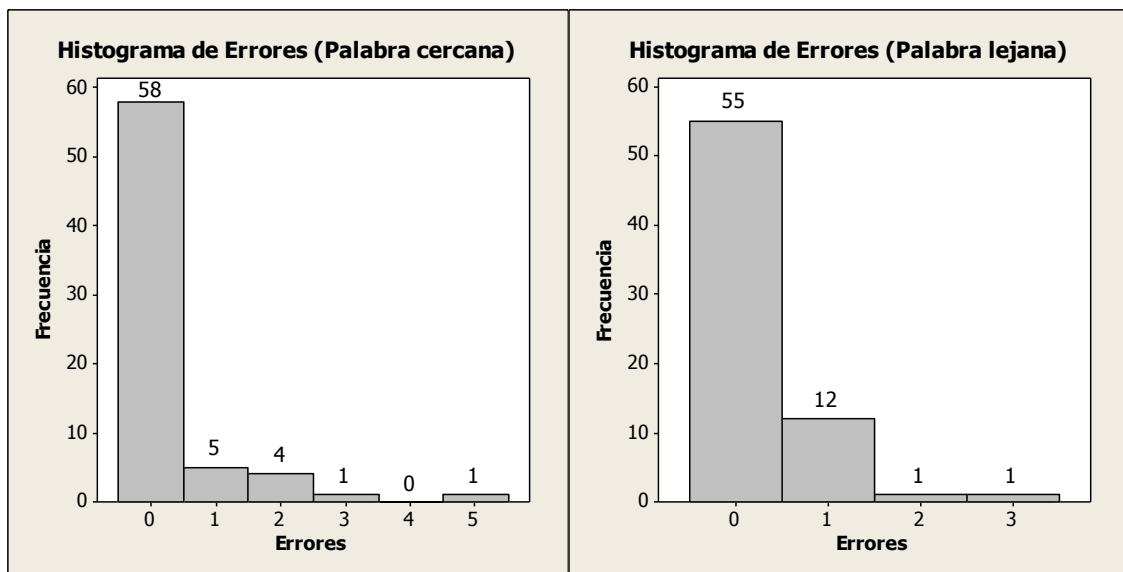


Figura 22. Histogramas de errores (eficacia) en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) y lejana (derecha) en el experimento 9.3.7

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 45), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 45. Test de normalidad de la eficacia por localización de la palabra en el experimento 9.3.7

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,643$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,22$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la posición de la palabra en el texto influya en la eficacia.

Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra

Primero se hallaron la media, la desviación estándar y la mediana de cada tipo de configuración compuesta por el tipo de distribución de contenidos y la localización de cada palabra, y los resultados se muestran en la Tabla 46.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Paginación, Palabra cercana	0,304	0,822	0,000
Paginación, Palabra lejana	0,391	0,583	0,000
Enlaces internos, Palabra cercana	0,391	1,118	0,000
Enlaces internos, Palabra lejana	0,304	0,703	0,000
Scroll vertical, Palabra cercana	0,217	0,518	0,000
Scroll vertical, Palabra lejana	0,0435	0,2085	0,000

Tabla 46. Estadísticas básicas de la eficacia por tipo de distribución y localización de la palabra en el experimento

9.3.7

En la Figura 23 se pueden observar los histogramas correspondientes a la eficacia (errores) por el tipo de distribución de contenido junto con las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto.

Después se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 47), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Paginación, Palabra cercana	<0,005
Paginación, Palabra lejana	<0,005
Enlaces internos, Palabra cercana	<0,005
Enlaces internos, Palabra lejana	<0,005
Scroll vertical, Palabra cercana	<0,005
Scroll vertical, Palabra lejana	<0,005

Tabla 47. Test de normalidad de la eficacia por tipo de distribución y localización de la palabra en el experimento

9.3.7

Como ninguno de los datos pasa el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,224$ ($> 0,05$; $H(5) = 6,96$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que el tipo de distribución de contenidos junto con la posición de la palabra en el texto influya en la eficacia.

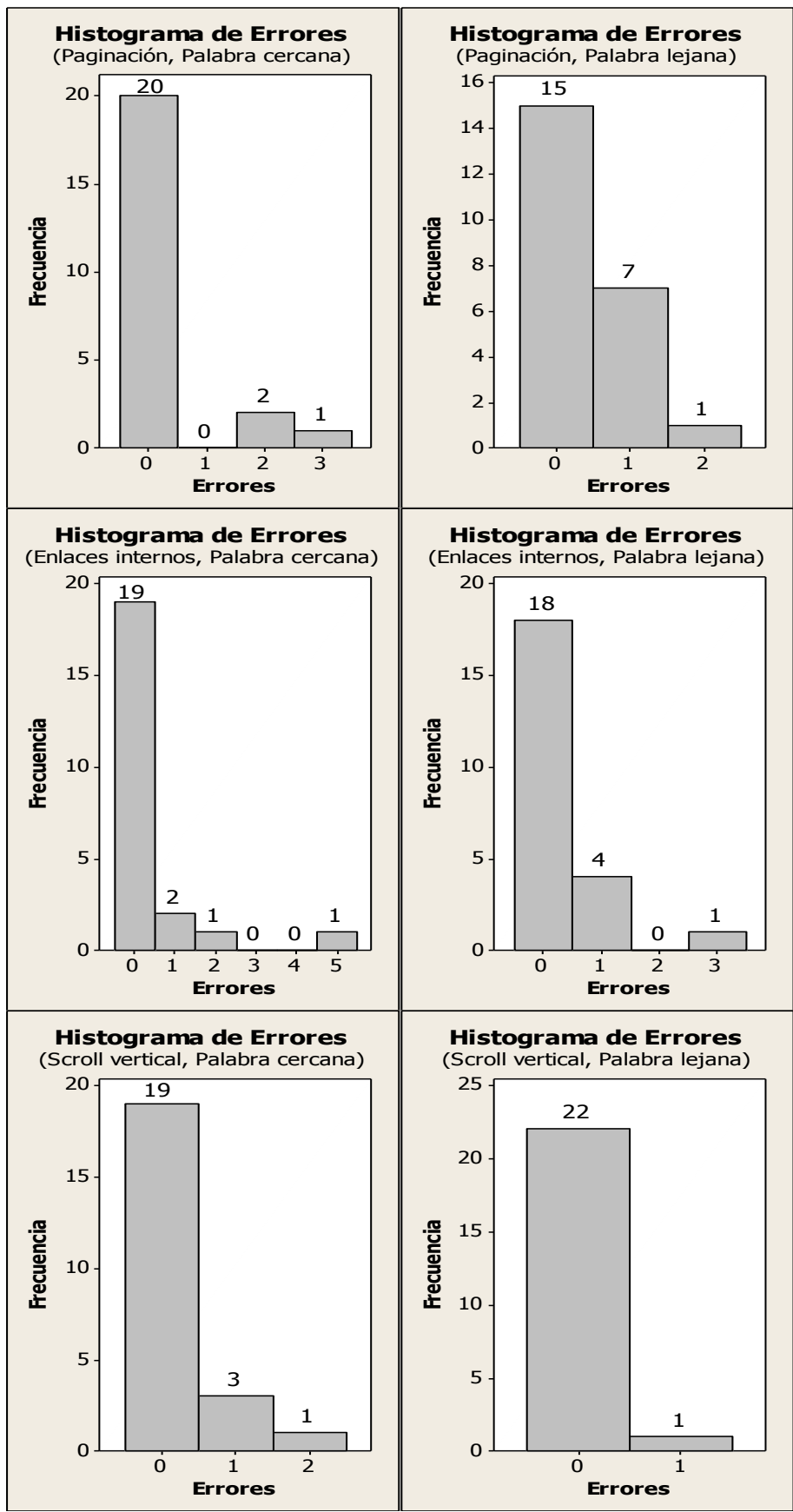


Figura 23. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.7

A la vista de los resultados, se puede decir que no es posible afirmar que ninguna distribución de contenidos sea mejor que otra en términos de eficacia, tal y como se ha definido, así como que la localización de la palabra en el texto no influye en la eficacia (es decir, en el número de errores que el usuario comete a la hora de buscar las palabras). Por último, tampoco se puede decir que ninguna combinación de distribución de contenidos y localización de la palabra sea mejor (en términos de eficacia) que otra.

Eficiencia

En el caso de la **eficiencia**, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en encontrar la palabra con cada configuración.

Al igual que ocurría con la eficacia, para analizar los resultados sobre la eficiencia se decidió observar los datos desde tres perspectivas diferentes:

- Resultados por tipo de distribución: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos (paginación, enlaces internos y scroll vertical) influye o no en la eficiencia (es decir, en el tiempo que tardan los usuarios en encontrar las palabras).
- Resultados por localización de la palabra: para comprobar si la ubicación de la palabra en el texto influye o no en la eficiencia.
- Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra: para comprobar si el tipo de distribución de contenidos junto con la localización de la palabra en el texto influyen o no en la eficiencia.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados por tipo de distribución

Para comenzar, se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada tipo de distribución (Tabla 48).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Paginación	146,1	109,9	128,0
Enlaces internos	171,5	157,8	119,5
Scroll vertical	118,7	80,9	87,5

Tabla 48. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de distribución en el experimento 9.3.7

En la Figura 24 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de distribuciones de contenidos.

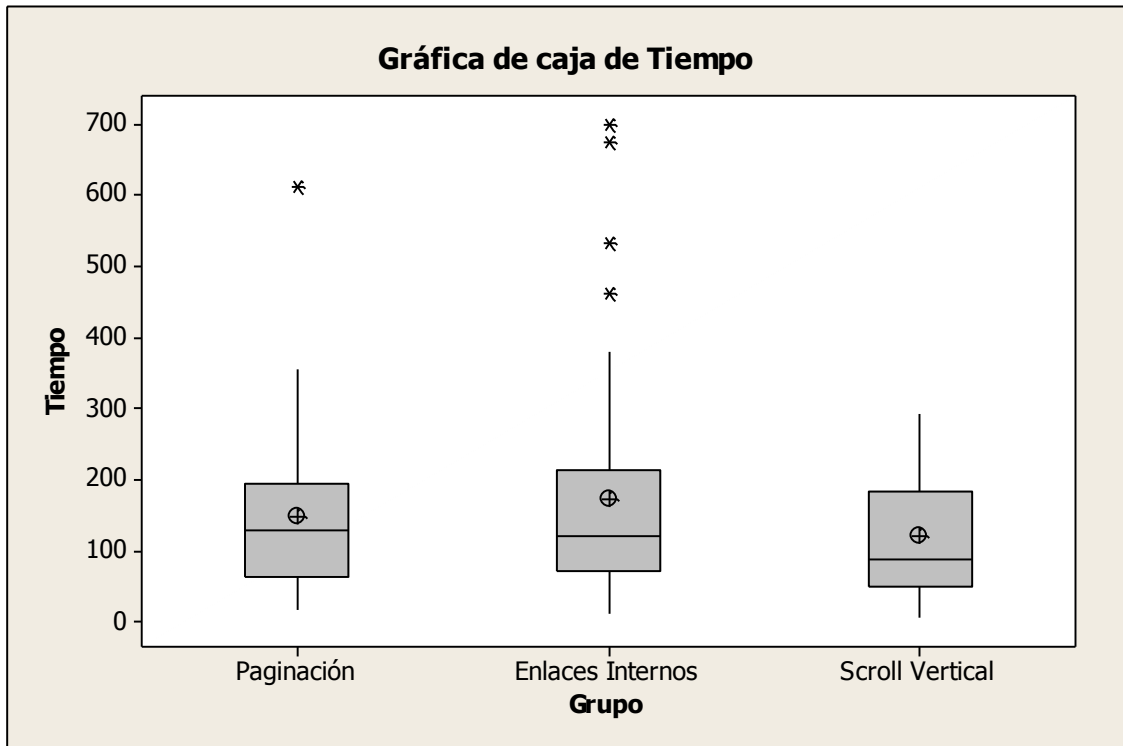


Figura 24. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos en el experimento 9.3.7

Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 49.

	p
Paginación	<0,005
Enlaces internos	<0,005
Scroll vertical	<0,005

Tabla 49. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de distribución en el experimento 9.3.7

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,337$ ($> 0,05$; $H(2) = 2,18$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los

métodos de distribución de contenidos sea mejor (en términos de eficiencia) que cualquiera de los otros.

Resultados por localización de la palabra

Se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada localización de la palabra en el texto, es decir, para las palabras “cercanas” y para las palabras “lejanas”. Los resultados se muestran en la Tabla 50.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	102,1	110,8	65
Palabra lejana	188,8	116,9	181

Tabla 50. Estadísticas básicas de la eficiencia por localización de la palabra en el experimento 9.3.7

En la Figura 25 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto (“cercana” o “lejana”).

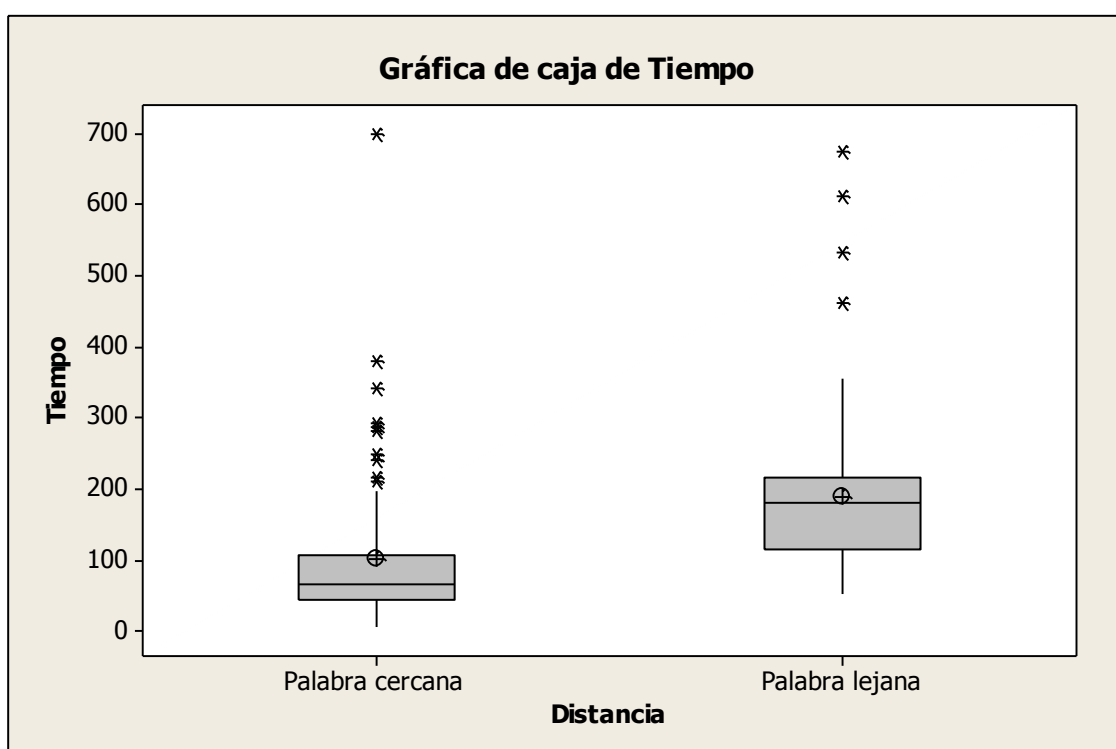


Figura 25. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.7

Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

El test de normalidad muestra los resultados que se exponen en la Tabla 51.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 51. Test de normalidad de la eficiencia por localización de la palabra en el experimento 9.3.7

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(1) = 38,10$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que la posición de la palabra en el texto influye en la eficiencia. Más concretamente, los usuarios tardan menos tiempo en encontrar las palabras “cercanas” que las palabras “lejanas”, tal y como se explicó antes que se conjeturaba al comienzo del diseño del experimento.

Resultados por tipo de distribución y localización de la palabra

Lo primero que se halló fue la media, desviación estándar y mediana de cada factor generado por la combinación del tipo de distribución de contenidos y la localización de la palabra en el texto (Tabla 52).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Paginación, Palabra cercana	93,5	73,9	67,0
Paginación, Palabra lejana	198,7	116,1	186,0
Enlaces internos, Palabra cercana	123,6	155,6	74,0
Enlaces internos, Palabra lejana	219,4	148,2	182,0
Scroll vertical, Palabra cercana	89,2	86,8	48,0
Scroll vertical, Palabra lejana	148,2	63,5	126,0

Tabla 52. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de distribución y localización de la palabra en el experimento 9.3.7

En la Figura 26 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por el tipo de distribución de contenido junto con las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto. Al igual que en los casos anteriores, los valores atípicos (mostrados con un “x” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

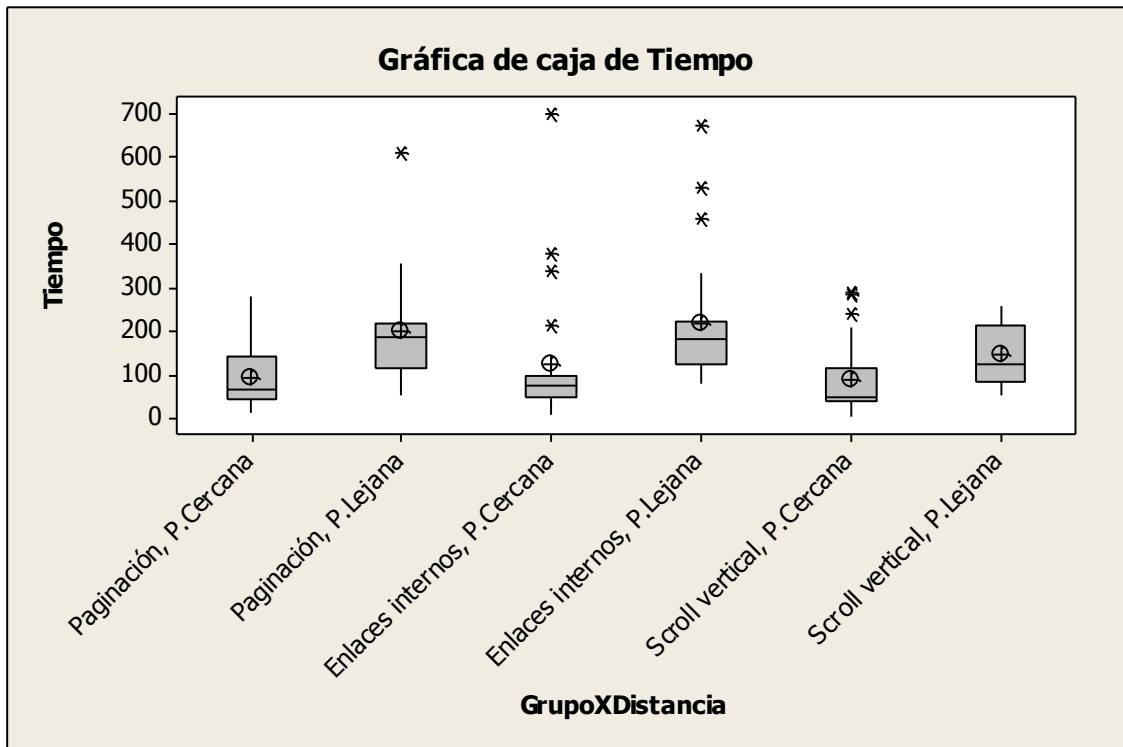


Figura 26. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de distribución de contenidos y de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.7

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 53), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Paginación, Palabra cercana	<0,005
Paginación, Palabra lejana	<0,005
Enlaces internos, Palabra cercana	<0,005
Enlaces internos, Palabra lejana	<0,005
Scroll vertical, Palabra cercana	<0,005
Scroll vertical, Palabra lejana	0,099

Tabla 53. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de distribución y localización de la palabra en el experimento 9.3.7

La mayoría de los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(5) = 40,53$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos. Para determinar qué tipo de configuración (distribución de contenidos y posición de la palabra) es mejor en términos de eficiencia, se repite el test de Kruskal-Wallis por pares de configuraciones (Tabla 54).

	p	H(1)
Paginación, Palabra cercana - Paginación, Palabra lejana	0,000	14,36
Paginación, Palabra cercana - Enlaces internos, Palabra cercana	0,637	0,22
Paginación, Palabra cercana - Enlaces internos, Palabra lejana	0,000	15,38
Paginación, Palabra cercana - Scroll vertical, Palabra cercana	0,482	0,49
Paginación, Palabra cercana - Scroll vertical, Palabra lejana	0,002	9,46
Paginación, Palabra lejana - Enlaces internos, Palabra cercana	0,000	12,36
Paginación, Palabra lejana - Enlaces internos, Palabra lejana	0,895	0,02
Paginación, Palabra lejana - Scroll vertical, Palabra cercana	0,000	14,28
Paginación, Palabra lejana - Scroll vertical, Palabra lejana	0,121	2,40
Enlaces internos, Palabra cercana - Enlaces internos, Palabra lejana	0,000	14,04
Enlaces internos, Palabra cercana - Scroll vertical, Palabra cercana	0,184	1,77
Enlaces internos, Palabra cercana - Scroll vertical, Palabra lejana	0,004	8,41
Enlaces internos, Palabra lejana - Scroll vertical, Palabra cercana	0,000	15,04
Enlaces internos, Palabra lejana - Scroll vertical, Palabra lejana	0,091	2,86
Scroll vertical, Palabra cercana - Scroll vertical, Palabra lejana	0,001	10,51

Tabla 54. Test de Kruskal-Wallis de la eficiencia por pares de tipo de distribución y localización de la palabra en el experimento 9.3.7

De la tabla anterior se puede deducir que no hay ninguna significación estadística adicional a las ya mencionadas en el apartado anterior, puesto que los únicos valores con $p < 0,05$ son aquellos que incluyen las combinaciones de palabra “cercana” con palabra “lejana”.

A la vista de los resultados, no es posible afirmar que ninguna distribución de contenidos sea mejor que otra en términos de eficiencia. Al contrario sucede con la localización de la palabra en el texto, que sí influye en la eficiencia (es decir, en el tiempo que tarda el usuario en encontrar las palabras), de forma que las palabras más cercanas al comienzo del texto suelen encontrarse antes (en menos tiempo) que las situadas al final del texto.

Satisfacción

Por último, para valorar la **satisfacción** se analizaron las encuestas (Anexo 4) que realizaron los sujetos. En este sentido se valoraron las respuestas a varias preguntas, que fueron las siguientes para cada tipo de distribución de contenidos:

- ¿Piensa que es cómodo y fácil de utilizar para el experimento realizado?
- ¿Cree que es eficiente para el experimento realizado?
- ¿Piensa que es adecuado, en general, para todo tipo de páginas web?

Además, se hizo una pregunta adicional general:

- ¿Cuál es su grado de conformidad con la afirmación “El método más adecuado para mostrar la información de una página web en un dispositivo móvil depende del tipo de contenidos de la página”?

Por último, también se planteó una pregunta de respuesta libre que los sujetos debían responder con sus propias palabras:

- ¿Para qué tipo de páginas opina que sería más adecuado cada tipo de distribución de contenidos?

Las respuestas a las primeras cuatro preguntas se midieron cuantitativamente en una escala Likert de 0 a 5, donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. En la Tabla 55 se muestran las estadísticas básicas (media y desviación estándar) de los resultados de las respuestas de todos los sujetos a las tres primeras preguntas para cada tipo de distribución de contenidos.

	Cómodo y fácil de utilizar		Eficiente		Adecuado para todo tipo de webs	
	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar
Paginación	2,65	1,58	2,78	1,59	3,26	1,68
Enlaces internos	2,61	1,59	2,30	1,49	2,83	1,44
Scroll vertical	4,22	1,04	3,70	1,22	2,57	1,27

Tabla 55. Estadísticas básicas de satisfacción por tipo de distribución según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento en el experimento 9.3.7

Los resultados de las respuestas a la pregunta adicional general se muestran en la Tabla 56.

	Media (0-5)	Desviación estándar
El método más adecuado depende del tipo de contenidos de la página web	4,30	1,02

Tabla 56. Estadísticas básicas de la respuesta a la pregunta “El método más adecuado depende del tipo de contenidos de la página web” de la encuesta de satisfacción del experimento 9.3.7

En cuanto a la última pregunta, tal y como se ha mencionado anteriormente, las respuestas de los sujetos fueron libres, por lo que se clasificaron por respuestas afines para poder obtener los porcentajes de aquellas más apoyadas. Una vez hecho esto, se vio que existe una clara tendencia (56,52%) de los usuarios a pensar que la paginación sería muy

adecuada para páginas web del estilo de las que contienen noticias, es decir, aquellas en las que hay unos ciertos titulares definidos y en las que conviene ofrecer un pequeño texto introductorio al tema que trata dicho titular; aunque un 13,04% también piensa que este tipo de páginas web se podría estructurar mediante enlaces internos. De modo genérico, el 21,74% de los usuarios indicó que la paginación sería adecuada para las páginas web que tuvieran mucho contenido.

En general, los usuarios (13,04%) opinaron que los enlaces internos eran adecuados para páginas web muy extensas (es decir, que disponen de mucho contenido), y sobre todo en aquellas donde las secciones están claramente definidas.

Por último, el 34,78% de los usuarios indicó que el scroll vertical le parecería lo más adecuado para visualizar páginas web no muy extensas, es decir, que tengan poco contenido que mostrar.

3.3.3.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Fijándose en la comodidad y facilidad de uso para buscar una palabra en un texto de una página web desde un dispositivo móvil, los usuarios opinan (según datos de la encuesta de satisfacción que realizaron tras el experimento) que el método de scroll vertical es el mejor, así como el más eficiente (subjetivamente), de los tres experimentados. No obstante, independientemente de las opiniones de los usuarios, estos resultados no se pueden confirmar puesto que no hay diferencia significativa entre un tipo de distribución y los demás, ni en términos de eficacia, ni en términos de eficiencia. Por lo tanto, **no se podría afirmar** que el **scroll vertical sea mejor o peor** que los demás tipos de distribución de contenidos, en base al experimento realizado midiendo la eficacia (número de errores) y eficiencia (tiempo).
- En cuanto al análisis de los datos por la localización de la palabra en el texto, no se puede afirmar que ésta influya en la eficacia (es decir, en el número de errores), pero sí que influye en la eficiencia (es decir, en el tiempo que los usuarios tardan en encontrar la palabra). Esto era obvio desde un principio, por lo que se deduce que **la decisión** que se comentó en el planteamiento del experimento sobre **escoger una palabra “cercana” y otra “lejana”** para ejecutar el experimento con cada uno de los tipos de distribución **fue acertada** ya que,

en caso de no haberlo hecho así, los resultados podrían haberse visto falseados puesto que los tiempos de búsqueda de las palabras no iban a depender de la distribución de contenidos, sino de su posición en el texto.

- Los usuarios opinan (con una media de 4,3 sobre 5 puntos en la encuesta de satisfacción) que el **método más adecuado** para presentar la información en una página web para dispositivos móviles **depende del tipo de contenidos** que se desee mostrar. Por lo tanto, según la opinión de la mayoría de los usuarios, **no existe un método genérico**; es decir, que sea adecuado para presentar información en todo tipo de páginas web. No obstante, de los tres métodos experimentados, los usuarios piensan que el que mejor podría adecuarse de forma genérica sería el de paginación (con un 3,26 sobre 5), seguido del método de enlaces internos (2,83 sobre 5) y, por último, del scroll vertical (2,57 sobre 5).
- En cuanto al tipo de páginas más adecuadas para mostrar con cada tipo de distribución de contenidos, según los datos cualitativos de la encuesta, los usuarios opinan que la paginación (56,52%) y los enlaces internos (13,04%) serían adecuados para páginas web que tengan una estructura parecida a las páginas web de noticias. Con respecto a la extensión de las páginas web, los usuarios respondieron que aquellas que tengan **muchos contenidos** sería mejor mostrarlas con una estructura de **paginación** (21,74%) o con una estructura de **enlaces internos** (13,04%), mientras que las páginas con **poca extensión** o contenidos sería preferible estructurarlos con una distribución de **scroll vertical**. Esto podría estar motivado por el hecho de intentar minimizar el scroll vertical.
- Comparando las anteriores conclusiones con **la hipótesis inicial** (“En lugar de tener un scroll vertical extenso, en los objetos docentes basados en web para m-learning es preferible buscar distribuciones de contenido alternativas, tales como la paginación o enlaces internos”), podríamos decir que ésta **se debería rechazar**, ya que los resultados del experimento no indican que ningún tipo de distribución (paginación, enlaces internos y scroll vertical) sea estadísticamente mejor que otro en dispositivos móviles, ni en términos de eficacia, ni en términos de eficiencia. Por lo tanto, **la directriz inicial debería eliminarse** y no existiría en el conjunto de directrices para objetos docentes basados en web para m-learning.

3.3.4. Experimento 4: Directriz 9.3.8.

El cuarto experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.3.8. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a dispositivos móviles o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.3.8”.

3.3.4.1. Hipótesis

La directriz 9.3.8. trata sobre el scroll horizontal en las páginas web de PC, y afirma que éste debe evitarse siempre que sea posible.

El 62,50% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles; es decir, que no tendría sentido en dispositivos móviles o que, si se deseara aplicar, habría que hacerlo con algunas modificaciones. De todos ellos, el 60% utilizó el siguiente razonamiento para llegar a esa conclusión: en las pantallas de los dispositivos móviles es prácticamente imposible evitar el scroll, ya que al hacer zoom (una acción muy normal cuando se navega con este tipo de dispositivos) aparecerá scroll. En este caso la directriz sería diferente para PC y para dispositivos móviles, por lo que su enunciado cambiaría al aplicarla a estos últimos.

Además, el 40% de los expertos que respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles destacó también que es más fácil hacer scroll con un dispositivo móvil que con un ratón, por lo que apoyan que quizá no sería tan crucial el hecho de evitar el scroll horizontal en un dispositivo móvil como en un PC. En este caso también cambiaría el enunciado de la directriz.

Sólo el 37,50% de los expertos respondió que la directriz sería aplicable directamente a dispositivos móviles, y todos ellos basaron su razonamiento en que siempre es preferible no tener scroll horizontal, sea cual sea el dispositivo utilizado. De ser esto así, el enunciado de la directriz quedaría invariable.

Basándose en los comentarios anteriores, para diseñar el experimento se partirá de la siguiente hipótesis: “El scroll horizontal debería evitarse en los objetos docentes basados en web para m-learning, siempre que sea posible”.

3.3.4.2. Planteamiento del experimento

Para comprobar si la hipótesis planteada en el anterior apartado es válida, se diseñó un experimento en el que se pudo comparar la usabilidad de distintas configuraciones de pantalla

mediante las métricas ya mencionadas anteriormente (eficacia, eficiencia y satisfacción). Para ello, se diseñaron dos tipos de páginas web, cada una de las cuales contenía un texto y sería visualizada de dos formas posibles (Figura 27): con el dispositivo en horizontal y con el dispositivo en vertical. El texto mostrado era un objeto docente basado en web, cuyo contenido fue extraído de la Teoría de la Evolución, de Charles Darwin.



Figura 27. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.3.8

En la primera página web no existía scroll horizontal y el usuario debía visualizarla con el dispositivo en orientación vertical. En la segunda página web el texto sí tenía scroll horizontal, y se debía visualizar con el dispositivo en posición vertical. La tercera página web no tenía scroll horizontal y se debía visualizar con el dispositivo en posición horizontal. Por último, en la cuarta página web el texto sí tenía scroll horizontal y el usuario lo visualizaría con el dispositivo en orientación horizontal.

Los usuarios debían buscar palabras en cada una de las cuatro configuraciones, de manera que así se podría medir la **eficacia** de una forma objetiva, mediante el número de abandonos (es decir, cuando el usuario desistía en la búsqueda de una palabra) y mediante el número de errores cometidos, que se calcularían como sigue:

$$n^{\circ} \text{ de errores} = n^{\circ} \text{ veces que lee el fragmento de texto más leído} - 1$$

Es decir, si el usuario encontraba la palabra la primera vez que leía el texto, el número de errores era 0; y si, por ejemplo, el fragmento más leído fue visualizado 4 veces, entonces el número de errores sería 3.

Otro de los parámetros a medir fue el tiempo que tardaron los usuarios en encontrar cada palabra. De esta forma se podría medir la **eficiencia**, teniendo en cuenta la media de tiempo que se tardó en encontrar la palabra en cada uno de los casos. Tras una prueba inicial con un usuario piloto, se observó que la eficiencia a la hora de encontrar cada palabra dependía mucho de la posición de ésta en el texto; es decir, si la palabra estaba al comienzo del texto, el usuario tardaría poco tiempo en encontrarla; mientras que si estaba al final, tardaría más. Debido a esto, se optó por solicitar a los usuarios que buscaran dos palabras para cada tipo de configuración: una palabra cercana al comienzo del texto (en adelante, palabra “cercana”), y otra palabra que se encontrara al final del texto (en adelante, palabra “lejana”). Obviamente, este dato los usuarios no lo conocían.

Por último, tras realizar el experimento, los usuarios rellenaron una encuesta (Anexo 5) de **satisfacción** en la que se les preguntaba acerca de cuán cómodo y fácil de utilizar les parecía el hecho de buscar una palabra con scroll horizontal en cada una de las distintas orientaciones, así como el nivel de eficiencia que ellos veían en cada una de las configuraciones. De esta forma se podría medir la eficacia de una manera subjetiva, además de la objetiva que se comentó anteriormente. También se les preguntó si preferían tener scroll o no tenerlo en cada una de las orientaciones; si el scroll horizontal les parecía adecuado para mostrar cualquier tipo de páginas web en horizontal y en vertical; si la utilización de scroll horizontal depende del tipo de contenidos que se deseen mostrar; si preferían scroll horizontal o vertical para navegar; y si pensaban que es mejor tener solamente un tipo de scroll (horizontal o vertical), no ambos a la vez. En la encuesta también se hicieron preguntas de respuesta libre, de forma que se pudieran identificar aquellos tipos de páginas web que los usuarios piensan que son más adecuados para tener scroll horizontal o no tenerlo, y para visualizar en horizontal o en vertical. Por último, también se preguntó sobre la configuración

más idónea (scroll horizontal o sin él, y orientación vertical u horizontal) para visualizar contenidos m-learning.

A cada usuario se le repartieron aleatoriamente los tratamientos, de manera que cada usuario hizo el experimento dos veces (con una palabra “cercana” y con una palabra “lejana”) con cada configuración (sin scroll horizontal y con orientación vertical; sin scroll horizontal y con orientación horizontal; con scroll horizontal y orientación vertical; y con scroll horizontal y orientación horizontal). Es decir, de cada usuario se tomaron ocho muestras en total.

Para ir llevando a cabo el experimento con los usuarios, se creó una ficha de ejecución del experimento, donde estaban contenidos todos los tratamientos que habría que aplicar a cada usuario (con scroll o sin scroll, orientación de la pantalla y palabra a buscar), y que fueron previamente designados de forma aleatoria, haciendo que para cada configuración se buscaran una palabra “cercana” y otra “lejana”.

3.3.4.3. Realización

El experimento se llevó a cabo con 22 sujetos, de los cuales el 77,27% eran hombres y el 22,73% mujeres. El 63,64% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 22,73% tenía entre 25 y 34 años; y el 13,64% tenía más de 35 años. De todos ellos, el 45,45% se consideraba experto en el uso del móvil, así como otro 45,45% se consideraba de un nivel intermedio, y un 9,09% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 18,18% de los sujetos tenían estudios de Bachillerato finalizados y estaban cursando una carrera; el 31,82% tenía estudios de módulo de grado superior; el 18,18% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; el 9,09% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 18,18% disponía de un Máster y el 4,55% eran doctores.

Para llevar a cabo el experimento, al igual que en los dos experimentos anteriores, se utilizó un dispositivo móvil de marca Apple (modelo iPhone 4), una cámara web y un portátil para grabar los vídeos de las interacciones de los usuarios.

Por cada usuario se grabaron ocho vídeos, uno por cada combinación scroll/no scroll horizontal, orientación de la pantalla y distancia a la palabra, es decir, los siguientes:

- Uno sin scroll horizontal, orientación vertical y palabra “cercana”.
- Otro sin scroll horizontal, orientación vertical y palabra “lejana”.
- Otro sin scroll horizontal, orientación horizontal y palabra “cercana”.
- Otro sin scroll horizontal, orientación horizontal y palabra “lejana”.
- Otro con scroll horizontal, orientación vertical y palabra “cercana”.

- Otro con scroll horizontal, orientación vertical y palabra “lejana”.
- Otro con scroll horizontal, orientación horizontal y palabra “cercana”.
- Otro con scroll horizontal, orientación horizontal y palabra “lejana”.

Estos vídeos iban siendo grabados conforme se iba siguiendo la ficha de ejecución del experimento (es decir, no eran ejecutados siempre exactamente en ese orden, sino aleatoriamente), mientras el usuario buscaba la palabra. Una vez grabados todos los vídeos, el usuario respondía a la encuesta de satisfacción.

3.3.4.4. Resultados

Los resultados obtenidos se exponen a continuación, divididos en los tres apartados de las métricas de usabilidad utilizadas.

Eficacia

Para medir la **eficacia**, tal y como se mencionó anteriormente, se contabilizó el número de errores de los sujetos al buscar las palabras (“cercana” y “lejana”) en cada configuración, es decir, con las combinaciones sin/con scroll horizontal y orientación vertical/horizontal; y también se contabilizó el número de abandonos en cada caso. Por lo tanto, la eficacia será una combinación de ambos resultados (errores y abandonos).

Para analizar los resultados sobre la eficacia, se optó por observar los datos desde cuatro perspectivas diferentes:

- Resultados por existencia o no de scroll horizontal: para comprobar si la existencia o no de scroll horizontal influye o no en la eficacia (es decir, en el número de errores que cometen los usuarios a la hora de encontrar las palabras o en el número de abandonos).
- Resultados por orientación de la pantalla: para comprobar si la orientación de la pantalla (vertical u horizontal) influye o no en la eficacia (tanto en el número de errores como en el número de abandonos).
- Resultados por localización de la palabra: para comprobar si la ubicación de la palabra en el texto influye o no en la eficacia.
- Resultados por existencia o no de scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra: para comprobar si la existencia o no de scroll horizontal junto con la orientación de la pantalla y la posición de la palabra en el texto influyen o no en la eficacia.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados por existencia o no de scroll horizontal

Tal y como se ha explicado, se estudió la influencia de la existencia o ausencia de scroll horizontal sobre el número de errores y sobre el número de abandonos. A continuación se explica cada uno de los casos.

Influencia del scroll horizontal sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media de los errores de todos los sujetos para cada configuración, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes Tabla 57.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Sin scroll horizontal	0,3636	0,7608	0,000
Con scroll horizontal	0,3218	0,7996	0,000

Tabla 57. Estadísticas básicas del número de errores por existencia o no de scroll horizontal en el experimento 9.3.8

En la Figura 28 se pueden observar los histogramas correspondientes al número de errores para la existencia y no existencia de scroll horizontal.

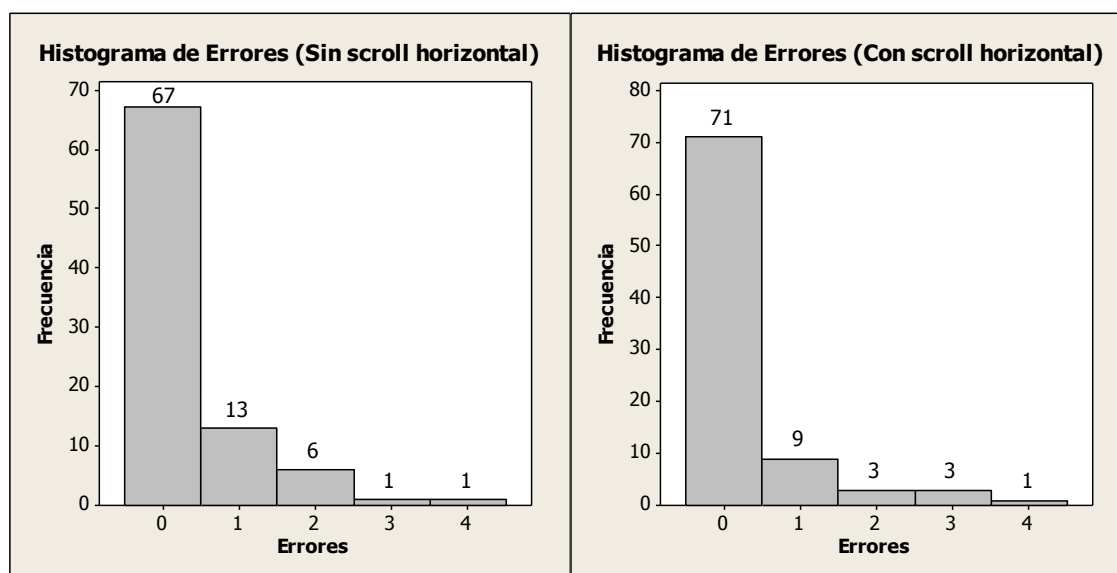


Figura 28. Histogramas de errores (eficacia) en función del tipo de distribución de contenidos: sin scroll horizontal (izquierda) y con scroll horizontal (derecha), en el experimento 9.3.8

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 58), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Sin scroll horizontal	<0,005
Con scroll horizontal	<0,005

Tabla 58. Test de normalidad del número de errores por existencia o no de scroll horizontal en el experimento 9.3.8

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,431$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,65$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la existencia de scroll horizontal sea mejor (en cuanto al número de errores) que la no existencia del mismo, ni viceversa.

Influencia del scroll horizontal sobre el número de abandonos

En la Tabla 59 se muestran los datos sumativos de la influencia del scroll horizontal sobre el número de abandonos.

	Abandonaron		No abandonaron	
	N	%	N	%
Sin scroll horizontal	1	1,14	87	98,86
Con scroll horizontal	4	4,55	84	95,45
Total	5	2,84	171	97,16

Tabla 59. Datos sumativos del número de abandonos por existencia o no de scroll horizontal en el experimento 9.3.8

Tal y como se desprende de los datos sumativos, en la mayoría de los casos no hubo abandonos, pero también es cierto que hubo cuatro veces más de abandonos en las configuraciones que tenían scroll horizontal que en las que no lo tenían.

Resultados por orientación de la pantalla

A continuación se exponen los resultados de la influencia de la orientación de la pantalla sobre la eficacia, es decir, sobre el número de errores y sobre el número de abandonos.

Influencia de la orientación de la pantalla sobre el número de errores

Con respecto a los resultados del número de errores por orientación de la pantalla, primero se calcularon las estadísticas básicas (media, desviación estándar y mediana), cuyos resultados se muestran en la Tabla 60.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Orientación vertical	0,3333	0,0844	0,000
Orientación horizontal	0,3523	0,0825	0,000

Tabla 60. Estadísticas básicas del número de errores por orientación de la pantalla en el experimento 9.3.8

En la Figura 29 se pueden observar los histogramas correspondientes al número de errores para cada tipo de orientación de la pantalla.

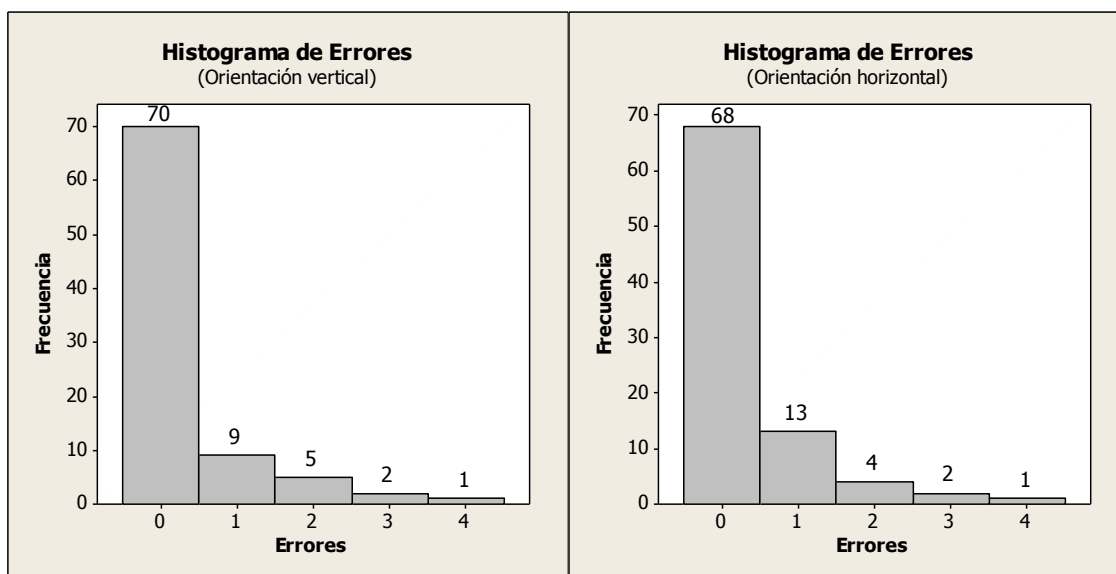


Figura 29. Histogramas de errores en función del tipo de orientación de la pantalla: vertical (izquierda) u horizontal (derecha), en el experimento 9.3.8

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 61), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Orientación vertical	<0,005
Orientación horizontal	<0,005

Tabla 61. Test de normalidad del número de errores por tipo de orientación de la pantalla en el experimento 9.3.8

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,666$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,19$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ningún tipo de orientación de la pantalla sea mejor (en cuanto al número de errores) que otra.

Influencia de la orientación de la pantalla sobre el número de abandonos

En la Tabla 62 se presentan los datos sumativos de la influencia de la orientación de la pantalla sobre el número de abandonos.

	Abandonaron		No abandonaron	
	N	%	N	%
Orientación vertical	3	3,41	85	96,59
Orientación horizontal	2	2,27	86	97,73
Total	5	2,84	171	97,16

Tabla 62. Estadísticas básicas del número de abandonos por tipo de orientación de la pantalla en el experimento

9.3.8

Tal y como se desprende de los datos sumativos, en la mayoría de los casos no hubo abandonos, pero hubo menos abandonos en las configuraciones que tenían la pantalla en horizontal que en las que la tenían en vertical.

Resultados por localización de la palabra

También se obtuvieron los resultados de la influencia de la localización de la palabra en la eficacia, desde el punto de vista del número de errores cometidos y desde el punto de vista del número de abandonos.

Influencia de la localización de la palabra sobre el número de errores

En cuanto a los resultados de la eficacia por localización de la palabra en el texto, primero se calcularon las estadísticas básicas (media, desviación estándar y mediana) para el número de errores, cuyos resultados se muestran en la Tabla 63.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	0,3678	0,8369	0,000
Palabra lejana	0,3182	0,7199	0,000

Tabla 63. Estadísticas básicas del número de errores por localización de la palabra en el experimento 9.3.8

En la Figura 30 se pueden observar los histogramas correspondientes al número de errores para las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto (“cercana” o “lejana”).

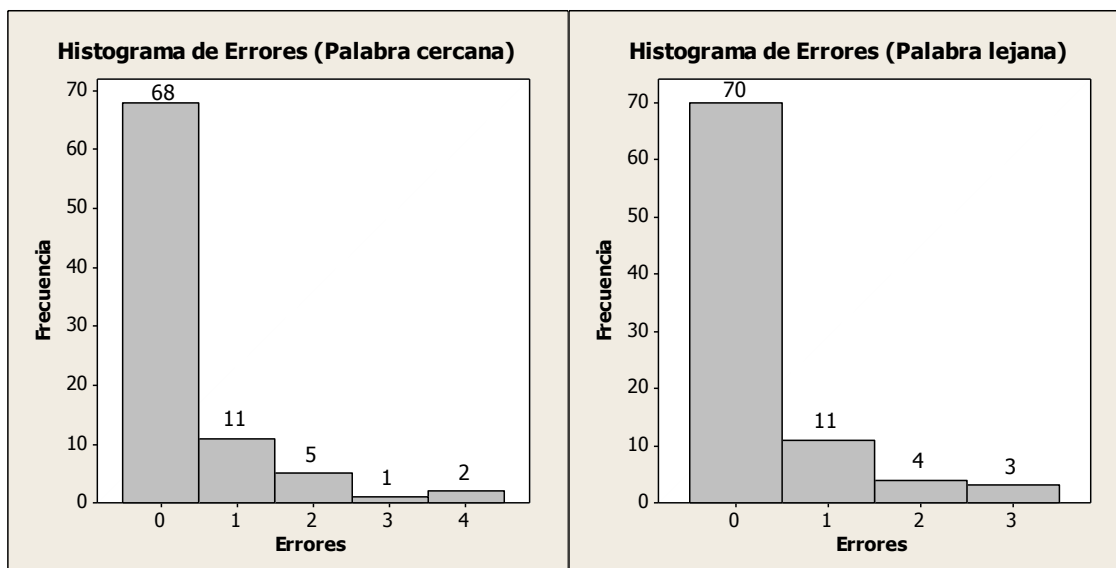


Figura 30. Histogramas de errores en función de la localización de la palabra en el texto: cercana (izquierda) o lejana (derecha), en el experimento 9.3.8

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 64), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 64. Test de normalidad del número de errores por localización de la palabra en el experimento 9.3.8

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,802$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,06$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la posición de la palabra en el texto influya en el número de errores.

Influencia de la localización de la palabra sobre el número de abandonos

En la Tabla 65 se muestran los datos sumativos de la influencia de la localización de la palabra sobre el número de abandonos.

	Abandonaron		No abandonaron	
	N	%	N	%
Palabra cercana	2	2,27	86	97,73
Palabra lejana	3	3,41	85	96,59
Total	5	2,84	171	97,16

Tabla 65. Datos sumativos del número de abandonos por localización de la palabra en el texto del experimento 9.3.8

Tal y como se desprende de los datos sumativos, en la mayoría de los casos no hubo abandonos, pero hubo menos abandonos en las configuraciones que tenían la palabra cercana que en las que la tenían lejana.

Resultados por existencia o no de scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra

Por último, se obtuvieron los resultados de la influencia de la combinación scroll/no scroll horizontal – orientación de la pantalla – localización de la palabra sobre la eficacia, es decir, sobre el número de errores y sobre el número de abandonos.

Influencia de la existencia/ausencia de scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra sobre el número de errores

Primero se hallaron la media, la desviación estándar y la mediana de errores para cada tipo de configuración compuesta por la existencia o ausencia de scroll horizontal, la orientación de la pantalla y la localización de cada palabra, y los resultados se muestran en la Tabla 66.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Sin scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra cercana	0,455	0,963	0,000
Sin scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra lejana	0,409	0,734	0,000
Sin scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra cercana	0,364	0,658	0,000
Sin scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra lejana	0,227	0,685	0,000
Con scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra cercana	0,286	0,784	0,000
Con scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra lejana	0,182	0,664	0,000
Con scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra cercana	0,364	0,953	0,000
Con scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra lejana	0,455	0,800	0,000

Tabla 66. Estadísticas básicas del número de errores por existencia/ausencia de scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra en el experimento 9.3.8

Después se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 67), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Sin scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra cercana	<0,005
Sin scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra lejana	<0,005
Sin scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra cercana	<0,005
Sin scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra lejana	<0,005
Con scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra cercana	<0,005
Con scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra lejana	<0,005
Con scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra cercana	<0,005
Con scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra lejana	<0,005

Tabla 67. Test de normalidad de la eficacia (errores) por existencia/ausencia de scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra en el experimento 9.3.8

Como ninguno de los datos pasa el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,585$ ($> 0,05$; $H(7) = 5,62$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la existencia/ausencia de scroll horizontal junto con la orientación de la pantalla y la posición de la palabra en el texto influya en el número de errores que cometen los usuarios al buscar palabras en el texto.

Influencia de la existencia/ausencia de scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra sobre el número de abandonos

En la Tabla 68 se presentan los datos sumativos de la influencia de la palabra sobre el número de abandonos.

	Abandonaron		No abandonaron	
	N	%	N	%
Sin scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra cercana	1	4,55	21	95,45
Sin scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra lejana	0	0,00	22	100
Sin scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra cercana	0	0,00	22	100
Sin scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra lejana	0	0,00	22	100
Con scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra cercana	0	0,00	22	100
Con scroll horizontal, Orientación Vertical, Palabra lejana	2	9,09	20	90,91
Con scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra cercana	1	4,55	21	95,45
Con scroll horizontal, Orientación Horizontal, Palabra lejana	1	4,55	21	95,45
Total	5	2,84	171	91,16

Tabla 68. Datos sumativos del número de abandonos por existencia/ausencia de scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra en el experimento 9.3.8

A la vista de los resultados, se puede decir que no es posible afirmar que el hecho de no tener scroll horizontal sea mejor a tenerlo, o viceversa, en términos de eficacia, tal y como se

ha definido. Tampoco es posible afirmar que la orientación vertical sea mejor o peor que la orientación horizontal en términos de eficacia (en el número de errores). La localización de la palabra en el texto tampoco influye en la eficacia (es decir, en el número de errores que el usuario comete a la hora de buscar las palabras o en el número de abandonos). Por último, tampoco se puede decir que ninguna combinación de scroll/no scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra sea mejor (en términos de eficacia) que otra.

Eficiencia

En el caso de la **eficiencia**, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en encontrar la palabra con cada configuración.

Al igual que ocurría con la eficacia, para analizar los resultados sobre la eficiencia se decidió observar los datos desde tres perspectivas diferentes:

- Resultados por existencia o no de scroll horizontal: para comprobar si la existencia o no de scroll horizontal influye o no en la eficiencia (es decir, en el tiempo que tardan los usuarios en encontrar las palabras).
- Resultados por orientación de la pantalla: para comprobar si la ubicación de la palabra en el texto influye o no en la eficiencia.
- Resultados por localización de la palabra: para comprobar si la ubicación de la palabra en el texto influye o no en la eficiencia.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados por existencia o no de scroll horizontal

Antes de nada se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada configuración (Tabla 69).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Sin scroll horizontal	150,6	130,1	118,5
Con scroll horizontal	197,8	201,0	145,5

Tabla 69. Estadísticas básicas de la eficiencia por existencia/ausencia de scroll horizontal en el experimento 9.3.8

En la Figura 31 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), para la existencia y ausencia de scroll horizontal.

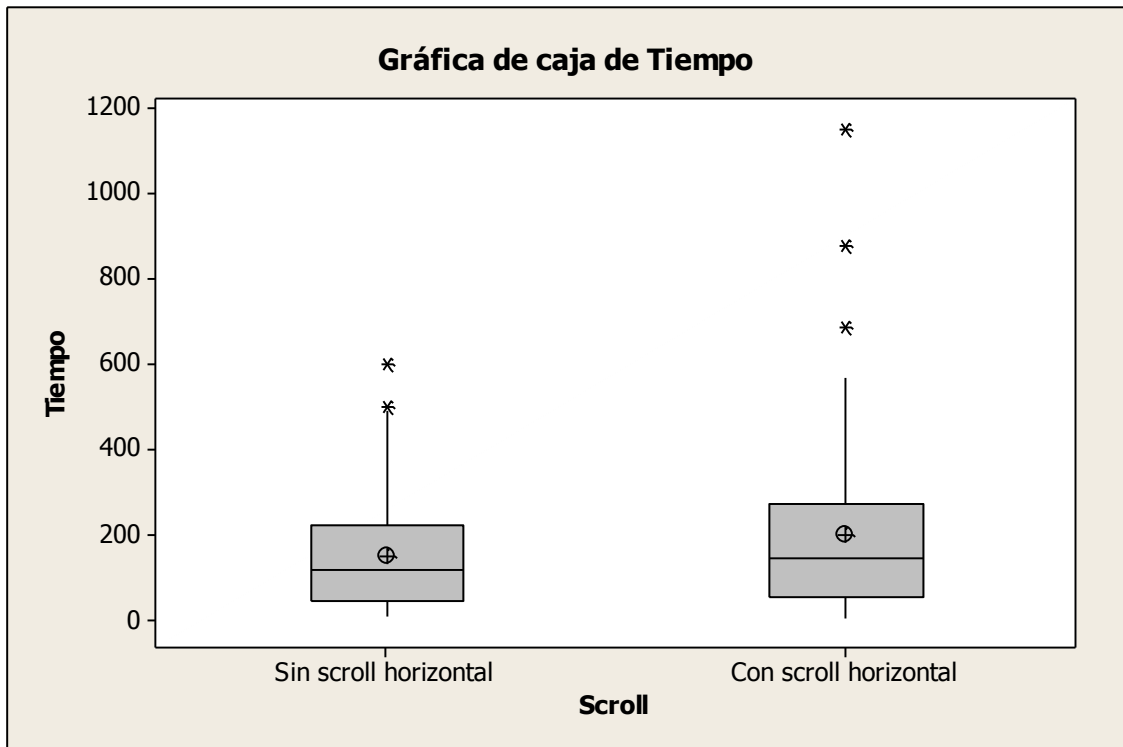


Figura 31. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de scroll horizontal en el experimento 9.3.8

Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 70.

	p
Sin scroll horizontal	<0,005
Con scroll horizontal	<0,005

Tabla 70. Test de normalidad de la eficiencia por existencia o ausencia de scroll horizontal en el experimento 9.3.8

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,224$ ($> 0,05$; $H(1) = 1,48$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que el hecho de tener scroll horizontal sea mejor (en términos de eficiencia) que no tenerlo, ni viceversa.

Resultados por orientación de la pantalla

Con respecto a los resultados de la eficiencia por orientación de la pantalla, primero se calcularon las estadísticas básicas (media, desviación estándar y mediana), cuyos resultados se muestran en la Tabla 71.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Orientación vertical	173,2	153,9	131,5
Orientación horizontal	175,2	186,5	118,0

Tabla 71. Estadísticas básicas del tiempo tardado (eficiencia) por orientación de la pantalla en el experimento

9.3.8

En la Figura 32 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia, dividido por el tipo de orientación de la pantalla.

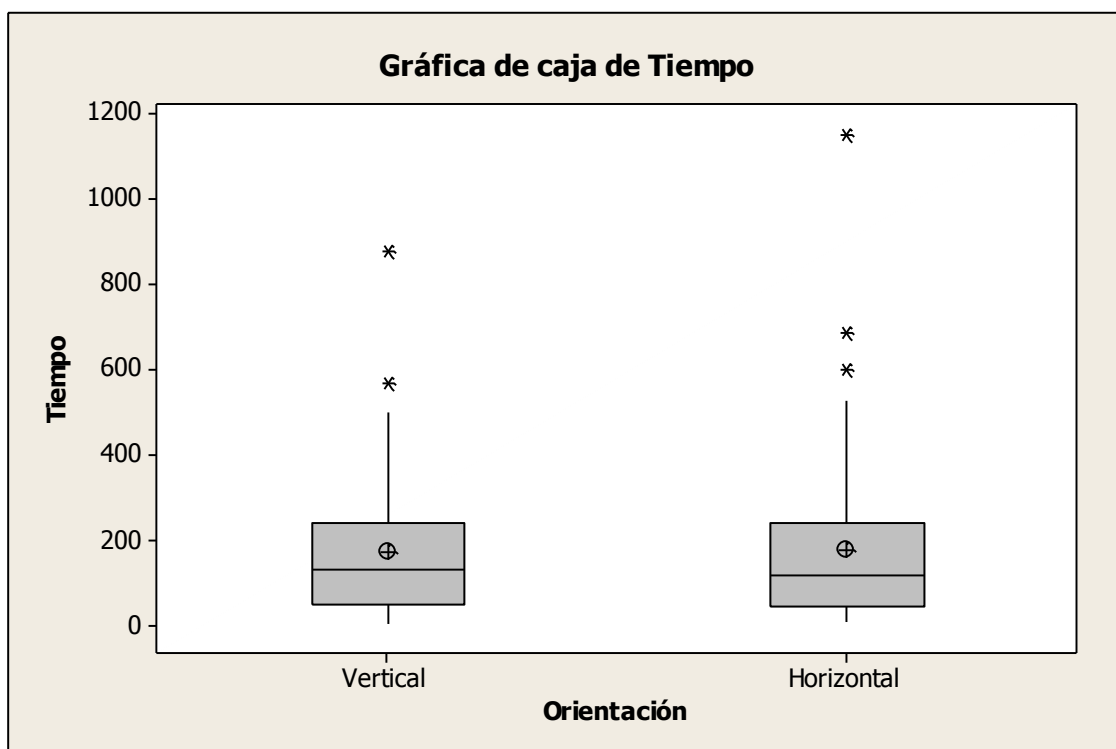


Figura 32. Gráfica de caja de errores en función del tipo de orientación de la pantalla en el experimento 9.3.8

Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Seguidamente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 72), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Orientación vertical	<0,005
Orientación horizontal	<0,005

Tabla 72. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de orientación de la pantalla en el experimento 9.3.8

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,640$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,22$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ningún tipo de orientación de la pantalla sea mejor (en cuanto a la eficiencia) que otra.

Resultados por localización de la palabra

Se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada localización de la palabra en el texto, es decir, para las palabras “cercanas” y para las palabras “lejanas”. Los resultados se muestran en la Tabla 73.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Palabra cercana	109,6	152,7	58,5
Palabra lejana	238,8	163,4	212,5

Tabla 73. Estadísticas básicas de la eficiencia por localización de la palabra en el experimento 9.3.8

En la Figura 33 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por las distintas localizaciones que podía tomar la palabra a buscar en el texto (“cercana” o “lejana”). Los valores atípicos (mostrados con un “x” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

El test de normalidad muestra los resultados que se pueden ver en la Tabla 74.

	p
Palabra cercana	<0,005
Palabra lejana	<0,005

Tabla 74. Test de normalidad de la eficiencia por localización de la palabra en el experimento 9.3.8

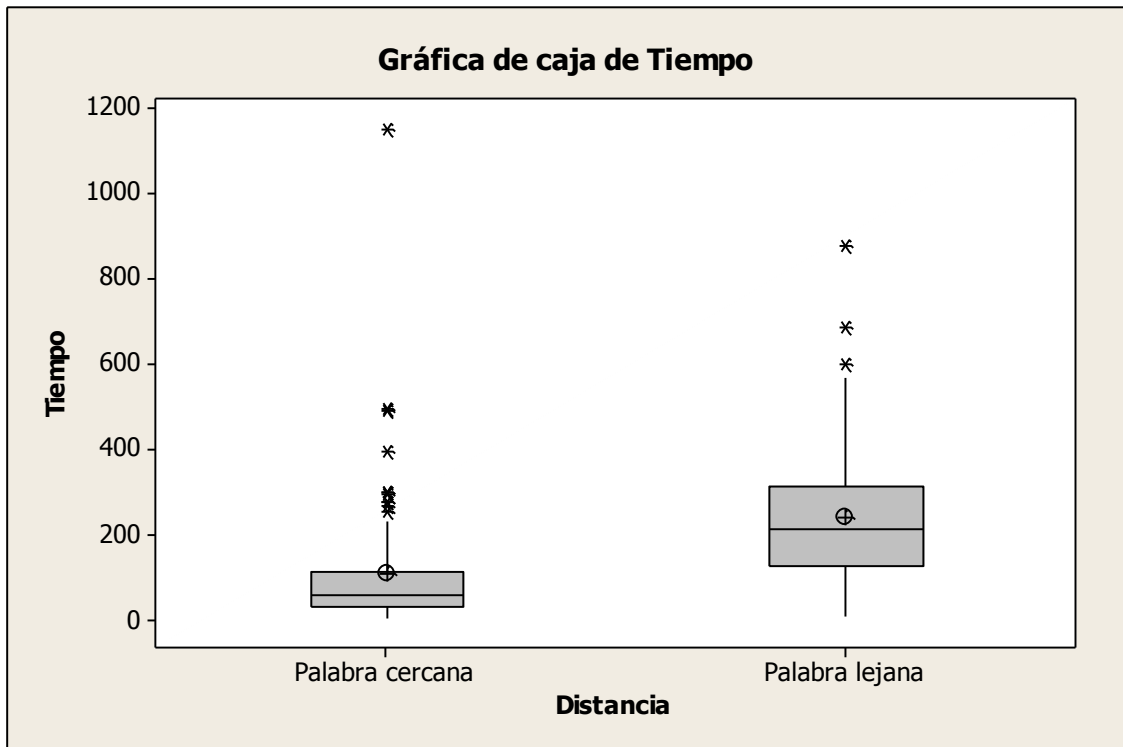


Figura 33. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la localización de la palabra en el texto en el experimento 9.3.8

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(1) = 43,74$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que la posición de la palabra en el texto influye en la eficiencia. Más concretamente, los usuarios tardan menos tiempo en encontrar las palabras “cercanas” que las palabras “lejanas”, tal y como se explicó antes que se conjeturaba al comienzo del diseño del experimento.

A la vista de los resultados, no es posible afirmar que el hecho de tener scroll horizontal sea mejor que no tenerlo, ni viceversa, en términos de eficiencia; y tampoco se puede afirmar que una orientación de la pantalla sea más eficiente que la otra. Al contrario sucede con la localización de la palabra en el texto, que sí influye en la eficiencia, de forma que las palabras más cercanas al comienzo del texto suelen encontrarse antes (en menos tiempo) que las situadas al final del texto.

Satisfacción

Por último, para valorar la **satisfacción** se analizaron las encuestas que realizaron los sujetos. En este sentido se recogió la conformidad de las respuestas de los usuarios con varias afirmaciones sobre el experimento, que fueron las siguientes:

1. El scroll horizontal me ha parecido cómodo y fácil de utilizar para el experimento realizado con la pantalla en vertical.
2. El scroll horizontal me ha parecido cómodo y fácil de utilizar para el experimento realizado con la pantalla en horizontal.
3. El hecho de tener scroll horizontal cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en vertical me parece eficiente para encontrar la información.
4. El hecho de NO tener scroll horizontal cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en vertical me parece eficiente para encontrar la información.
5. El hecho de tener scroll horizontal cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en horizontal me parece eficiente para encontrar la información.
6. El hecho de NO tener scroll horizontal cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en horizontal me parece eficiente para encontrar la información.
7. Prefiero tener scroll horizontal a no tenerlo cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en vertical.
8. Prefiero tener scroll horizontal a no tenerlo cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en horizontal.

Además, se recogieron las respuestas de conformidad de los usuarios con respecto a varias afirmaciones sobre páginas web generales cuyo contenido sea mixto (y no sólo texto como en el experimento). Esas afirmaciones fueron las siguientes:

9. El hecho de disponer de scroll horizontal me parece adecuado para todo tipo de páginas web que se visualizaran en un dispositivo móvil con la pantalla en vertical.
10. El hecho de disponer de scroll horizontal me parece adecuado para todo tipo de páginas web que se visualizaran en un dispositivo móvil con la pantalla en horizontal.
11. La utilización más adecuada del scroll horizontal (es decir, si debe usarse o no) depende del tipo de contenidos mostrados en la web.
12. En un dispositivo móvil prefiero tener scroll vertical a scroll horizontal para navegar.

13. En un dispositivo móvil prefiero tener scroll horizontal a scroll vertical para navegar.
14. Pienso que el scroll no debe evitarse (para navegar) en un dispositivo móvil, pero es mejor tener solamente uno de los dos tipos de scroll (horizontal o vertical), no ambos a la vez.

Por último, también se plantearon dos preguntas de respuesta libre que los sujetos debían responder con sus propias palabras:

- ¿Para qué tipo de páginas web opina que sería más adecuado utilizar scroll horizontal y para cuáles no? ¿Y para cuáles sería más adecuado el dispositivo con orientación horizontal y para cuáles con orientación vertical?
- ¿Qué tipo de estructura (con scroll o sin scroll) y orientación del dispositivo cree que serían más adecuados para la formación mediante sistemas m-learning? Justifíquelo.

Las respuestas a las primeras catorce preguntas se midieron cuantitativamente en una escala Likert de 0 a 5, donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. En la Tabla 75, la Tabla 76, la Tabla 77 y la Tabla 78 se muestran las estadísticas básicas (media y desviación estándar) de los resultados a esas respuestas de todos los sujetos.

	Cómodo y fácil de utilizar	
	Media (0-5)	Desviación estándar
Scroll horizontal, orientación vertical	0,591	0,908
Scroll horizontal, orientación horizontal	1,091	1,192

Tabla 75. Estadísticas básicas de satisfacción (comodidad y facilidad de uso) de las configuraciones con scroll horizontal según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento 9.3.8

	Eficiente	
	Media (0-5)	Desviación estándar
Con scroll horizontal, orientación vertical	0,682	0,839
Sin scroll horizontal, orientación vertical	3,727	1,420
Con scroll horizontal, orientación horizontal	1,545	1,535
Sin scroll horizontal, orientación horizontal	4,318	0,780

Tabla 76. Estadísticas básicas de satisfacción (eficiencia percibida) de las configuraciones según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento 9.3.8

	Prefiere tener scroll horizontal a no tenerlo	
	Media (0-5)	Desviación estándar
Con orientación vertical	1,045	1,463
Con orientación horizontal	1,000	1,480

Tabla 77. Estadísticas básicas de satisfacción (preferencia sobre existencia/ausencia de scroll horizontal y orientación de la pantalla) de las configuraciones según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento

9.3.8

	Adecuado para todo tipo de páginas web	
	Media (0-5)	Desviación estándar
Con scroll horizontal, orientación vertical	1,364	1,432
Con scroll horizontal, orientación horizontal	1,636	1,432
Con scroll o sin scroll horizontal depende del tipo de contenidos mostrados	3,682	1,359
Para navegar es mejor el scroll vertical que el scroll horizontal	4,000	1,746
Para navegar es mejor el scroll horizontal que el scroll vertical	1,045	1,864
No evitar el scroll, pero mejor sólo tener un tipo de scroll (o vertical u horizontal)	3,909	1,231

Tabla 78. Estadísticas básicas de satisfacción (opinión sobre la aplicación a todo tipo de páginas web) de las configuraciones según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento 9.3.8

En cuanto a las dos últimas preguntas, tal y como se ha mencionado anteriormente, las respuestas de los sujetos fueron libres, por lo que es difícil de cuantificar, pero se consiguieron obtener los siguientes resultados a partir del análisis de las respuestas de los usuarios y la agrupación de las mismas en conceptos similares.

Con respecto a la primera de las dos últimas preguntas, un 54,55% de los sujetos respondió que el scroll horizontal sería adecuado para páginas web que contuvieran imágenes (incluso galerías de imágenes), tablas o vídeos, ya que es posible que estos elementos sobresalieran de los límites de la pantalla de un dispositivo móvil (dependiendo del tamaño de los elementos y de la resolución de éste), y para visualizarlos completamente sería necesario disponer de un scroll horizontal. Por otro lado, un 68,18% respondió que la ausencia de scroll horizontal sería adecuada para leer contenido, es decir, para páginas web con gran cantidad de texto. Un 36,36% se muestra más tajante y dice que siempre, salvo caso estrictamente necesario, deben diseñarse páginas web sin scroll horizontal. Estas opiniones se basan mayormente, según expresaron los sujetos, en el hecho de que tener scroll horizontal hace que el lector se pierda cuando está leyendo una determinada línea y tiene que pasar a leer la siguiente, ya que tiene que mover el scroll horizontal hasta el inicio de la página web, y en ese

proceso es complicado saber qué línea se acababa de leer y cuál era la siguiente. Con respecto a la orientación de la pantalla, un 22,73% recomienda utilizar la pantalla en horizontal para visualizar contenido multimedia (imágenes, vídeos, etc.), un 13,64% para leer contenido (es decir, para texto), y un 18,18% para páginas con gran cantidad de información. Por último, la orientación vertical es recomendada por un 22,73% de los sujetos principalmente para lectura (ya sean periódicos online, enciclopedias, tiendas virtuales, etc.), y un 13,64% indica que se debería utilizar para páginas web que no contengan mucha cantidad de información.

En cuanto a la última pregunta, específica de m-learning, el 86,36% de los sujetos prefiere objetos docentes sin scroll horizontal (por la razón dada anteriormente sobre el hecho de que se pierden al saltar de línea en su lectura, y además porque - según justificó uno de los usuarios - el tamaño del párrafo y la memoria fotográfica son importantes cuando se está aprendiendo), y el 77,27% prefiere visualizar estos contenidos con una orientación horizontal del dispositivo móvil. Esto último lo justifican porque, por defecto, los contenidos (ya sea texto o multimedia) se visualizan así más grandes que con la orientación vertical. Por último, algunos de los sujetos (18,18%) sugieren una solución mixta: orientación horizontal para mostrar contenidos docentes multimedia y orientación vertical para objetos docentes con más texto.

3.3.4.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Basándose en los resultados de la influencia de las variables (scroll/no scroll horizontal, orientación de la pantalla y localización de la palabra) sobre la eficacia (número de errores), no hay significación estadística. En cuanto a la eficiencia, sólo la localización de la palabra influye en la misma, algo que ya se conjeturaba al principio del diseño del experimento y, recuérdese, es por lo que se decidió repetir cada configuración con dos tipos de distancias (cercanas y lejanas) para las palabras. Por lo tanto, en cuanto a la **eficacia y eficiencia, no** se podía decir que sea **mejor tener scroll horizontal que no tenerlo, ni viceversa**.

- No obstante, si atendemos a las respuestas de los sujetos en la encuesta de satisfacción realizada tras el experimento, se puede apreciar claramente una **aversión** de los usuarios **hacia el scroll horizontal en dispositivos móviles**, puesto que no les parecía excesivamente cómodo y fácil de utilizar en ninguna de las posibles orientaciones de la pantalla (las respuestas medias fueron de 0,591 para la pantalla en vertical y 1,091 para la pantalla en horizontal, en una escala de 0 a 5). Esto queda reforzado, además, por el hecho de que los usuarios opinan que el scroll horizontal no es eficiente para utilizarlo en dispositivos

móviles, ya que la media de las respuestas era notablemente inferior para aquellas configuraciones con scroll que para las de sin scroll. Más claramente, los usuarios prefieren no tener scroll horizontal a tenerlo, tal y como se puede deducir de sus respuestas 7 y 8 de la encuesta. Con respecto a las opiniones sobre la adecuación de las configuraciones para todo tipo de páginas web en general, se puede apreciar que hay una gran **predilección por el scroll vertical** (media de 4 en escala de 0 a 5) **sobre el scroll horizontal** (media de 1,045) para navegar; y de nuevo los usuarios dejan constancia (en las preguntas 9 y 10) de que el scroll horizontal no es adecuado con ninguna de las orientaciones para navegar. No obstante, un dato curioso es que los usuarios opinan (con un 3,909 de media, en una escala de 0 a 5) que **no es necesario evitar el scroll** para navegar, pero que **en caso de tenerlo, sólo** ha de haber un **tipo de scroll** (horizontal o vertical), **no ambos a la vez**, lo cual corrobora la recomendación 5.3.3 del Mobile Best Web Practices (W3C, 2008a). Por último, los usuarios opinan que el hecho de tener scroll horizontal o no tenerlo dependerá mucho del tipo de contenidos mostrados (media de 3,682), cosa que también apoya la respuesta de los usuarios a la primera pregunta de respuesta libre, ya que el 54,55% aconseja el **scroll horizontal** para aquellas páginas web que tengan **contenidos multimedia**, y la **ausencia de scroll horizontal** para todas las demás, especialmente para aquellas compuestas principalmente de **texto**.

- En cuanto al **m-learning** en particular, los usuarios (el 86,36% de los encuestados) claramente recomiendan **no utilizar scroll horizontal** (ya que el cambio de línea dificulta la lectura) y (el 77,27%) **utilizar la orientación horizontal** para visualizar objetos docentes.

- Comparando las anteriores conclusiones con la hipótesis inicial (“El scroll horizontal debería evitarse en los objetos docentes basados en web para m-learning, siempre que sea posible”), podríamos decir que en el caso de los dispositivos móviles esto, por un lado, no se cumple, ya que al parecer el hecho de tener o no scroll horizontal no influye en la eficacia ni en la eficiencia. Sin embargo, si atendemos a la satisfacción, el scroll horizontal no fue bien recibido por los sujetos del experimento, por lo que **la hipótesis inicial se debería aceptar** para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles, y la directriz quedaría enunciada para objetos docentes basados en web para m-learning tal cual se ha enunciado la hipótesis.

3.3.5. Experimento 5: Directriz 9.3.10.

El quinto experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.3.10. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para m-learning o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.3.10”.

3.3.5.1. Hipótesis

La directriz 9.3.10 trata sobre la utilización de *frames* (marcos) en las páginas web de PC, y afirma que se deberían utilizar con cuidado para evitar posibles problemas, como por ejemplo aquellos derivados del uso del botón “atrás”, de los marcadores web o al hacer scroll sobre la información. Como dato adicional, sugiere que cuando se utilicen se ponga un título a cada frame, y que se describa el propósito y relación de un frame con los demás; ya que así se facilitará la identificación y navegación de los frames por personas que utilicen pequeñas pantallas o lectores de pantalla.

El 62,50% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles. Más concretamente, el 12,50% contestó que no sería aplicable; y el 50% respondió que no sería aplicable tal cual está, es decir, que podría necesitar algún cambio. De todos ellos, el 50% justificó su respuesta diciendo que los frames no se deberían utilizar en dispositivos móviles, fundamentalmente debido al pequeño tamaño de la pantalla de estos, ya que de por sí el espacio de navegación es reducido, por lo que si se usan frames, ese espacio se reducirá aún más. Otra justificación importante es la que hizo el 20% de los expertos que respondió que la directriz no sería aplicable directamente a dispositivos móviles, y es que los frames pueden no funcionar correctamente (o como se espera) en un dispositivo móvil, ya que hay algunos navegadores que no presentan los frames de forma correcta. Por último, otro 20% de los expertos indica que los frames están obsoletos. De ser cierto lo que comentan estos expertos, la directriz podría ser (1) eliminada o (2) modificada, en función de los resultados que se obtengan tras realizar el experimento.

Por otro lado, el 37,50% de los expertos indicó que la directriz sería aplicable a dispositivos móviles tal cual está enunciada en la ISO. El 50% de todos ellos justificó su respuesta diciendo que se debe tener cuidado con los frames tanto en PC como en dispositivos móviles. Además, otro 50% justificó que se deben poner títulos y descripciones al igual que dice la directriz de PC, para así facilitar la navegación en dispositivos móviles. En caso de que estos expertos estuvieran en lo cierto, la directriz se mantendría para dispositivos móviles tal cual está enunciada para PC.

Tomando como cierta la directriz, habrá que comprobar si el comportamiento de los frames en dispositivos móviles es correcto, ya que de ser así la directriz podría mantenerse tal cual está enunciada; o si por el contrario el comportamiento es incorrecto, en cuyo caso la directriz debería ser modificada para hacerla más rotunda (algo así como “no utilizar frames en

dispositivos móviles”). Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis para plantear el experimento: “Los frames se deben utilizar con precaución en dispositivos móviles para evitar posibles problemas”.

3.3.5.2. Planteamiento del experimento

Para empezar, se piensa en hacer un análisis sobre diferentes dispositivos móviles para comprobar si el comportamiento de los frames es correcto en todos ellos, ya que de lo contrario la directriz no tendría sentido tal cual está enunciada y debería ser modificada para proponer directamente que se eviten los frames en dispositivos móviles.

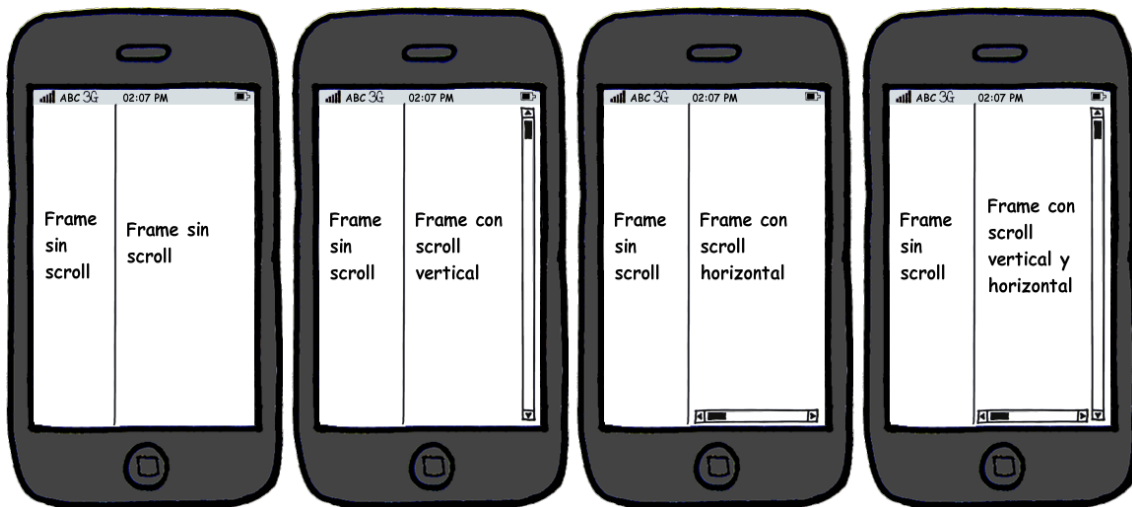


Figura 34. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.3.10 (de izquierda a derecha: W1, W2, W3 y W4)

Para llevar a cabo el experimento se diseñarán cuatro tipos de páginas web con diferentes frames (Figura 34), y se comprobará el funcionamiento de los frames en cada uno de los distintos dispositivos móviles elegidos como sujetos mediante la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Se puede visualizar todo el contenido de la página?
- ¿Los frames se comportan como deben?

Adicionalmente a las preguntas anteriores, se tomarán una serie de notas sobre los comportamientos de los diferentes casos de frames probados en los distintos dispositivos, de manera que se puedan resumir posteriormente de manera fácil.

3.3.5.3. Realización

Para llevar a cabo el experimento se recopilaron distintos dispositivos móviles, de diversas marcas y modelos, con diferentes sistemas operativos, métodos de interacción (táctil, teclado) y tamaños de pantalla; y se procedió a analizar todas las cuestiones indicadas en el apartado anterior. Los resultados se explican en el siguiente apartado.

3.3.5.4. Resultados

Los resultados obtenidos tras comprobar la primera cuestión evaluada sobre cada una de las páginas diseñadas y en los diferentes dispositivos móviles se muestran en la Tabla 79.

Marca y Modelo	Sistema operativo	Modo de entrada	W1	W2	W3	W4
HTC Desire	Android 2.2	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
iPhone	iOS 4.3.3	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
iPad	iOS 4.3	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Point of View Mobii Tablet	Android 2.1	Puntero	Sí	Sí	Sí	Sí
Samsung Galaxy S	Android 2.3.4	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
HTC Radar	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
BlackBerry Curve 9360	BlackBerry OS 7.0	Teclado	Sí	Sí	Sí	Sí
BlackBerry Torch 9860	BlackBerry OS 7.0	Dedo	No	Sí	Sí	Sí
Samsung Omnia W	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
BlackBerry Curve 9300	BlackBerry OS 6.0	Teclado	Sí	Sí	Sí	Sí
HTC Wildfire	Android 2.3.5	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Samsung Galaxy Nexus	Android 4.1.1	Dedo	No	Sí	Sí	Sí
HTC Magic	Android 2.2.1	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Nokia Lumia 710	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Nokia Lumia 610	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
LG L3 E400	Android 2.3.6	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Samsung Galaxy Mini	Android 2.3.6	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Sony Xperia U	Android 2.3.7	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Samsung Galaxy SIII	Android 4.1.1	Dedo	No	Sí	Sí	Sí
Nokia Asha 302	Symbian S40	Teclado	Sí	Sí	Sí	Sí

Tabla 79. Resultados de la respuesta a la pregunta 1 (¿Se puede visualizar todo el contenido de la página?) del experimento 9.3.10 sobre los dispositivos móviles probados

Resumiendo, el contenido de las páginas web 2, 3 y 4 diseñadas se pudo visualizar en el 100% de los dispositivos móviles utilizados. Sin embargo, el contenido de la página web 1 no se pudo visualizar completamente en 3 de los dispositivos móviles utilizados, es decir, en el 15% de ellos. Concretamente, la visualización no fue completa en la BlackBerry Torch 9860, en el Samsung Galaxy Nexus y en el Samsung Galaxy SIII. Esto es debido a que, aunque se visualizó

todo el contenido cuando la pantalla estaba con orientación vertical, no ocurrió lo mismo cuando el dispositivo estaba en horizontal.

Los resultados que se obtuvieron tras comprobar la segunda de las cuestiones (“¿Los frames se comportan como deben?”) evaluada sobre cada una de las páginas web diseñadas y en los diferentes dispositivos móviles pueden verse en la Tabla 80.

Marca y Modelo	Sistema operativo	Modo de entrada	W1	W2	W3	W4
HTC Desire	Android 2.2	Dedo	Sí	No	No	No
iPhone	iOS 4.3.3 (8J2)	Dedo	No	No	No	No
iPad	iOS 4.3 (8F191)	Dedo	No	No	No	No
Point of View Mobii Tablet	Android 2.1	Puntero	No	No	No	No
Samsung Galaxy S	Android 2.3.4	Dedo	No	No	No	No
HTC Radar	Windows Phone 7.5	Dedo	No	No	No	No
BlackBerry Curve 9360	BlackBerry OS 7.0	Teclado	Sí	Sí	Sí	Sí
BlackBerry Torch 9860	BlackBerry OS 7.0	Dedo	Sí	Sí	Sí	Sí
Samsung Omnia W	Windows Phone 7.5	Dedo	No	No	No	No
BlackBerry Curve 9300	BlackBerry OS 6.0	Teclado	Sí	No	No	No
HTC Wildfire	Android 2.3.5	Dedo	No	No	No	No
Samsung Galaxy Nexus	Android 4.1.1	Dedo	Sí	No	No	No
HTC Magic	Android 2.2.1	Dedo	Sí	No	No	No
Nokia Lumia 710	Windows Phone 7.5	Dedo	No	No	No	No
Nokia Lumia 610	Windows Phone 7.5	Dedo	No	No	No	No
LG L3 E400	Android 2.3.6	Dedo	No	No	No	No
Samsung Galaxy Mini	Android 2.3.6	Dedo	No	No	No	No
Sony Xperia U	Android 2.3.7	Dedo	No	No	No	No
Samsung Galaxy SIII	Android 4.1.1	Dedo	Sí	No	No	No
Nokia Asha 302	Symbian S40	Teclado	No	No	No	No

Tabla 80. Resultados de la respuesta a la pregunta 2 (¿Los frames se comportan como deben?) del experimento 9.3.10 sobre los dispositivos móviles probados

En 18 de los dispositivos probados (es decir, en un 90%) el comportamiento no fue correcto para las páginas web 2, 3 y 4. Es importante explicar en este punto que como “funcionamiento correcto” se entiende que el frame que tenga scroll se pueda deslizar en el sentido que lo tenga habilitado, y no que el scroll se haga sobre toda la página, como ocurre en algunos de los dispositivos, ya que este no es el comportamiento por defecto que tienen los frames. Por otro lado, en 13 de los dispositivos probados (es decir, en un 65%) el comportamiento no fue correcto para la página web 1.

Conviene destacar especialmente algunos casos en los que el contenido se visualizó completamente pero el comportamiento no fue el correcto, para explicar por qué ocurrió. A continuación se explica esto individualmente para cada una de las páginas web probadas:

- W1: Dependiendo del dispositivo, el comportamiento era uno u otro:
 - En la gran mayoría (60%) de los dispositivos (iPhone, iPad, Point of View Mobii Tablet, Samsung Galaxy S, HTC Radar, Samsung Omnia W, HTC Wildfire, Nokia Lumia 710, Nokia Lumia 610, LG L3 E400, Samsung Galaxy Mini y Sony Xperia U) el contenido se visualizaba correctamente, tanto en orientación horizontal como en orientación vertical; pero cuando el dispositivo estaba en horizontal aparecía un scroll sobre toda la página, que es lo que permitía que se pudiera visualizar todo el contenido, pero esto es un comportamiento incorrecto y hacía que el frame ya no funcionara como se esperaba.
 - En otro dispositivo (Nokia Asha 302) la página se visualizó completa pero en tamaño pequeño (sin llegarse a poder leer nada), y lo único que se podía hacer para leerlo era utilizar el zoom. Una vez hecho el zoom, el ratón se movía “a saltos” por la página y provocaba scroll horizontal y vertical sobre toda ella, por lo que el comportamiento de los frames era incorrecto.
- W2: En este caso hubo comportamientos más variados:
 - En un dispositivo (HTC Desire), de primeras se veía el contenido, pero no aparecía el scroll vertical que debía aparecer. Al poner la pantalla en horizontal, el scroll vertical no aparecía y no se veía el contenido del frame derecho. El scroll no funcionaba más que cuando se hacía zoom, y fue entonces cuando se podía visualizar todo el contenido que antes no se veía.
 - En el 55% de los dispositivos (iPhone, iPad, Point of View Mobii Tablet, Samsung Galaxy S, HTC Radar, Samsung Omnia W, BlackBerry Curve 9300, Nokia Lumia 710, Nokia Lumia 610, LG L3 E400 y Samsung Galaxy Mini), de primeras se visualizaba todo el contenido y funcionaba el scroll, pero éste se hacía sobre toda la página, no sólo sobre el frame que tenía el scroll, por lo que el comportamiento era incorrecto. Lo mismo sucedió al poner el dispositivo en orientación horizontal.

- En el 20% de los dispositivos (HTC Wildfire, Samsung Galaxy Nexus, Sony Xperia U y Samsung Galaxy SIII) se visualizó todo el contenido correctamente, tanto con la pantalla en vertical como en horizontal, pero el comportamiento no era el adecuado cuando la pantalla estaba en horizontal, ya que el texto no cabía de alto y el scroll se realizaba sobre toda la página, no sólo sobre el frame al que afectaba.
- En otro dispositivo (HTC Magic), de primeras no se podía visualizar todo el contenido, ni con la pantalla en horizontal ni con la pantalla en vertical, y tampoco se podía hacer scroll. La única forma de visualizar todo el contenido fue haciendo zoom.
- Por último, en otro dispositivo (Nokia Asha 302) la página se visualizó completamente, pero en tamaño pequeño (sin llegar a poderse leer nada), y lo único que se pudo hacer de primeras era utilizar el zoom. De esa manera se conseguía visualizar el contenido, pero al hacerlo el ratón se movía “a saltos” por la página y provocaba scroll horizontal y vertical en toda ella.
- W3: En el caso de la página web número 3, los comportamientos de los dispositivos fueron de los siguientes tipos:
 - En algunos (10%) de los dispositivos (HTC Desire y HTC Magic), de primeras no se veía todo el contenido, y tampoco aparecía el scroll. Sin embargo, al hacer zoom aparecía el scroll y se podía utilizar para visualizar el contenido. Lo mismo ocurría con el dispositivo en orientación horizontal.
 - Por otro lado, en el 45% de los dispositivos (iPhone, iPad, BlackBerry Curve 9300, HTC Wildfire, Samsung Galaxy Nexus, LG L3 E400, Samsung Galaxy Mini, Sony Xperia U y Samsung Galaxy SIII) se visualizaba todo el contenido correctamente, y el scroll funcionaba tanto con la pantalla en horizontal como en vertical, pero el scroll se hacía sobre toda la página y no sólo sobre el frame que tenía el scroll, por lo que el comportamiento era incorrecto. En el 10% de los dispositivos (Point of View Mobii Tablet y Samsung Galaxy S), además de esto, también sucedía que el ancho de los frames no era correcto; es decir, no se respetaba lo que indicaba la implementación.
 - En el 20% de los dispositivos (HTC Radar, Samsung Omnia W, Nokia Lumia 710 y Nokia Lumia 610) se podía visualizar todo el contenido, y se

podía hacer scroll sólo sobre el frame que lo tenía, de forma que se mantuviera fijo el frame que no tenía scroll, lo cual es un comportamiento correcto. Sin embargo, al hacer scroll hasta llegar a la derecha del todo de la página, el frame sin scroll se ocultaba, y para poder volver a mostrarlo había que hacer scroll en el sentido contrario hasta que se volvía a la izquierda del todo. Lo mismo ocurrió con el dispositivo en horizontal, pero en este caso existe un comportamiento erróneo añadido, ya que se hacía scroll vertical sobre toda la página.

- Además, hubo un dispositivo (Nokia Asha 302) en el que la página se visualizó completamente pero en tamaño muy pequeño (no se podía llegar a leer nada), y lo único que se podía hacer para leerlo era utilizar el zoom. Tras hacerlo, el ratón se movía “a saltos” por la página y provocaba scroll horizontal y vertical sobre ella.
- W4: Por último, para la cuarta página web se detectaron los siguientes comportamientos, muy variados:
 - En un dispositivo concreto (HTC Desire), de primeras se visualizaba todo el contenido, pero no aparecía ningún scroll. Al poner el dispositivo en horizontal, el scroll horizontal no apareció y tampoco se visualizaba el contenido del frame derecho. El scroll no funcionaba, salvo cuando se hacía zoom, y era entonces cuando se podía visualizar todo el contenido que antes no se veía.
 - En el 45% de los dispositivos (iPhone, iPad, Point of View Mobii Tablet, Samsung Galaxy S, HTC Wildfire, Samsung Galaxy Nexus, BlackBerry Curve 9300, LG L3 E400 y Samsung Galaxy Mini) se visualizaba todo correctamente y el scroll funcionaba sin problema, pero el comportamiento era incorrecto, puesto que se realizaba sobre toda la página y no sólo sobre el frame que tenía scroll (tanto con la pantalla en horizontal, como con la pantalla en vertical; excepto en la BlackBerry Curve 9300, donde solamente ocurría esto con la orientación vertical, puesto que no dispone de orientación horizontal). Además de esto, sólo en algunos (44,44%) de esos dispositivos (iPad, Point of View Mobii Tablet, Samsung Galaxy S y Samsung Galaxy Nexus) existía un comportamiento erróneo añadido, y es que el tamaño de los frames no era correcto; es decir, no cumplía con lo que se indicaba en la implementación.

- También hubo un dispositivo (HTC Magic) en el que nada más abrir la página web no se visualizaba todo el contenido, ni aparecía el scroll. Sin embargo, al hacer zoom aparecía el scroll y al utilizarlo se podía visualizar todo el contenido, pero el comportamiento era incorrecto porque el scroll se realizaba sobre toda la página. Lo mismo ocurría con el dispositivo en horizontal.
- En el 20% de los dispositivos (Nokia Lumia 710, Nokia Lumia 610, HTC Radar, Samsung Omnia W), nada más abrir la página web se visualizaba todo el contenido y funcionaba el scroll, pero el scroll vertical se realizaba sobre toda la página, no sólo sobre el frame que lo tenía. El scroll horizontal sí actuaba correctamente, ya que sólo afectaba al frame que lo tenía. Otro comportamiento incorrecto añadido es que al llegar a la derecha del todo de la página con el scroll, el frame izquierdo desaparecía. Todo esto ocurría tanto con orientación vertical como en horizontal.
- Además, en otro dispositivo (Sony Xperia U), cuando estaba en vertical se veía todo el contenido nada más abrir la página web, por lo que no había scroll. Con el dispositivo en horizontal, el scroll se hacía sobre toda la página, no sólo sobre el frame que tenía el scroll, por lo que el comportamiento era incorrecto.
- En un dispositivo (Samsung Galaxy SIII) ocurría algo parecido a lo anterior, y es que cuando estaba con orientación vertical se veía todo el contenido, no había scroll vertical pero sí horizontal, y este último actuaba mal porque se hacía sobre toda la página, no sólo sobre el frame que lo tenía. Con el dispositivo en horizontal, ambos scrolls se hacían sobre toda la página, no sólo sobre el frame que tenía scroll.
- Por último, en un dispositivo (Nokia Asha 302) la página se visualizaba en tamaño pequeño (tanto que no se podía leer nada), y lo único que se podía hacer para visualizarlo era utilizar el zoom. Una vez realizado esto, el ratón se movía “a saltos” y provocaba scroll horizontal y vertical sobre toda la página.

También conviene explicar los casos en los que el contenido no se visualizó completamente pero el comportamiento sí fue el correcto, para explicar cómo pudo ocurrir esto. Este caso sólo sucedió con la primera página web (W1), y fue con tres dispositivos

(BlackBerry Torch 9860, Samsung Galaxy Nexus y Samsung Galaxy SIII). Lo que ocurrió es que con el dispositivo móvil con orientación vertical no hubo problemas (es decir, se visualizó todo el contenido y el comportamiento de los frames fue correcto), pero cuando la pantalla estaba en horizontal no se podía visualizar todo el contenido. Esto fue debido a la implementación, que no permitía scroll en el frame derecho, por lo que el comportamiento fue correcto, aunque la visualización no fue completa.

Resumiendo: tal y como puede observarse en los resultados anteriores, hay algunos dispositivos en los que no se pudo visualizar todo el contenido de alguno de los casos de ejemplo estudiados; y hay bastantes dispositivos en los que el comportamiento de alguno de esos casos no fue correcto.

3.3.5.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se podrían obtener las siguientes conclusiones:

- Dado que en algunos dispositivos móviles la visualización fue incorrecta pero el comportamiento fue el esperado (debido, recuérdese, a la implementación), se puede deducir que si la página web está **bien desarrollada pero mal planteada** (por ejemplo, como en el caso probado en el experimento, donde se indicaba expresamente en el código fuente que un frame no tuviera scroll, y el contenido era mayor de lo que la pantalla podía mostrar, por lo que parte del contenido no se podía visualizar), esto puede provocar que en algunos dispositivos móviles **no se visualice todo el contenido**.
- Teniendo en cuenta que hay casos en los que los frames no se pueden visualizar correctamente (por ejemplo, la primera página web utilizada en el experimento, en el 15% de los dispositivos usados), y que el comportamiento de los frames no siempre es el adecuado (en el 65% de los dispositivos utilizados para la primera página web diseñada, y en el 90% de los dispositivos para las páginas web 2, 3 y 4), se podría decir que **la hipótesis inicial** (“Los frames se deben utilizar con precaución en dispositivos móviles para evitar posibles problemas”) **se debería aceptar, pero no sería suficiente** tal cual estaba enunciada, ya que lo **adecuado** sería **evitar el uso de frames en dispositivos móviles**, y no sólo tratarlos con precaución. Esto es debido a que si se utilizan puede que muchos usuarios no puedan tener acceso al contenido de los mismos o, en caso de poder acceder, el comportamiento de los frames puede que no sea el esperado, provocando el consecuente desconcierto en los usuarios y que hace, por lo tanto, que la página

web no sea usable. Esto además incumpliría el principio de accesibilidad universal, ya que se estarían excluyendo a los usuarios que tuvieran dispositivos móviles que no permitieran visualizar correctamente los contenidos o en los cuales el comportamiento de los frames no fuera el esperado. Lo anterior es de suma importancia sobre todo en el caso del m-learning, donde la usabilidad es primordial para que el alumno no tenga que centrarse en intentar visualizar los contenidos (recuérdese que en algunos dispositivos esto no era trivial, ya que, por ejemplo, había que hacer zoom previamente o girar el dispositivo para poder visualizarlo todo), así como perder tiempo en aprender a utilizar la interfaz, o se distraiga cuando la utilice porque el comportamiento de la página web no sea el que espera. Resumiendo, sería necesario **reescribir la directriz**, que quedaría enunciada de la siguiente manera: *“Se debe evitar el uso de frames en dispositivos móviles para evitar posibles problemas, tales como que el contenido no sea visualizado o que el comportamiento no sea el esperado”*.

3.3.6. Experimento 6: Directriz 9.3.16.

El sexto experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.3.16. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para m-learning o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.3.16”.

3.3.6.1. Hipótesis

La directriz 9.3.16 trata sobre el hecho de proporcionar versiones de documentos imprimibles en las páginas web de PC, y afirma que si un documento es demasiado grande, está disperso en varias páginas o en una disposición específica que no sea adecuada para leerlo online, se debería proporcionar una versión imprimible del documento de forma que se imprima el contenido de forma aceptable para el usuario (por ejemplo, en la disposición esperada, formato del papel u orientación). También indica que las versiones de documentos imprimibles son útiles tanto para verlas online como para imprimirlas y que, dependiendo de la tarea, debería considerarse proporcionar una página online imprimible coherente que muestre el contenido del documento o una versión descargable del mismo.

El 87,50% de los expertos consultados respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles. Más concretamente, el 37,50% contestó que no sería aplicable; y el 50% respondió que no sería aplicable tal cual está, pero que podría ser

aplicable si se realizara algún cambio en la misma. De todos ellos, el 35,71% justificó su respuesta diciendo que imprimir desde un dispositivo móvil es una funcionalidad poco utilizada, ya que no es usual estar pensando en imprimir algo cuando se está utilizando un dispositivo de este tipo, puesto que el usuario de dispositivos móviles se conecta, de forma general, para ver la información online, no impresa. Otra justificación importante es la que hizo el 28,57% de los expertos que respondió que la directriz no sería aplicable directamente a dispositivos móviles, y es que en los dispositivos móviles no es demasiado cómodo el tratar con formatos orientados a su impresión, y esto además incluso podría provocar problemas de pre-visualización del documento (por ejemplo, si un dispositivo no soporta el formato PDF). Otro 21,43% de estos expertos (un 18,75% sobre el total) indicó que la mayoría de los dispositivos actuales no permiten imprimir desde los mismos, por lo que creen que es absurdo mostrar opciones para imprimir una web desde un dispositivo móvil si éste no lo permite. Conviene mencionar en este punto que el 14,29% de estos expertos (un 12,50% del total) indicó que algunos móviles ya permiten imprimir, y otro 14,29% (un 12,50% del total) simplemente concluyó que esta directriz “no tiene sentido en un dispositivo móvil”. De ser cierto lo que comentan estos expertos, la directriz podría ser (1) eliminada o (2) modificada, en función de los resultados que se obtengan tras realizar el experimento.

Por otro lado, el 12,50% de los expertos indicó que la directriz sería aplicable a dispositivos móviles tal cual está enunciada en la ISO. Todos ellos (el 100%) justificaron su respuesta diciendo que sería interesante disponer de una versión imprimible desde un dispositivo móvil. Como consejo adicional, el 50% de ellos (un 12,50% del total) dijo que probablemente sería mejor ofrecer una versión de la página que presente mayores facilidades a la lectura, por ejemplo, una versión “sólo texto” de la página, tal y como indica la directriz 9.3.12 de la misma ISO. Como comprobar lo que dicen estos expertos sería muy complicado (es obvio que sería interesante disponer de una versión imprimible desde un dispositivo móvil, aunque sólo lo utilizaran unos pocos usuarios), habrá que centrarse en comprobar si es cierto lo que comentó el primer grupo de expertos y, si están equivocados, entonces la directriz se mantendría para dispositivos móviles tal cual está enunciada para PC.

Tomando como cierta la directriz, habrá que comprobar si los dispositivos móviles son capaces de reproducir ciertos formatos orientados a la impresión y, de ser así, si se podría ordenar imprimir cada uno de esos formatos ya que, de no de ser así, la directriz podría sufrir cambios en su enunciado o incluso eliminarse; mientras que si en todos los dispositivos móviles se pueden abrir e imprimir documentos con esos formatos, la directriz entonces quedaría enunciada tal cual, puesto que de esta forma se conseguiría permitir a los usuarios

(alumnos) que lo deseen (aunque sean mínimos) que impriman los contenidos docentes desde dispositivos móviles cuando lo necesiten. Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis para plantear el experimento: “Se deben proporcionar versiones de documentos imprimibles de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles”.

3.3.6.2. Planteamiento del experimento

Para empezar, se piensa en hacer un análisis sobre diferentes dispositivos móviles para comprobar si son capaces de pre-visualizar ciertos formatos comunes imprimibles de documentos y, en caso positivo, comprobar si permiten imprimir documentos en estos formatos, siempre sin software adicional ni impresoras especiales, ya que no se puede presuponer que un usuario tiene instalada una aplicación determinada o dispone de una impresora determinada para imprimir este tipo de documentos. De esta forma se tendrán en cuenta las características más generales y básicas de las que dispondrán todos los usuarios de dispositivos móviles, en igualdad de condiciones.

Para llevar a cabo el experimento se diseñará una página web (Figura 35) con enlaces a documentos en cada uno de los formatos imprimibles seleccionados, que serán documentos con las siguientes extensiones: .pdf, .doc, .txt, .xls, .ppt y .html.

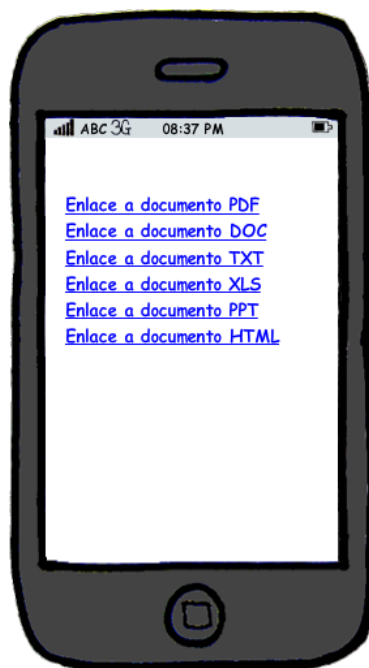


Figura 35. Prototipo de página web diseñada para el experimento 9.3.16

El experimento consistirá en abrir cada uno de los documentos anteriores en la mayor variedad de dispositivos móviles posible, y se comprobará lo siguiente en cada caso:

- ¿Se puede visualizar el contenido del documento?
- En caso afirmativo de la anterior pregunta, ¿Se puede imprimir el contenido del documento...
 - sin software adicional? Es decir, únicamente con el software instalado por defecto en el dispositivo.
 - sin impresora especial? Es decir, en impresoras genéricas, sin que dispongan de una tecnología especial.

Adicionalmente a las preguntas anteriores, se tomarán una serie de anotaciones sobre los comportamientos de los diferentes casos probados en los distintos dispositivos, de manera que se puedan resumir posteriormente los comportamientos de una forma más fácil.

3.3.6.3. Realización

Para llevar a cabo el experimento se recopilaron distintos dispositivos móviles, de diversas marcas y modelos, con diferentes sistemas operativos, métodos de interacción y tamaños de pantalla (Tabla 81); y se procedió a analizar todas las cuestiones indicadas en el apartado anterior. Los resultados se explican en el siguiente apartado.

Marca y Modelo	Tipo	Sistema operativo	Modo de entrada	Tamaño de la pantalla
HTC Desire	Smartphone	Android 2.2	Dedo	3,7"
iPhone 4	Smartphone	iOS 4.3.3	Dedo	3,5"
iPad 2 3G	Tablet	iOS 4.3	Dedo	9,7"
Point of View Mobii Tablet	Tablet	Android 2.1	Puntero	7"
Samsung Galaxy S	Smartphone	Android 4.2.1	Dedo	4"
HTC Radar	Smartphone	Windows Phone 7.5	Dedo	3,8"
BlackBerry Curve 9360	Smartphone	BlackBerry OS 7.0	Teclado	2,44"
BlackBerry Torch 9860	Smartphone	BlackBerry OS 7.0	Dedo	3,7"
Samsung Omnia W	Smartphone	Windows Phone 7.5	Dedo	3,7"
BlackBerry Curve 9300	Smartphone	BlackBerry OS 6.0	Teclado	2,46"
HTC Wildfire	Smartphone	Android 2.3.5	Dedo	3,2"
Samsung Galaxy Nexus	Smartphone	Android 4.1.1	Dedo	4,65"
HTC Magic	Smartphone	Android 2.2.1	Dedo	3,2"
Nokia Lumia 710	Smartphone	Windows Phone 7.5	Dedo	3,7"
Nokia Lumia 610	Smartphone	Windows Phone 7.5	Dedo	3,7"
LG L3 E400	Smartphone	Android 2.3.6	Dedo	3,2"
Samsung Galaxy Mini	Smartphone	Android 2.3.6	Dedo	3,2"
Sony Xperia U	Smartphone	Android 2.3.7	Dedo	3,5"
Samsung Galaxy SIII	Smartphone	Android 4.1.1	Dedo	4,8"
Nokia Asha 302	Smartphone	Symbian S40	Teclado	2,4"

Tabla 81. Dispositivos móviles utilizados en el experimento 9.3.16

3.3.6.4. Resultados

Los resultados que se obtuvieron tras comprobar las cuestiones indicadas sobre cada uno de los formatos incluidos en la página web diseñada y en los diferentes dispositivos móviles pueden verse en la Tabla 82.

Marca y Modelo	¿Se puede visualizar?						¿Se puede imprimir?	
	.pdf	.doc	.txt	.xls	.ppt	.html	Sin SW adicional	Sin impresora especial
HTC Desire	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
iPhone 4	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
iPad 2 3G	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Point of View Mobii Tablet	No	No	Sí	No	No	Sí	No	-
Samsung Galaxy S	No	No	Sí	No	No	Sí	No	-
HTC Radar	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
BlackBerry Curve 9360	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
BlackBerry Torch 9860	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
Samsung Omnia W	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
BlackBerry Curve 9300	No	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
HTC Wildfire	No	No	Sí	No	No	Sí	No	-
Samsung Galaxy Nexus	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
HTC Magic	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
Nokia Lumia 710	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
Nokia Lumia 610	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
LG L3 E400	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
Samsung Galaxy Mini	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
Sony Xperia U	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	-
Samsung Galaxy SIII	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No
Nokia Asha 302	No	No	Sí	No	No	Sí	No	-

Tabla 82. Resultados de las respuestas a las preguntas planteadas del experimento 9.3.16 sobre los dispositivos móviles probados

En la Tabla 83 se muestran los datos anteriores agrupados en porcentajes generales según la respuesta.

	¿Se puede visualizar?						¿Se puede imprimir?	
	.pdf	.doc	.txt	.xls	.ppt	.html	Sin SW adicional	Sin impresora especial
Sí (%)	75	80	100	80	80	100	15	0
No (%)	25	20	0	20	20	0	85	100

Tabla 83. Resultados, en porcentajes, de las respuestas a las preguntas planteadas en el experimento 9.3.16

En total se visualizaron correctamente el 85,83% de los casos, lo cual quiere decir que en un 14,17% de los casos los documentos con estos formatos no pudieron ser visualizados en los dispositivos móviles elegidos para el experimento. Sólo los documentos con formato .html y .txt fueron visualizados en todos los dispositivos móviles; y en un 20% de los dispositivos móviles probados sólo se pudieron visualizar estos dos formatos de documento, y ningún otro más. Por otro lado, los documentos con formato .doc, .xls y .ppt fueron visualizados en un 80% de los casos. Conviene destacar, como dato curioso, que cuando un dispositivo fue capaz de abrir un documento con formato .doc también fue capaz de abrir los de formato .xls y .ppt, y viceversa (entre los tres). Esto pudiera ser así porque estos tipos de documentos suelen pertenecer a un mismo paquete de herramientas de ofimática, por lo que seguramente los fabricantes cuando dan soporte en un dispositivo móvil a uno de esos formatos, también lo dan al resto por ese motivo. Por último, el documento con formato .pdf fue el que menos se pudo visualizar (sólo en un 75% de los casos). Esto es relevante, ya que el formato .pdf es el más común para proporcionar versiones imprimibles del documento, asegurándose el creador de que la distribución y contenido del documento se mantendrá (normalmente) intacto para su impresión.

Cabe mencionar que en los dispositivos HTC Radar, Samung Omnia W, Nokia Lumia 610, Nokia Lumia 710 y Nokia Asha 302, el documento de formato .txt se visualizó todo en una única línea, lo cual hace aun más incómodo leer el texto en un dispositivo móvil. En el dispositivo Nokia Asha 302, además de ocurrir lo anterior, el documento de formato .txt no se visualizó correctamente, ya que las letras con acentos no aparecían como debieran. En el Samsung Galaxy Nexus y en la HTC Magic, este documento se visualizó pero se adaptó el texto a una columna que no coincidía con el ancho del móvil, lo cual también hace incómoda su lectura, ya que de por sí las pantallas de estos dispositivos son pequeñas, pero en este caso ni siquiera se aprovechaba todo su ancho, con lo cual era aún más incómodo.

Por otro lado, en cuanto a la impresión, se observa claramente que en la mayoría de los casos (85%) los dispositivos móviles no permitían imprimir los documentos, por lo que parece que tenían razón el 18,75% de los expertos consultados que opinaron, como ya se mencionó anteriormente, que la mayoría de los dispositivos móviles (al menos, de los probados) no permiten imprimir. Sin embargo, sí hubo algunos (15%) que lo permitieron (hecho que ya había avanzado el 12,50% de los expertos consultados), aunque fuera con impresoras especiales. Lo que está claro es que en ninguno de los dispositivos móviles probados se pudo imprimir ninguno de los documentos sin una impresora especial.

Únicamente hubo tres dispositivos que permitían imprimir: iPhone, iPad y Samsung Galaxy SIII. Los dos primeros de ellos permitían imprimir todos los documentos (incluyendo el .html) con el software por defecto, pero la impresora tenía que ser compatible con la tecnología AirPrint. En el caso del Samsung Galaxy SIII, con el software que viene instalado por defecto (Polaris Viewer) se pueden imprimir los documentos, pero no el .html, y únicamente puede hacerse en una impresora Samsung.

Por otra parte, no como información necesaria para el experimento, pero sí como información adicional, se analizó si cada uno de los documentos en los diferentes formatos se podía editar (en caso de haberse podido abrir previamente) en los distintos dispositivos móviles probados. La opción de editar no es imprescindible para poder imprimir un documento, pero sí sería recomendable en el caso de documentos que normalmente se pueden editar (es decir, todos los comprobados excepto el .pdf y el .html), ya que el usuario del dispositivo móvil pudiera querer modificar algo del documento antes de imprimirlo o, en el caso de los alumnos, añadir alguna nota o comentario sobre el objeto docente. Es importante indicar que para evaluar esto sólo se tuvo en cuenta (al igual que para la visualización e impresión, como ya se indicó anteriormente) el software instalado por defecto en el dispositivo. Los resultados de esta comprobación se pueden ver en la Tabla 84.

Únicamente se pudieron editar los documentos .doc, .xls y .ppt en los dispositivos de marca BlackBerry (15%). Esto indica que se permite editar documentos de ofimática especialmente a los usuarios de los dispositivos tradicionalmente más empresariales (BlackBerry), los cuales es probable que necesiten o tengan que aprovechar tiempos *idle* en viajes u otros momentos donde el dispositivo móvil es ideal para ello, aumentando así su productividad. Los documentos de las casillas que aparecen marcadas con un guión en la Tabla 84 indica que no se pudieron editar porque ni siquiera se pudieron visualizar.

Marca y Modelo	¿Se puede editar?			
	.doc	.txt	.xls	.ppt
HTC Desire	No	No	No	No
iPhone 4	No	No	No	No
iPad 2 3G	No	No	No	No
Point of View Mobii Tablet	-	No	-	-
Samsung Galaxy S	-	No	-	-
HTC Radar	No	No	No	No
BlackBerry Curve 9360	Sí	No	Sí	Sí
BlackBerry Torch 9860	Sí	No	Sí	Sí
Samsung Omnia W	No	No	No	No
BlackBerry Curve 9300	Sí	No	Sí	Sí

HTC Wildfire	-	No	-	-
Samsung Galaxy Nexus	No	No	No	No
HTC Magic	No	No	No	No
Nokia Lumia 710	No	No	No	No
Nokia Lumia 610	No	No	No	No
LG L3 E400	No	No	No	No
Samsung Galaxy Mini	No	No	No	No
Sony Xperia U	No	No	No	No
Samsung Galaxy SIII	No	No	No	No
Nokia Asha 302	-	No	-	-

Tabla 84. Resultados de la posibilidad de edición de documentos en diferentes formatos sobre los dispositivos móviles probados en el experimento 9.3.16

Resumiendo: tal y como puede observarse en los resultados anteriores, hay algunos formatos (.pdf, .doc, .xls y .ppt) de documentos que no se pudieron visualizar en todos los dispositivos, o lo que es lo mismo, sólo se pudieron visualizar en todos los dispositivos los documentos con formato .txt y .html. En cuanto a la impresión, sólo se pudo imprimir con tres dispositivos (en uno de ellos no se podía imprimir el documento .html), y siempre con impresoras especiales.

3.3.6.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se podrían obtener las siguientes conclusiones:

- Todavía **existen dispositivos móviles** (un 25% de los probados) que **no permiten**, sin instalar software adicional, **visualizar** algunos de los **formatos** de documento más **comunes**, por lo que **tampoco se podrán imprimir**.
- Por otro lado, sólo una pequeña parte de los dispositivos móviles probados (un 15%) permite imprimir documentos de algún tipo sin instalar software adicional. De todos los probados en el experimento que permitían imprimir, ninguno posibilitaba hacerlo sin disponer de una impresora especial, ya sea de una marca concreta o de una tecnología determinada. Por lo tanto, aunque no se puede generalizar diciendo que *ninguno* de los dispositivos móviles actuales permite imprimir sin impresoras especiales (ya que no se han probado todos los dispositivos del mercado), sí se puede decir, al menos, que es **muy difícil** encontrar un **dispositivo móvil** que permita **imprimir sin una impresora especial**.
- Sólo los **formatos .txt y .html se visualizaron en todos** los dispositivos móviles utilizados en el experimento. Considerando que el .html no es una versión de

documento imprimible, únicamente quedaría la opción de utilizar el .txt para asegurarse de que la gran mayoría de los dispositivos móviles (aunque en el experimento fueron el 100%, no se puede asegurar esto de forma general porque no se han probado todos los dispositivos del mercado en el experimento) son capaces de visualizar la versión imprimible del documento. Esto, como se mencionó anteriormente, ya fue sugerido por el 12,50% de los expertos consultados, que justificaron que este tipo de versión de la página (sólo texto) presentaría mayores facilidades de lectura al usuario. El **formato .txt** sería, por tanto, el adecuado para proporcionar versiones imprimibles de la página web ya que, además, fue el **único** formato que **en ninguno de los dispositivos** del experimento **se pudo editar**. Sin embargo, se ha comprobado que este tipo de formato no es el más adecuado para visualizar texto en dispositivos móviles, puesto que **en algunos dispositivos** de los probados (35%) **la visualización no fue del todo correcta**: en algunos (25%) el texto estaba dispuesto en una única línea y en otros (10%) no se aprovechaba el ancho de la pantalla, lo cual hacía muy incómoda su lectura.

- Hay que tener en cuenta que, de aplicarse la directriz tal cual está enunciada, se estaría excluyendo a una gran parte de los usuarios de dispositivos móviles, ya que pueden no disponer de un dispositivo que permita visualizar los formatos de documentos imprimibles o no disponer de una impresora especial compatible con el dispositivo. Por otra parte, aunque se crearan versiones imprimibles en .txt (único formato imprimible soportado por todos los dispositivos probados), siempre habría dispositivos en los que no se podría visualizar correctamente, como ya se ha indicado en la conclusión anterior. Por lo tanto, con estos datos se podría deducir que mientras los fabricantes de dispositivos móviles y los desarrolladores de los Sistemas Operativos de los mismos no se esfuerzan en cambiar esto, no tiene sentido proporcionar versiones imprimibles de documentos para las páginas web en dispositivos móviles, cumpliéndose así lo que vaticinaron el 12,50% de los expertos consultados. Por lo tanto, **la hipótesis inicial** (“Se deben proporcionar versiones de documentos imprimibles de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles”) en este caso **se debería rechazar** y **la directriz 9.3.16 quedaría eliminada** para dispositivos móviles.

3.3.7. Experimento 7: Directriz 9.4.10.

El séptimo experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.4.10. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para m-learning o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.4.10”.

3.3.7.1. Hipótesis

La directriz 9.4.10. trata sobre los enlaces que abren en nuevas ventanas en las páginas web de PC, y afirma que éstos deben indicarse claramente.

El 50% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría ser aplicable directamente a dispositivos móviles; es decir, que tendría sentido en dispositivos móviles tal cual está enunciada originalmente. De todos ellos, el 87,50% utilizó el siguiente razonamiento para llegar a esa conclusión: sería útil indicar cuándo un enlace va a ser abierto en una nueva ventana en un dispositivo móvil porque esto puede acarrear inconvenientes. Esto es debido a que no es lo mismo moverse por las ventanas abiertas en un PC que en un dispositivo móvil, ya que en estos puede ser más complicado y, además, algunos navegadores móviles tienen un límite máximo de ventanas que se pueden mantener abiertas. En este caso la directriz sería la misma para PC y para dispositivos móviles, por lo que su enunciado se mantendría intacto. Sólo el 25% de los expertos que respondió que la directriz sería aplicable directamente a dispositivos móviles basó su razonamiento en que la directriz no varía dependiendo del dispositivo, sino del usuario. De ser esto así, el enunciado de la directriz también quedaría invariable.

Algunos (37,50%) de los expertos que respondieron lo contrario (es decir, que la directriz no sería aplicable directamente a dispositivos móviles), también expresaron el anterior razonamiento, pero respondieron que no sería aplicable porque piensan que en los dispositivos móviles no deberían abrirse nuevas ventanas, ya que es incómodo; o que se podrían utilizar efectos de animación (como por ejemplo los del dispositivo iPhone) para indicar que un enlace está siendo abierto en una nueva ventana.

Por otro lado, el 50% de los expertos que respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles destacó que el concepto de ventanas varía en los navegadores de dispositivos móviles con respecto a las de los navegadores de PC, por lo que no sería necesario indicar los enlaces que se abren en nuevas ventanas. En este caso cambiaría el enunciado de la directriz.

Basándose en los comentarios anteriores, para diseñar el experimento se partirá de la siguiente hipótesis: “En un objeto docente basado en web para dispositivos móviles, los enlaces que se abren en nuevas ventanas o pop-ups deberían ser indicados claramente”.

3.3.7.2. Planteamiento del experimento

Antes de nada, se piensa en hacer un análisis sobre diferentes dispositivos móviles para comprobar si sus navegadores son capaces de abrir nuevas ventanas, ya que de lo contrario la directriz no tendría sentido en dispositivos móviles y, por lo tanto, tampoco en m-learning.

Una vez llevado a cabo lo anterior, si se comprueba que los dispositivos móviles están preparados para abrir nuevas ventanas, entonces se debería estudiar la diferencia (en cuanto a usabilidad) de indicar o no en dispositivos móviles cuándo un enlace se abre en una nueva ventana.

Por lo tanto, el experimento constará a su vez de dos partes:

- Parte 1: Experimento con dispositivos móviles.
- Parte 2: Experimento con usuarios.

A continuación se explican detalladamente los planteamientos de cada una de las partes.

Parte 1: Experimento con dispositivos móviles

En este primer experimento se darán respuestas a ciertas preguntas que pueden resultar interesantes acerca de la apertura de enlaces en nuevas ventanas en dispositivos móviles. Para ello se diseñará una página web simple que contendrá únicamente dos enlaces: uno que se abra en la misma ventana y otro que se abra en una nueva ventana. Estos enlaces se probarían en cada uno de los dispositivos móviles elegidos como sujetos para esta parte del experimento, y se respondería a las siguientes cuestiones para cada uno de ellos:

- ¿Tiene soporte para abrir nuevas ventanas?
- Suponiendo que un enlace se abre en la misma ventana, ¿cuántos toques hacen falta para volver a la anterior ventana?
- Suponiendo que un enlace se abre en una nueva ventana, ¿cuántos toques (mínimo) hacen falta para volver a la ventana anterior? En este caso se admiten toques sobre botones hardware como, por ejemplo, el botón de “volver atrás”.
- Suponiendo que un enlace se abre en una nueva ventana, ¿cuántos toques (mínimo) hacen falta para volver a la ventana anterior, utilizando el cambio de

ventanas que proporciona el navegador? En este caso no se admiten toques sobre botones hardware, y se toma el número de toques que hacen falta suponiendo que la ventana nueva abierta está lo más cerca posible de la anterior ventana.

- Si un enlace no abre por defecto en una página nueva, ¿cuántos toques hacen falta para que sea abierto en una nueva página?

Adicionalmente a las preguntas anteriores, se tomarán una serie de anotaciones que pueden resultar valiosas para obtener conclusiones posteriores acerca de la apertura de ventanas en los distintos sistemas operativos y navegadores móviles.

Parte 2: Experimento con usuarios

En caso de que la parte 1 obtenga como conclusión que los dispositivos móviles tienen capacidad de abrir diferentes ventanas, se llevará a cabo esta segunda parte. En otro caso, esta segunda parte no tendría sentido y no sería necesario ejecutarla.

Para comprobar si la hipótesis planteada en el anterior apartado es válida, se diseñará un experimento en el que se podrá comparar la usabilidad de distintos tipos de avisos (o la ausencia de ellos) en la apertura de hiperenlaces, mediante las métricas de la ISO 9241-11, tal y como se ha mencionado anteriormente. Para ello, se diseñarán dos tipos de páginas web (Figura 36), cada una de las cuales contendrá una serie de enlaces, con una única diferencia: en la primera no se indica el destino de los enlaces, y en la segunda sí. En esta última, además, se diferenciará entre aviso con texto o aviso con iconos.

En la primera página web el usuario no tendría constancia de dónde se abre en enlace, mientras que en la segunda, de una u otra manera, sí. Se puede observar en el prototipo de la segunda página web que existe un enlace en el que no se indica dónde se abrirá (*Enlace 4*). Esto es porque se ha deseado incluir un ejemplo variado de los tipos de enlaces que se encuentran habitualmente en las páginas web (y también en los objetos docentes basados en web), donde no se indica continuamente dónde abren los enlaces, especialmente si estos abren en la misma ventana, como sería el caso del ejemplo mostrado.

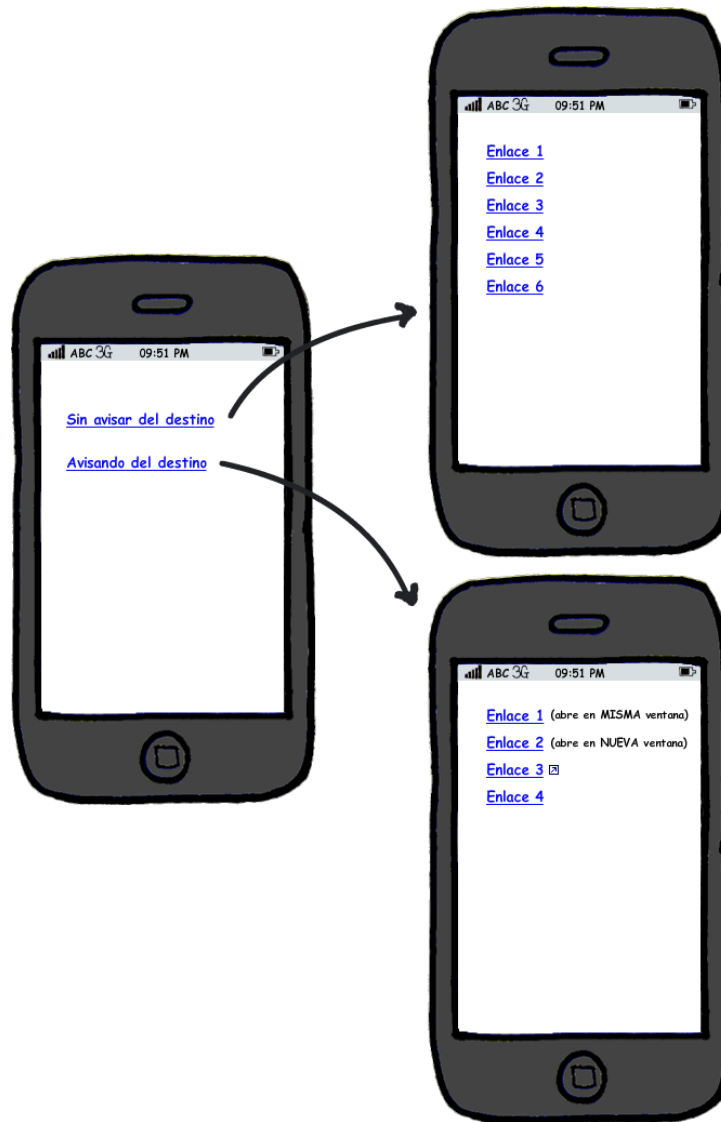


Figura 36. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.4.10

Una vez desarrollados los prototipos en páginas web reales, los usuarios deberán tratar de abrir en cada momento el enlace indicado por la persona conductora de la prueba, ya sea en la misma ventana o en una ventana nueva (esto también se le indicará). De esta manera se podrá medir la **eficacia** de una forma objetiva, mediante dos variables: el número de errores cometidos y si consigue realizar la tarea correctamente o no. El número de errores cometidos se medirá como sigue:

$$n^{\circ} \text{ de errores} = n^{\circ} \text{ veces que abre el enlace en un destino distinto al solicitado}$$

Es decir, si el usuario abre un enlace en la misma ventana y se le solicitó abrirlo en la misma, el número de errores será 0; y si, por ejemplo, en ese caso lo abre en una nueva ventana, el número de errores será 1. Estos errores son acumulativos; es decir, un usuario

puede persistir en abrir un enlace de la misma forma una y otra vez, siendo esta incorrecta, en cuyo caso estos errores se irán sumando.

Por otro lado, se estudiará si el usuario fue capaz de realizar la tarea o no, diferenciando claramente los tipos de éxito:

- No consiguió abrir el enlace donde se le solicitó porque el dispositivo no lo permite.
- No consiguió abrir el enlace donde se le solicitó porque no supo, pero el dispositivo sí lo permite.
- Consiguió abrir el enlace donde se le solicitó, a pesar de que el dispositivo no lo permite (por ejemplo, copiando y pegando la URL del enlace).
- Consiguió abrir el enlace donde se le solicitó, y el dispositivo lo permite.

Otro de los parámetros a medir será el tiempo que tardan los usuarios en abrir correctamente (donde se les indique) cada enlace. En caso de no conseguirlo, este tiempo se medirá hasta que el usuario desiste. De esta forma se podrá medir la **eficiencia**, teniendo en cuenta la media de tiempo que se tardó en abrir el enlace en cada uno de los casos.

Por último, tras realizar el experimento, los usuarios rellenarán una encuesta (Anexo 6) de **satisfacción** en la que se les preguntará acerca de su experiencia previa con los navegadores de cada plataforma que habrán utilizado durante el experimento. Además, se intentará detectar la comodidad de cada navegador para abrir enlaces en nuevas ventanas, y esto se hará a través de una pregunta en la que tengan que responder cuándo harían clic en un enlace que supieran que se va a abrir en una nueva ventana, y tendrán que justificarlo. También se les preguntará (para cada dispositivo) si prefieren que se les avise previamente cuando van a abrir un enlace que se abre en una nueva ventana, y si prefieren texto o un icono para indicarlo. Por otro lado, se harán algunas preguntas orientadas al m-learning, como cuándo harían clic en un enlace que supieran que se va a abrir en una nueva ventana o si prefieren que se les avise previamente cuando van a abrir un enlace que se abre en una nueva ventana (todo esto diferenciado para cada dispositivo). Además, se les preguntará cuándo consideran necesario (obligatorio) y cuándo consideran útil (no obligatorio, pero sí positivo) que se les avise si están visualizando un curso m-learning y el enlace que desean abrir se abre en una nueva ventana. También se harán algunas preguntas generales sobre la navegación en PC, para así poder evaluar la comodidad y la diferencia de ésta con la navegación mediante dispositivos móviles. Entre estas preguntas estarán la de indicar cuándo harían clic en un

enlace que se abre en una nueva ventana, si preferiría que se le avisara cuando un enlace se abra en una nueva ventana, y cuándo consideran necesario y cuándo útil que se avise de un enlace que abre en una nueva ventana. Por último, se les preguntará su opinión general sobre el hecho de informar o no al usuario cuando un enlace se abre en una nueva ventana en un dispositivo móvil.

Cada usuario realizará el experimento una vez con cada configuración (enlaces en los que no se avisa dónde se abre el destino, y enlaces en los que sí) y dispositivo móvil (seis dispositivos distintos). Para cada uno de estos casos, se ejecutarán todas las combinaciones posibles: un enlace que abre por defecto en la misma ventana se tendrá que abrir (1) en la misma ventana y (2) en una nueva; y un enlace que abre por defecto en una nueva ventana se tendrá que abrir también (3) en la misma ventana y (4) en una ventana nueva. Es decir, de cada usuario se tomarán cuarenta y ocho muestras en total ($2 \times 6 \times 4 = 48$).

Para ir llevando a cabo el experimento con los usuarios, se creará una ficha de ejecución del experimento, donde estarán contenidos todos los tratamientos que habrá que aplicar a cada usuario, y que serán previamente designados de forma aleatoria, de manera que se pueda mitigar el posible efecto de variables no controladas.

3.3.7.3. Realización

Tal y como se indicó anteriormente, el experimento se compone a su vez de dos partes, por lo que a continuación se explica la ejecución de cada una de ellas por separado.

Parte 1: Experimento con dispositivos móviles

Para llevar a cabo la primera parte del experimento se recopilaron distintos dispositivos móviles, de diversas marcas y modelos, con diferentes sistemas operativos, métodos de interacción (táctil, teclado, puntero) y tamaños de pantalla; y se procedió a analizar todas las cuestiones indicadas en el apartado *Planteamiento del experimento*. Los resultados se explican en el apartado *Resultados*.

Parte 2: Experimento con usuarios

Esta parte del experimento se llevó a cabo con 19 sujetos, de los cuales el 68,42% eran hombres y el 31,58% mujeres. El 47,37% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 36,84% tenía entre 25 y 34 años; y el 15,79% tenía más de 35 años. De todos ellos, el 42,11% se consideraba experto en el uso del móvil, así como un 47,37% se consideraba de un nivel intermedio, y un 10,53% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 21,05% de los sujetos tenían estudios de Bachillerato finalizados y estaban cursando una carrera; el

15,79% tenía estudios de módulo de grado superior; el 10,53% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; otro 10,53% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 36,84% disponía de un Máster y el 5,26% eran doctores.

Para llevar a cabo el experimento se utilizaron diferentes dispositivos móviles de diversas marcas, con distintos sistemas operativos y diferentes métodos de interacción. En concreto, se utilizaron un Apple iPhone 4 (con iOS 4.3.3), un Samsung Omnia W (con Windows Phone 7.5), un Sony Xperia U (con Android 2.3.7), una BlackBerry Curve 9360 (con RIM 7.0), una BlackBerry Torch 9860 (con RIM 7.0) y un Nokia Asha 302 (con Symbian S40). La razón de utilizar dos BlackBerry es porque una de ellas es táctil (BlackBerry Torch) y la otra no (BlackBerry Curve), diferencia que se creyó importante a tener en cuenta para la interacción en este experimento. En todos los casos se utilizó el navegador web que trae el dispositivo por defecto; es decir, no se instaló ningún software adicional. Al igual que en todos los experimentos con usuarios, y como ya se mencionó anteriormente, una cámara web grababa en todo momento la pantalla que veía el usuario.

Por cada usuario se grabaron cuarenta y ocho vídeos, uno por cada combinación avisando/no avisando del destino del enlace, dispositivo móvil, abrir en la misma o en nueva ventana, y destino del enlace.

Estos vídeos iban siendo grabados conforme se iba siguiendo la ficha de ejecución del experimento (es decir, no eran ejecutados en el mismo orden para todos los usuarios, sino aleatoriamente), mientras el usuario abría el enlace solicitado. Una vez grabados todos los vídeos, el usuario respondía a la encuesta.

3.3.7.4. Resultados

Los resultados obtenidos se exponen a continuación, divididos en las dos partes de las que ya se ha explicado que consta este experimento.

Parte 1: Experimento con dispositivos móviles

Los resultados que se obtuvieron tras comprobar cada una de las cuestiones en los diferentes dispositivos móviles pueden verse en la Tabla 85.

Marca y Modelo	Sistema operativo	Modo de entrada	P1	P2	P3	P4	P5
Samsung Omnia W	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	1	1	3	2
HTC Wildfire	Android 2.3.5	Dedo	Sí	1	1	4	-
iPhone 4	iOS 4.3.3	Dedo	Sí	1	3	3	-
BlackBerry Curve 9360	RIM 7.0	Teclado	Sí	1	1	3	-
BlackBerry Torch 9860	RIM 7.0	Dedo	Sí	1	1	2	-
Samsung Galaxy Mini	Android 2.3.6	Dedo	Sí	1	1	3	-
LG L3 E400	Android 2.3.6	Dedo	Sí	1	1	3	-
Nokia Lumia 610	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	1	1	3	2
Nokia Lumia 710	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	1	1	3	2
Sony Xperia U	Android 2.3.7	Dedo	Sí	1	1	3	-
Samsung Galaxy SIII	Android 4.1.1	Dedo	Sí	1	1	2	-
Samsung Galaxy Nexus	Android 4.1.1	Dedo	Sí	1	1	2	-
Samsung Galaxy S	Android 2.3.4	Dedo	Sí	1	1	4	2
Nokia Asha 302	Symbian S40	Teclado	No	1	-	-	-
BlackBerry Curve 9300	BlackBerry OS 6.0	Teclado	Sí	1	1	3	-
HTC Magic	Android 2.2.1	Dedo	Sí	1	1	3	-
HTC Radar	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	1	1	3	2
Point of View Mobii Tablet	Android 2.1	Puntero	Sí	1	1	3	-
HTC Desire	Android 2.2	Dedo	Sí	1	1	4	-
iPad 2 3G	iOS 4.3	Dedo	Sí	1	2	2	-

P1: ¿Tiene soporte para abrir nuevas ventanas?

P2: Suponiendo que abre en la misma ventana, ¿cuántos toques hacen falta para volver a la anterior?

P3: Suponiendo que abre en ventana nueva, ¿cuántos toques (mínimo) hacen falta para volver a la anterior? (Por ejemplo, con botón "atrás")

P4: Suponiendo que abre en ventana nueva, ¿cuántos toques hacen falta para volver a la anterior, haciendo el cambio de ventana? (El número de toques se calcula suponiendo que ventana de la página anterior está lo más cerca posible de la nueva)

P5: Si no abre por defecto en una ventana nueva, ¿cuántos toques necesita para que sea abierto en una nueva ventana?

Tabla 85. Resultados de la Parte 1 (con dispositivos móviles) del experimento 9.4.10

En la Tabla 86 se muestran los resultados de la primera pregunta en porcentajes, distinguiendo entre *tablets* y *smartphones*.

	¿Tiene soporte para abrir nuevas ventanas?		
	Todos	Smartphones	Tablets
No (Total 0's)	5%	5,00%	0%
Sí (Total 1's)	95%	85,00%	10%
Total	100%	90,00%	10%

Tabla 86. Resultados en porcentajes de la pregunta 1 de la Parte 1 del experimento 9.4.10

Por otro lado, en la Tabla 87 se muestran las medias (en número de toques) de las respuestas al resto de preguntas.

	Todos	Smartphones	Tablets
P2	1	1	1
P3	1,16	1,12	1,5
P4	2,95	3	2,5
P5	2	2	_(*)

(*) Ninguno de los *tablets* abrió por defecto en la misma ventana un enlace que debería abrir en una nueva ventana, por lo que no se puede hallar la media.

Tabla 87. Resultados de las medias de las respuestas a las preguntas 2 a 5 de la Parte 1 del experimento 9.4.10

Tal y como puede observarse en los resultados anteriores, la gran mayoría (95%) de dispositivos móviles utilizados para el experimento tienen soporte para abrir nuevas ventanas, por lo cual se llevará a cabo la parte 2 del experimento.

Parte 2: Experimento con usuarios

La diferencia en la usabilidad de cada configuración (es decir, avisar cuándo un enlace abre en una nueva ventana o no avisar de ello) se midió desde las tres perspectivas habituales (eficacia, eficiencia y satisfacción), las cuales se exponen a continuación.

Eficacia

Para medir la **eficacia**, tal y como se mencionó anteriormente, se estudió si el usuario fue capaz de realizar la tarea o no, y se contabilizó el número de errores que cometió al abrir el enlace solicitado en el destino que se le indicaba. Por lo tanto, la eficacia será una combinación de ambos resultados.

Para analizar los resultados sobre la eficacia, se optó por observar los datos desde cuatro perspectivas diferentes, y para cada una de ellas se analizarían la capacidad de realizar la tarea y el número de errores. Resumiendo, se estudió lo siguiente:

- Abriendo en la *misma* ventana un enlace que abre por defecto en la *misma* ventana (en adelante denominado, por simplicidad, “Misma-misma”):
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en la misma ventana influye o no en la capacidad de abrirlo en la misma ventana.
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en la misma ventana influye o no en el número de errores que cometen los usuarios a la hora de abrir el enlace en la misma ventana.

- Abriendo en la *misma* ventana un enlace que abre por defecto en una *nueva* ventana (en adelante, “Misma-nueva”):
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en una nueva ventana influye o no en la capacidad de abrirlo en la misma ventana.
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en una nueva ventana influye o no en el número de errores que cometen los usuarios a la hora de abrir el enlace en la misma ventana.
- Abriendo en una *nueva* ventana un enlace que abre por defecto en la *misma* ventana (en adelante, “Nueva-misma”):
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en la misma ventana influye o no en la capacidad de abrirlo en una nueva ventana.
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en la misma ventana influye o no en el número de errores que cometen los usuarios a la hora de abrir el enlace en una nueva ventana.
- Abriendo en una *nueva* ventana un enlace que abre por defecto en una *nueva* ventana (en adelante, “Nueva-nueva”):
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en una nueva ventana influye o no en la capacidad de abrirlo en una nueva ventana.
 - Para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino de un enlace que abre por defecto en una nueva ventana influye o no en el número de errores que cometen los usuarios a la hora de abrir el enlace en una nueva ventana.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados para el caso “Misma-misma”

Los resultados de este apartado se han de observar desde dos perspectivas diferentes, las cuales se explican a continuación.

Resultados sobre la capacidad de realizar la tarea

Todos los dispositivos utilizados permitían abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana, y en todos los casos (100%) los usuarios consiguieron realizar la tarea con éxito, tanto si se les avisaba del destino del enlace, como si no.

Debido a que todos los datos son idénticos, no se puede afirmar que la existencia de un aviso sobre el destino del enlace sea mejor (en cuanto a la capacidad para abrir en la misma ventana un enlace que se abre por defecto en la misma ventana) que la no existencia del mismo, ni viceversa.

Resultados sobre el número de errores

El número de errores fue cero para todos los casos “Misma-misma”, por lo que la media, desviación estándar y mediana también son cero. Al ser todos los datos idénticos, no se puede afirmar que la existencia de un aviso sobre el destino del enlace sea mejor (en cuanto al número de errores que cometen los usuarios para abrir en la misma ventana un enlace que se abre por defecto en la misma ventana) que la no existencia del mismo, ni viceversa.

Resultados para el caso “Misma-nueva”

Al igual que en el caso anterior, los resultados de este apartado se han de observar desde dos perspectivas diferentes, las cuales se explican a continuación.

Resultados sobre la capacidad de realizar la tarea

En la Tabla 88 pueden apreciarse los datos sumativos correspondientes a la capacidad de abrir en la misma ventana un enlace que abre por defecto en una nueva ventana, tanto en el caso de que no exista un aviso sobre el destino del enlace, como en el caso de que sí.

	Sin aviso sobre el destino del enlace		Con aviso sobre el destino del enlace	
	N	%	N	%
El usuario no lo consiguió, el dispositivo no lo permite	36	31,86	25	22,32
El usuario no lo consiguió, el dispositivo lo permite	3	2,66	0	0,00
El usuario lo consiguió, el dispositivo no lo permite	21	18,58	30	26,79
El usuario lo consiguió, el dispositivo lo permite	53	46,90	57	50,89
Total	113	100	112	100

Tabla 88. Datos sumativos sobre la capacidad de realizar la tarea (abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana), por existencia o no de aviso del destino del enlace en el experimento 9.4.10

Resultados sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media de los errores de todos los sujetos para cada configuración (sin avisar del destino del enlace o avisando del mismo), así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 89.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Sin aviso sobre el destino del enlace	1,2210	1,2230	1,000
Con aviso sobre el destino del enlace	0,6964	0,9088	0,000

Tabla 89. Estadísticas básicas del número de errores por existencia o no de aviso sobre el destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que se abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

En la Figura 37 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente al número de errores, dividido por la existencia o no de aviso sobre el destino del enlace.

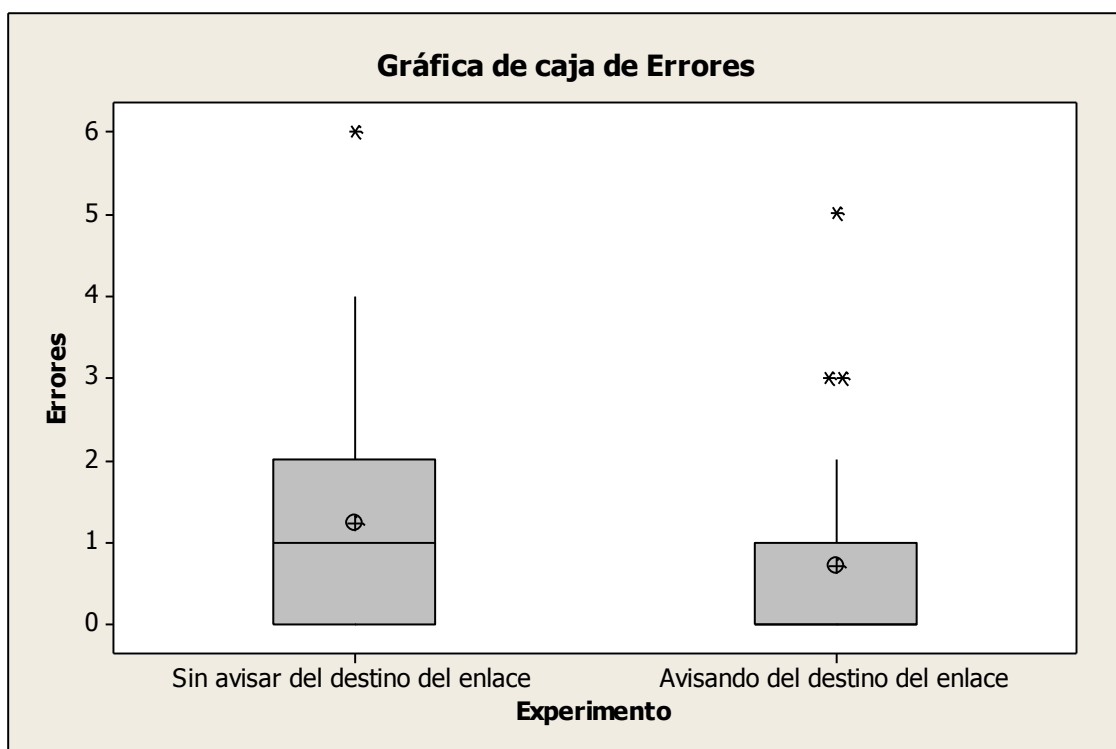


Figura 37. Gráfica de caja de errores en función de la existencia (derecha) o no existencia (izquierda) de aviso del destino del enlace cuando se abre en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 90), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Sin aviso sobre el destino del enlace	<0,005
Con aviso sobre el destino del enlace	<0,005

Tabla 90. Test de normalidad del número de errores por existencia o no de aviso sobre el destino del enlace cuando se abre en la misma ventana un enlace que abre por defecto en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,001$ ($< 0,05$; $H(1) = 11,53$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que la existencia de un aviso sobre el destino del enlace es mejor (en cuanto a que se cometen menos errores) que la no existencia del mismo cuando se trata de abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana.

Resultados para el caso “Nueva-misma”

Al igual que en los casos anteriores, los resultados de este apartado se han de observar desde dos perspectivas diferentes, las cuales se explican a continuación.

Resultados sobre la capacidad de realizar la tarea

En la Tabla 91 pueden apreciarse los datos sumativos correspondientes a la capacidad de abrir en una nueva ventana un enlace que abre por defecto en la misma ventana, tanto en el caso de que no exista un aviso sobre el destino del enlace, como en el caso de que sí.

	Sin aviso sobre el destino del enlace		Con aviso sobre el destino del enlace	
	N	%	N	%
El usuario no lo consiguió, el dispositivo no lo permite	18	15,93	8	16,00
El usuario no lo consiguió, el dispositivo lo permite	5	4,42	1	2,00
El usuario lo consiguió, el dispositivo no lo permite	0	0,00	0	0,00
El usuario lo consiguió, el dispositivo lo permite	90	79,65	41	82,00
Total	113	100	50	100

Tabla 91. Datos sumativos sobre la capacidad de realizar la tarea (abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana), por existencia o no de aviso del destino del enlace en el experimento 9.4.10

El número de casos “con aviso sobre el destino del enlace” es menor que los de “sin aviso sobre el destino del enlace” porque no se tuvieron en cuenta los casos en los que los

usuarios habían abierto el último enlace, es decir, el que no contenía ningún tipo de aviso. Recuérdese que este enlace se añadió únicamente para simular un enlace común que pudiera aparecer en una página web, ya que abre en la misma ventana y habitualmente en las páginas web no se avisa continuamente cuando los enlaces abren en la misma ventana; pero estrictamente no está avisando del destino del enlace, por lo que no se incluye en los cálculos de este apartado.

Resultados sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media de los errores de todos los sujetos para cada configuración (sin avisar del destino del enlace o avisando del mismo), así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 92.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Sin aviso sobre el destino del enlace	0,5398	0,7796	0,000
Con aviso sobre el destino del enlace	0,3661	0,5694	0,000

Tabla 92. Estadísticas básicas del número de errores por existencia o no de aviso sobre el destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que se abre por defecto en la misma ventana en el experimento 9.4.10

En la Figura 38 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente al número de errores, dividido por la existencia o no de aviso sobre el destino del enlace. Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 93), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Sin aviso sobre el destino del enlace	<0,005
Con aviso sobre el destino del enlace	<0,005

Tabla 93. Test de normalidad del número de errores por existencia o no de aviso sobre el destino del enlace cuando se abre en una nueva ventana un enlace que abre por defecto en la misma ventana en el experimento 9.4.10

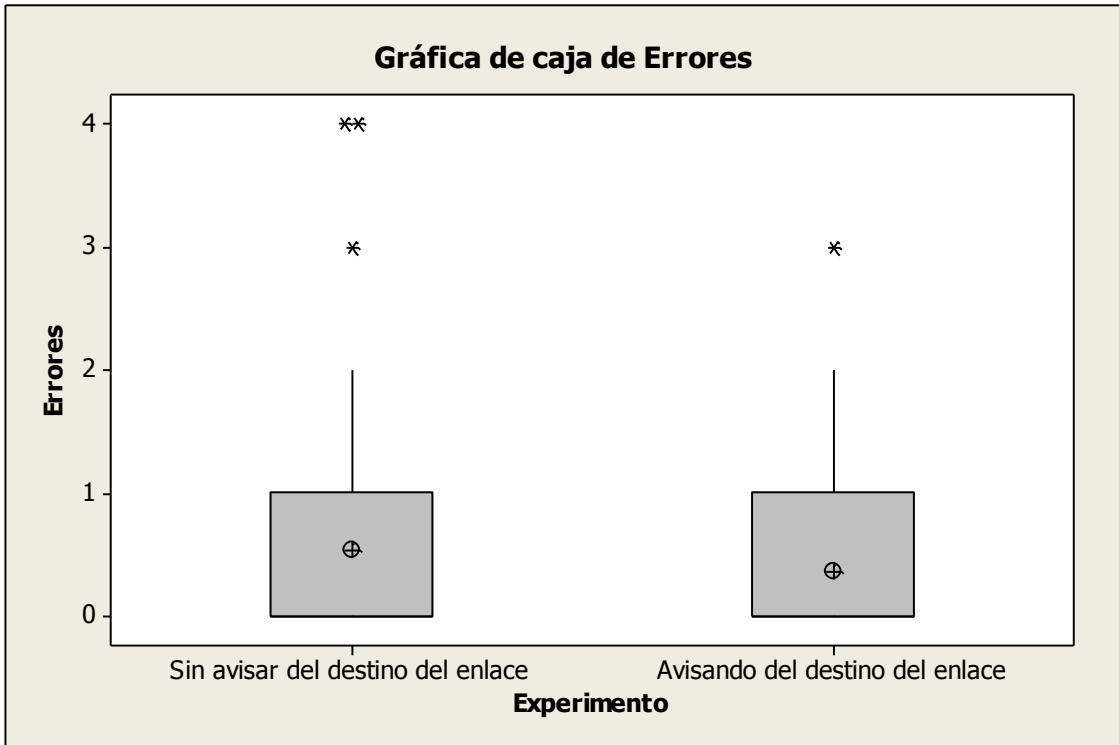


Figura 38. Gráfica de caja de errores en función de la existencia (derecha) o no existencia (izquierda) de aviso del destino del enlace cuando se abre en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,062$ ($> 0,05$ y $< 0,1$; $H(1) = 3,48$), de lo que se deduce que se puede afirmar, con un 90% de confianza, que la existencia de un aviso sobre el destino del enlace es mejor (en cuanto a que se cometen menos errores) que la no existencia del mismo cuando se trata de abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana.

Resultados para el caso "Nueva-nueva"

Al igual que en los casos anteriores, los resultados de este apartado se han de observar desde dos perspectivas diferentes, las cuales se explican a continuación.

Resultados sobre la capacidad de realizar la tarea

En la Tabla 94 pueden apreciarse los datos sumativos correspondientes a la capacidad de abrir en una nueva ventana un enlace que abre por defecto en una nueva ventana, tanto en el caso de que no exista un aviso sobre el destino del enlace, como en el caso de que sí.

	Sin aviso sobre el destino del enlace		Con aviso sobre el destino del enlace	
	N	%	N	%
El usuario no lo consiguió, el dispositivo no lo permite	19	16,67	19	16,67
El usuario no lo consiguió, el dispositivo lo permite	3	2,63	1	0,87
El usuario lo consiguió, el dispositivo no lo permite	0	0	0	0
El usuario lo consiguió, el dispositivo lo permite	92	80,70	94	82,46
Total	114	100	114	100

Tabla 94. Datos sumativos sobre la capacidad de realizar la tarea (abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana), por existencia o no de aviso del destino del enlace en el experimento 9.4.10

Resultados sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media de los errores de todos los sujetos para cada configuración (sin avisar del destino del enlace o avisando del mismo), así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 95.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Sin aviso sobre el destino del enlace	0,2368	0,5372	0,000
Con aviso sobre el destino del enlace	0,3070	0,5000	0,000

Tabla 95. Estadísticas básicas del número de errores por existencia o no de aviso sobre el destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que se abre por defecto en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

En la Figura 39 se pueden observar los histogramas correspondientes al número de errores, tanto de la existencia como de la o no existencia de aviso sobre el destino del enlace.

Nótese en los histogramas que en este caso (“Nueva-nueva”) existen más errores cuando se avisa sobre el destino del enlace que cuando esto no se hace. Un posible razonamiento para esto es que al avisar sobre el destino del enlace los usuarios se fían de que el dispositivo móvil haga lo que se indica en el aviso, pero muchas veces no hace lo esperado (por ejemplo, en Windows Phone hará lo que tenga configurado el navegador por defecto, no lo que se indique en el código HTML del enlace), por lo que eso son fallos que cometen los usuarios. Sin embargo, cuando no se avisa sobre el destino del enlace, al desconocer si se abre en la misma ventana o en una nueva, los usuarios tienden a utilizar directamente las opciones del móvil que les permiten hacer lo que quieren o necesitan (en este caso, abrirlo en una nueva ventana), por lo que aciertan más veces.

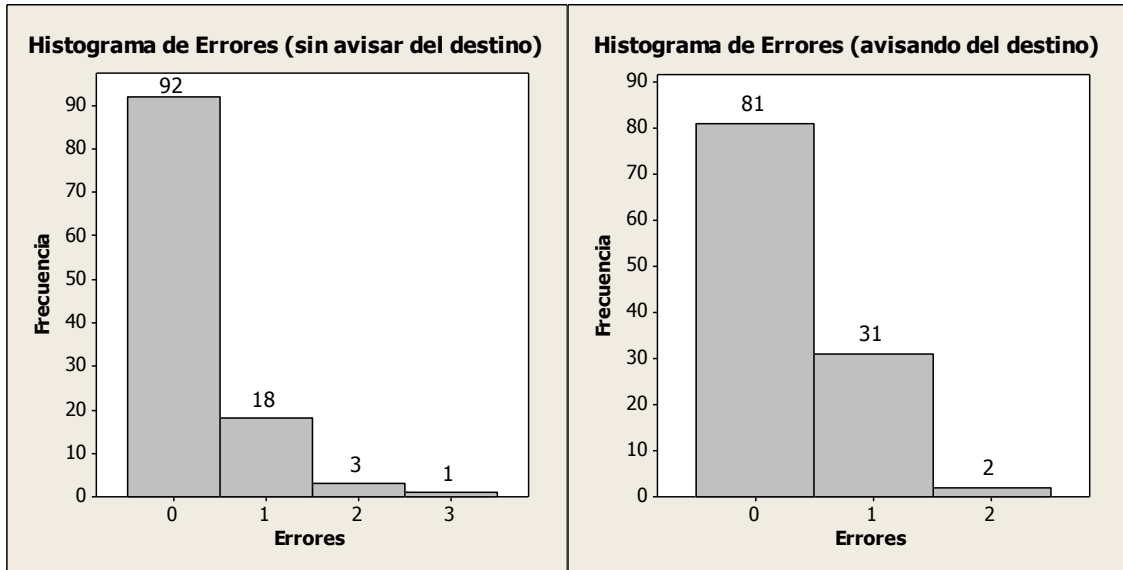


Figura 39. Gráfica de caja de errores en función de la existencia (derecha) o no existencia (izquierda) de aviso del destino del enlace cuando se abre en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 96), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Sin aviso sobre el destino del enlace	<0,005
Con aviso sobre el destino del enlace	<0,005

Tabla 96. Test de normalidad del número de errores por existencia o no de aviso sobre el destino del enlace cuando se abre en una nueva ventana un enlace que abre por defecto en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,116$ ($> 0,05$; $H(1) = 2,47$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la existencia de un aviso sobre el destino del enlace sea mejor (en cuanto a que se cometen menos errores) que la no existencia del mismo (ni viceversa) cuando se trata de abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana.

A la vista de los resultados, sólo es posible afirmar que disponer de un aviso sobre el destino del enlace sea mejor en cuanto a la eficacia (número de errores) que no disponer del mismo en los siguientes casos: “Misma-nueva” (abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana), y “Nueva-misma” (abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana), aunque en este último caso sólo se puede afirmar

con un 90% de confianza. En los casos “Misma-misma” (abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana), y “Nueva-nueva” (abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana) no hay diferencia significativa en la eficacia entre avisar o no del destino del enlace.

Eficiencia

En el caso de la **eficiencia**, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en abrir cada enlace en el destino indicado con cada configuración.

Al igual que ocurría con la eficacia, para analizar los resultados sobre la eficiencia se decidió observar los datos desde cuatro perspectivas diferentes:

- Abriendo en la *misma* ventana un enlace que abre por defecto en la *misma* ventana (al igual que antes, en adelante se denominará “Misma-misma”): para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino del enlace influye o no en la eficiencia (es decir, en el tiempo que tardan los usuarios) al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana.
- Abriendo en la *misma* ventana un enlace que abre por defecto en una *nueva* ventana (en adelante, “Misma-nueva”): para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino del enlace influye o no en la eficiencia al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana.
- Abriendo en una *nueva* ventana un enlace que abre por defecto en la *misma* ventana (en adelante, “Nueva-misma”): para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino del enlace influye o no en la eficiencia al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana.
- Abriendo en una *nueva* ventana un enlace que abre por defecto en una *nueva* ventana (en adelante, “Nueva-nueva”): para comprobar si la existencia o no de un aviso sobre el destino del enlace influye o no en la eficiencia al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana.

A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los puntos anteriores.

Resultados para el caso “Misma-misma”

Antes de nada se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada configuración (sin avisar del destino del enlace o avisando del mismo), y los resultados se muestran en la Tabla 97.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Sin aviso sobre el destino del enlace	5,386	9,720	3,000
Con aviso sobre el destino del enlace	4,065	3,828	3,000

Tabla 97. Estadísticas básicas de la eficiencia por existencia/ausencia de aviso sobre el destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10

En la Figura 40 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), para la existencia y ausencia de aviso del destino del enlace.

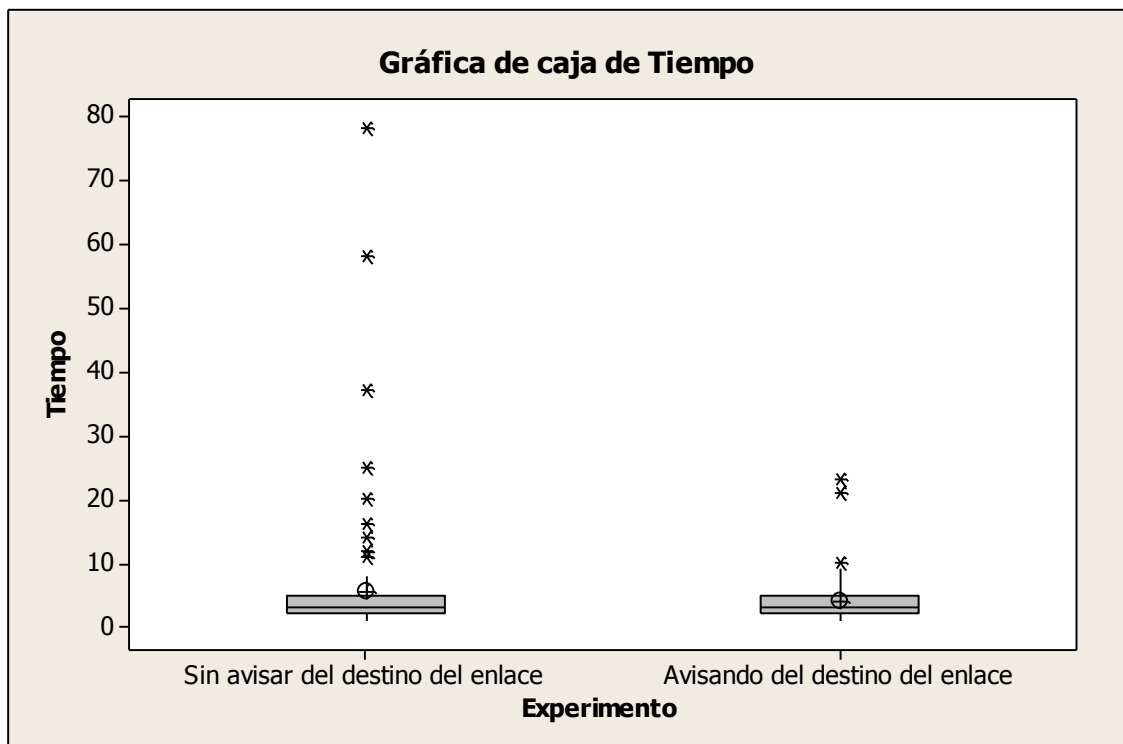


Figura 40. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10

Los valores atípicos (mostrados con un “ * ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 98.

	p
Sin aviso sobre el destino del enlace	<0,005
Con aviso sobre el destino del enlace	<0,005

Tabla 98. Test de normalidad de la eficiencia por existencia o ausencia de aviso del destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,885$ ($> 0,05$; $H(1) = 0,02$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que el hecho de tener un aviso sobre el destino del enlace sea mejor (en términos de eficiencia) que no tenerlo, ni viceversa, cuando se trata de abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana.

Resultados para el caso “Misma-nueva”

Para empezar se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada configuración (sin avisar del destino del enlace o avisando del mismo), y los resultados se muestran en la Tabla 99.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Sin aviso sobre el destino del enlace	27,60	25,94	23,00
Con aviso sobre el destino del enlace	18,50	17,15	12,50

Tabla 99. Estadísticas básicas de la eficiencia por existencia/ausencia de aviso sobre el destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

En la Figura 41 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), para la existencia y ausencia de aviso del destino del enlace.

Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

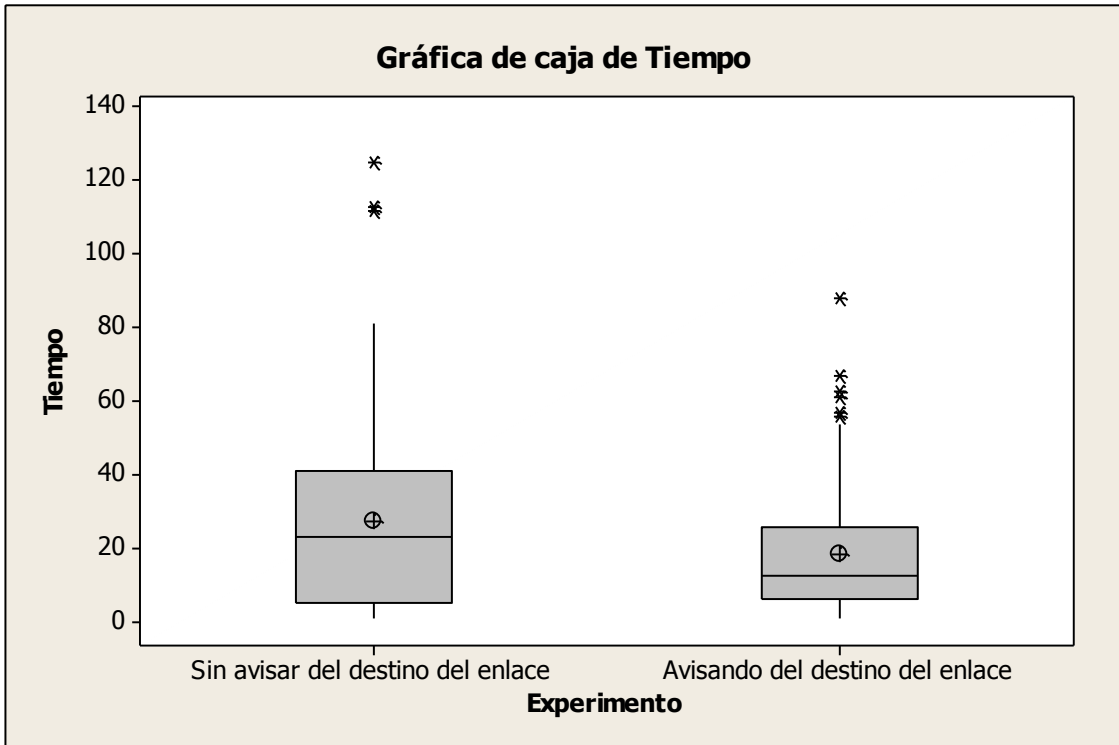


Figura 41. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 100.

	p
Sin aviso sobre el destino del enlace	<0,005
Con aviso sobre el destino del enlace	<0,005

Tabla 100. Test de normalidad de la eficiencia por existencia o ausencia de aviso del destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,059$ ($> 0,05$ y $< 0,1$; $H(1) = 3,57$), de lo que se deduce que puede afirmarse, con un 90% de confianza, que el hecho de tener un aviso sobre el destino del enlace es mejor (en términos de eficiencia) que no tenerlo cuando se trata de abrir en la misma ventana enlaces que por defecto abren en una nueva ventana.

Resultados para el caso “Nueva-misma”

Para empezar se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada configuración (sin avisar del destino del enlace o avisando del mismo), y los resultados se muestran en la Tabla 101.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Sin aviso sobre el destino del enlace	15,640	20,630	7,000
Con aviso sobre el destino del enlace	6,960	3,201	6,000

Tabla 101. Estadísticas básicas de la eficiencia por existencia/ausencia de aviso sobre el destino del enlace al abrir en la misma ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

En la Figura 42 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), para la existencia y ausencia de aviso del destino del enlace.

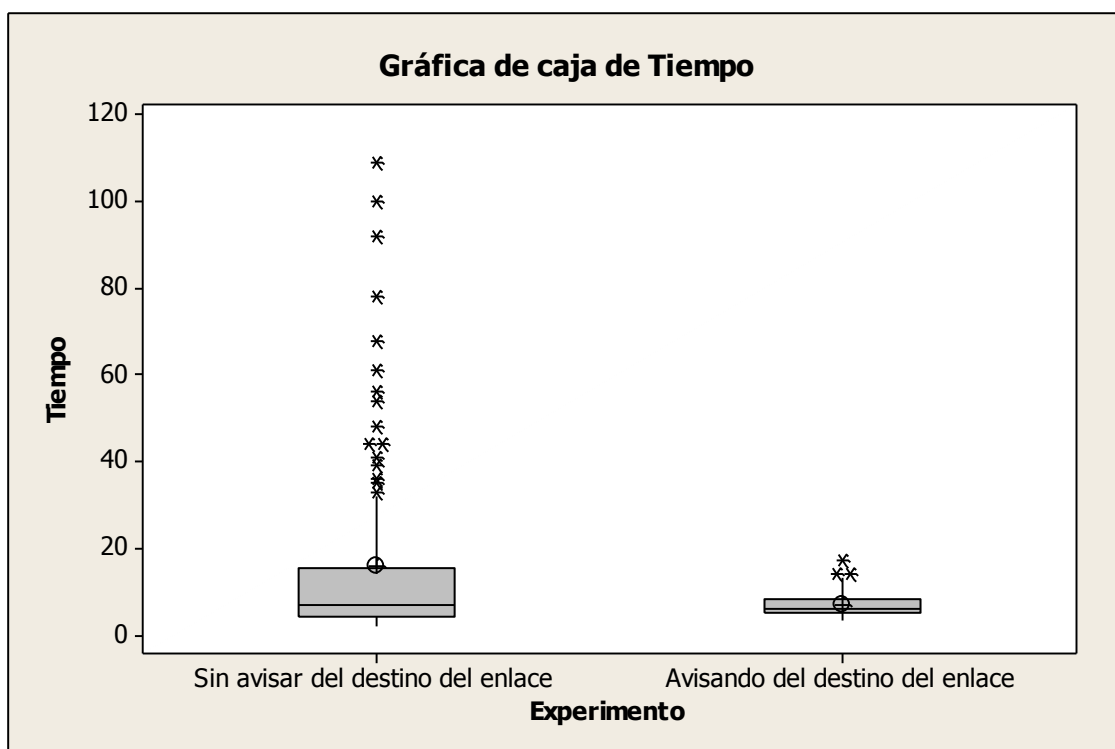


Figura 42. Gráfico de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10

Los valores atípicos (mostrados con un “ \times ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 102.

	p
Sin aviso sobre el destino del enlace	<0,005
Con aviso sobre el destino del enlace	<0,005

Tabla 102. Test de normalidad de la eficiencia por existencia o ausencia de aviso del destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en la misma ventana en el experimento 9.4.10

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,163$ ($> 0,05$; $H(1) = 1,95$), de lo que se deduce que no puede afirmarse que el hecho de tener un aviso sobre el destino del enlace sea mejor (en términos de eficiencia) que no tenerlo cuando se trata de abrir en una nueva ventana enlaces que por defecto abren en la misma ventana, ni viceversa.

Resultados para el caso “Nueva-nueva”

Para empezar se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana para cada configuración (sin avisar del destino del enlace o avisando del mismo), y los resultados se muestran en la Tabla 103.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Sin aviso sobre el destino del enlace	9,180	14,050	5,000
Con aviso sobre el destino del enlace	5,860	7,093	4,000

Tabla 103. Estadísticas básicas de la eficiencia por existencia/ausencia de aviso sobre el destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

En la Figura 43 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), para la existencia y ausencia de aviso del destino del enlace. Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

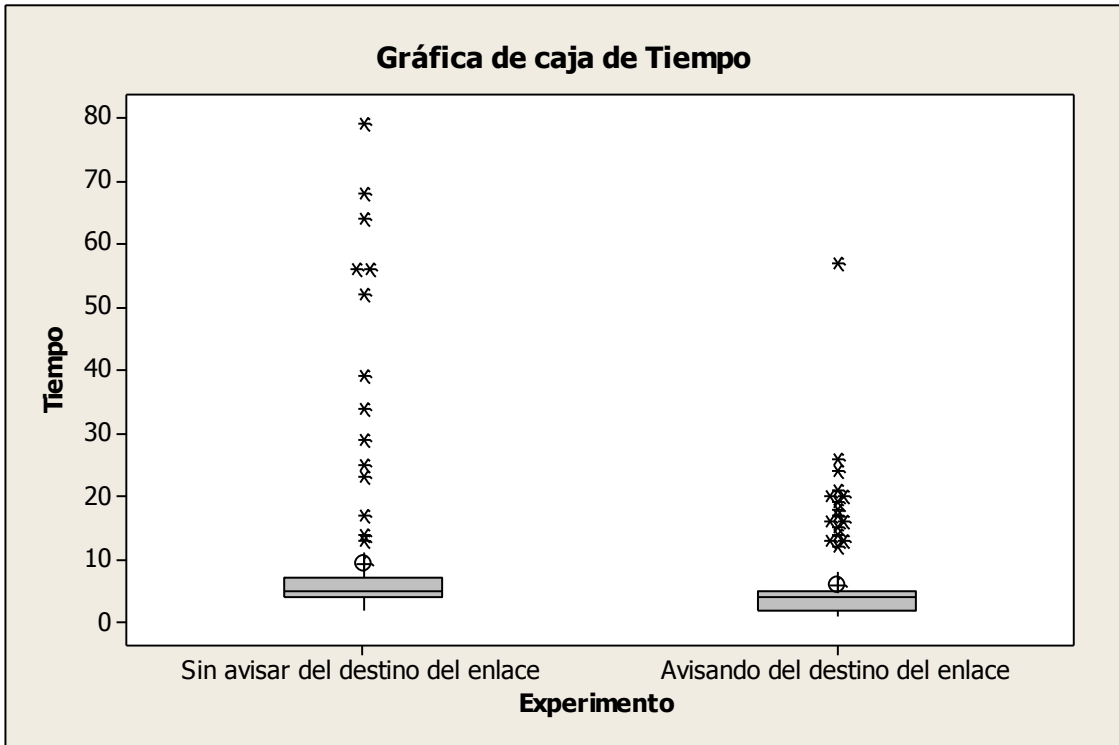


Figura 43. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función de la existencia (derecha) y ausencia (izquierda) de aviso del destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 104.

	p
Sin aviso sobre el destino del enlace	<0,005
Con aviso sobre el destino del enlace	<0,005

Tabla 104. Test de normalidad de la eficiencia por existencia o ausencia de aviso del destino del enlace al abrir en una nueva ventana un enlace que por defecto abre en una nueva ventana en el experimento 9.4.10

Los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(1) = 13,27$), de lo que se deduce que puede afirmarse que el hecho de tener un aviso sobre el destino del enlace es mejor (en términos de eficiencia) que no tenerlo cuando se trata de abrir en una nueva ventana enlaces que por defecto abren en una nueva ventana.

A la vista de los resultados sobre la eficiencia, es posible afirmar que disponer de un aviso sobre el destino del enlace es mejor (lleva menos tiempo al usuario) que no disponer del mismo cuando se abren enlaces en nuevas ventanas: tanto en el caso de abrir el enlace en la misma ventana (en este caso, esto se puede afirmar con un 90% de confianza) como abrirlo en

una nueva ventana. En los casos de abrir un enlace que por defecto abre en la misma ventana no hay diferencia significativa entre avisar del destino del enlace o no.

Satisfacción

Por último, para valorar la satisfacción se analizaron las encuestas que realizaron los sujetos tras el experimento. En este sentido, primero se recogió la conformidad de las respuestas de los usuarios a varias preguntas generales, que fueron las siguientes:

1. ¿Cuántas veces ha utilizado el navegador de cada plataforma (antes del experimento)?
2. Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?
3. ¿Preferiría que se le avisara previamente cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?
4. ¿Cómo preferiría que se le avisara cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?

Las anteriores preguntas se repitieron para cada uno de los dispositivos utilizados durante el experimento. Además, se recogieron las respuestas de los usuarios a algunas preguntas específicas sobre m-learning, que fueron las siguientes:

5. Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?
6. ¿Preferiría que se le avisara previamente cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?
7. Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es necesario (es decir, obligatorio) que se le avise: Nunca, si la página que se va a abrir es externa al curso, siempre o en otro caso (especificar).
8. Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es útil (es decir, no obligatorio pero sí sería positivo) que se le avise: Nunca, si la página que se va a abrir es externa al curso, siempre o en otro caso (especificar).

También se recogieron las respuestas de los usuarios a las siguientes preguntas específicas sobre la navegación en PC:

9. Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?
10. ¿Preferiría que se le avisara previamente cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?
11. Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es necesario (es decir, obligatorio) que se le avise: Nunca, si la página que se va a abrir es externa al curso, siempre o en otro caso (especificar).
12. Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es útil (es decir, no obligatorio pero sí sería positivo) que se le avise: Nunca, si la página que se va a abrir es externa al curso, siempre o en otro caso (especificar).

Adicionalmente a todo lo anterior, se recogieron algunas respuestas libres sobre la justificación de las preguntas 2, 5 y 9, es decir, la misma pregunta realizada tanto para dispositivos móviles como para m-learning y navegación en PC, de manera que se puedan comparar los resultados de la pregunta sobre estos tres conceptos.

Por último, también se recogió la opinión general de cada usuario sobre el hecho de informársele o no cuando un enlace se va a abrir en una nueva ventana en un dispositivo móvil.

Resultados cuantitativos

Las respuestas a las primeras doce preguntas se midieron cuantitativamente sobre respuestas predefinidas que los usuarios debían responder. En la Tabla 105 se muestran los porcentajes de los resultados de las respuestas a la pregunta 1 (“¿Cuántas veces ha utilizado el navegador de cada plataforma (antes del experimento)?”) de todos los sujetos para cada dispositivo móvil.

En la Tabla 106 se indican las respuestas (en porcentaje) de los usuarios a la pregunta 2 (“Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?”) de la encuesta de satisfacción.

	Nunca (%)	Rara vez (%)	A veces (%)	Mucho (%)
iPhone	21,05	36,84	21,05	21,05
Windows Phone	78,95	15,79	5,26	0,00
Android	5,26	15,79	26,32	52,63
BlackBerry con teclado	42,11	36,84	10,53	10,53
BlackBerry táctil	94,74	5,26	0,00	0,00
Symbian	84,21	10,53	5,26	0,00

Tabla 105. Pregunta 1: Porcentajes de utilización previa de los diferentes dispositivos móviles utilizados durante el experimento 9.4.10

	Sólo si me interesara el enlace (%)	Sólo si fuera estrictamente necesario (%)	En otro caso (%)
iPhone	94,74	5,26	0,00
Windows Phone	57,89	42,11	0,00
Android	89,47	10,53	0,00
BlackBerry con teclado	42,11	52,63	5,26
BlackBerry táctil	73,68	26,32	0,00
Symbian	31,58	47,37	21,05

Tabla 106. Porcentajes de respuestas de los usuarios a la pregunta 2 de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

El 5,26% de los usuarios que respondió “En otro caso” a la pregunta 2 para BlackBerry con teclado especificó que la respuesta sería “Nunca”. Por otro lado, el 21,05% de los usuarios que respondió “En otro caso” a la misma pregunta para Symbian especificó que la respuesta sería “Nunca” o que “Da igual”, debido a que dicen que en Symbian no hay ventanas.

Con respecto a la pregunta 3 (“¿Preferiría que se le avisara previamente cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?”), las respuestas pueden verse en la Tabla 107.

	Nunca (%)	Siempre (%)	En otro caso (%)
iPhone	21,05	73,68	5,26
Windows Phone	15,79	78,95	5,26
Android	21,05	78,95	0,00
BlackBerry con teclado	5,26	89,47	5,26
BlackBerry táctil	15,79	78,95	5,26
Symbian	15,79	42,11	42,11

Tabla 107. Porcentajes de respuestas de los usuarios a la pregunta 3 de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

El 5,26% de los usuarios que respondió “En otro caso” a la pregunta 3 para iPhone, BlackBerry con teclado y BlackBerry táctil especificó que la respuesta sería “Da igual”. El 5,26% que respondió “En otro caso” a la misma pregunta para Windows Phone especificó que “Sí, siempre y cuando funcionara correctamente” (ya que por defecto Windows Phone abre todos los enlaces en la misma ventana, si no se le indica expresamente lo contrario). Por último, el 42,11% que respondió “En otro caso” a la pregunta 3 para Symbian especifica varias respuestas que muestran cierto desconcierto, tales como “Me es indiferente porque el móvil parece hacer lo que quiere”, “No sé si abre nuevas ventanas así que por mucho que prefiera, el móvil hace lo que quiere” o “No sé diferenciar cuándo se abre en otra ventana y cuándo no”, entre otras.

En cuanto a la pregunta 4 (“¿Cómo preferiría que se le avisara cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?”), en la Tabla 108 se muestran las respuestas de los usuarios, en porcentajes.

	Mediante texto (%)	Mediante un icono (%)	De otra forma (%)
iPhone	0,00	100	0,00
Windows Phone	0,00	100	0,00
Android	0,00	100	0,00
BlackBerry con teclado	0,00	100	0,00
BlackBerry táctil	0,00	100	0,00
Symbian	0,00	84,21	15,79

Tabla 108. Porcentajes de respuestas de los usuarios a la pregunta 4 de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

El 15,79% que respondió “De otra forma” a la pregunta 4 para Symbian especificó que la respuesta sería “Da igual”, ya que opinan que no se pueden abrir nuevas ventanas con el dispositivo Symbian utilizado para el experimento.

En la Tabla 109 se muestran las respuestas de los usuarios a la pregunta 5 (“Sabido que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?”), en porcentajes.

El 26,32% que respondió “En otro caso” a la pregunta 5 para Symbian especificó que la respuesta sería que da igual porque creen que no se pueden ver nuevas ventanas, y en concreto uno de los usuarios respondió que “intentaría no acceder a plataformas m-learning desde este navegador”.

	Sólo si me interesara el enlace (%)	Sólo si fuera estrictamente necesario (%)	En otro caso (%)
iPhone	89,47	10,53	0,00
Windows Phone	52,63	47,37	0,00
Android	84,21	15,79	0,00
BlackBerry con teclado	36,84	63,16	0,00
BlackBerry táctil	68,42	31,58	0,00
Symbian	15,79	57,89	26,32

Tabla 109. Porcentajes de respuestas de los usuarios a la pregunta 5 de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

En cuanto a la pregunta 6 (“¿Preferiría que se le avisara previamente cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?”), las respuestas de los usuarios se muestran en la Tabla 110.

	Nunca (%)	Siempre (%)	En otro caso (%)
iPhone	15,79	78,95	5,26
Windows Phone	5,26	89,47	5,26
Android	10,53	89,47	0,00
BlackBerry con teclado	5,26	89,47	5,26
BlackBerry táctil	10,53	84,21	5,26
Symbian	5,26	68,42	26,32

Tabla 110. Porcentajes de respuestas de los usuarios a la pregunta 6 de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

El 5,26% que respondió “En otro caso” a la pregunta 6 para iPhone, BlackBerry con teclado y BlackBerry táctil especificó que la respuesta sería “Da igual”. Por otro lado, el 5,26% que respondió “En otro caso” a la misma pregunta para Windows Phone especificó que la respuesta sería “Prefiero que no, pero me es indiferente porque el móvil no lo respeta”. Por último, el 26,32% que respondió “En otro caso” a la misma pregunta para Symbian especificaron que el móvil no utiliza (o no saben si utiliza) más de una ventana, por lo que la respuesta sería “Indiferente” para esta plataforma.

En la Tabla 111 pueden verse los resultados (en porcentajes) de las respuestas de los usuarios a la pregunta 7 (“Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es necesario (es decir, obligatorio) que se le avise: Nunca, si la página que se va a abrir es externa al curso, siempre o en otro caso (especificar)”) de la encuesta de satisfacción.

	Nunca (%)	Si la página que se va a abrir es externa al curso (%)	Siempre (%)	En otro caso (%)
iPhone	15,79	31,58	52,63	0,00
Windows Phone	5,26	42,11	47,37	5,26
Android	0,00	47,37	52,63	0,00
BlackBerry con teclado	5,26	26,32	68,42	0,00
BlackBerry táctil	5,26	36,84	57,89	0,00
Symbian	10,53	21,05	47,37	21,05

Tabla 111. Porcentajes de respuestas de los usuarios a la pregunta 7 de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

El 5,26% que respondió “En otro caso” a la pregunta 7 para Windows Phone especificó que su respuesta sería “Prefiero que no”. El 21,05% que respondió "En otro caso" a la misma pregunta para Symbian corresponde a cuatro usuarios, de los cuales uno especificó que su respuesta sería “Prefiero que no”, y los otros tres especificaron que su respuesta sería “Indiferente”, puesto que no se diferencian las ventanas.

Las respuestas (en porcentajes) de los usuarios a la pregunta 8 (“Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es útil (es decir, no obligatorio pero sí sería positivo) que se le avise: Nunca, si la página que se va a abrir es externa al curso, siempre o en otro caso (especificar)”) se muestran en la Tabla 112.

	Nunca (%)	Si la página que se va a abrir es externa al curso (%)	Siempre (%)	En otro caso (%)
iPhone	15,79	26,32	57,89	0,00
Windows Phone	15,79	26,32	52,63	5,26
Android	15,79	26,32	57,89	0,00
BlackBerry con teclado	15,79	15,79	68,42	0,00
BlackBerry táctil	15,79	21,05	63,16	0,00
Symbian	15,79	15,79	47,37	21,05

Tabla 112. Porcentajes de respuestas de los usuarios a la pregunta 8 de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

El 5,26% de los usuarios que respondió “En otro caso” a la pregunta 8 para Windows Phone especificó que su respuesta sería “Prefiero que no porque el móvil no lo respeta”. En cuanto al 21,05% que respondió “En otro caso” a la misma pregunta para Symbian, el 25% de ellos respondió “Prefiero que no”, y el 75% restante especificó que su respuesta sería “Indiferente”, puesto que el móvil no tiene soporte para múltiples ventanas.

En cuanto a la pregunta 9 de la encuesta de satisfacción (“en PC, sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?”), el 100% de los usuarios respondió “Sólo si me interesara el enlace”.

Con respecto a la pregunta 10 (“en PC, ¿preferiría que se le avisara previamente cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?”), el 15,79% respondió “Nunca”; el 63,16% respondió “Siempre” y el 21,05% respondió “En otro caso”. Este último 21,05% corresponde a cuatro usuarios, de los cuales dos respondieron que “Se debería avisar si te lleva a un sitio externo de la web de la que te encuentras”; uno respondió “Indiferente” y otro respondió que “En el caso de ser una nueva pestaña importa menos, pero sí se debería avisar en caso de ser un *popup*”.

Las respuestas de los usuarios a la pregunta 11 (“Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es necesario (es decir, obligatorio) que se le avise...”) fueron las siguientes: un 15,79% respondió “Nunca”, un 52,63% respondió “Si la página que se va a abrir es externa al curso” y un 31,58% respondió “Siempre”.

Por último, las respuestas a la pregunta 12 (“Suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir en una nueva página, considera que es útil (es decir, no obligatorio pero sí sería positivo) que se le avise...”) fueron las siguientes: un 5,26% respondió “Nunca”, un 42,11% respondió “Si la página que se va a abrir es externa al curso” y un 52,63% respondió “Siempre”.

Resultados cualitativos

En cuanto a las justificaciones de las preguntas 2, 5 y 9 (“Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?”, dirigidas a dispositivos móviles, m-learning y PC, respectivamente), tal y como se ha mencionado anteriormente, las respuestas de los sujetos fueron libres, por lo que se consiguieron obtener los resultados que se exponen en los siguientes párrafos a partir del análisis de las respuestas de los usuarios y la agrupación de las mismas en conceptos similares. A continuación se mencionan las respuestas apoyadas por un mayor número de usuarios para cada uno de los casos.

En cuanto a la justificación de la *pregunta 2* (“Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?” en dispositivos móviles), el 84,21% justificó que sólo haría clic si le interesara el enlace en iPhone porque les parece cómoda, sencilla, intuitiva y rápida la transición entre ventanas. Lo mismo justificó un 36,84% para Windows

Phone y un 68,42% para Android. En Windows Phone, el 21,05% menciona que es difícil o poco intuitivo, especialmente si el usuario no sabe que las ventanas se llaman “fichas” (literalmente) en este dispositivo. En la BlackBerry con teclado, el 42,11% respondió que no les parece cómoda la transición entre ventanas con este dispositivo (por ser difícil de manejar con teclado y cursor), mientras que el 26,32% respondió que es cómodo (o se puede hacer sin mucho problema) abrir ventanas con este tipo de dispositivo. Por otro lado, el 63,16% de los usuarios respondió que es cómodo (es decir, se puede hacer sin mucho problema, es sencillo o intuitivo) cambiar entre ventanas con un dispositivo BlackBerry táctil, y algunos incluso destacaban que les parecía útil el icono que aparece continuamente en la pantalla para indicar el número de ventanas abiertas y que, si se pulsa, permite cambiar de ventana. Por último, para Symbian, el 36,84% respondió que es imposible cambiar de ventana con este tipo de dispositivo, ya que no tiene soporte para ello, y un 26,32% indicó que no sabe si se abre en una nueva ventana o no.

A continuación se exponen las justificaciones a la *pregunta 5* (“Sabido que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?” en m-learning): El 78,95% respondió que en iPhone es cómoda, sencilla e intuitiva la transición entre ventanas, y es fácil volver a la ventana anterior. El 42,11% respondió que en Windows Phone es cómoda y sencilla la transición entre ventanas, así como un 68,42% respondió lo mismo para Android. En cuanto a la BlackBerry con teclado, un 31,58% indica que no le parece cómoda la transición entre ventanas porque hay que realizar demasiados pasos con el teclado para cambiar de ventana, lo cual hace que, además, esta acción sea lenta. Por el contrario, un 26,32% indica que les parece cómoda (o al menos, que se puede realizar sin mucho problema) la transición entre ventanas con este tipo de dispositivo, y destacan que tenga un icono directo para ver las ventanas abiertas. En cuanto a la BlackBerry táctil, el 63,16% respondió que es cómodo, sencillo e intuitivo el hecho de cambiar entre ventanas con este tipo de dispositivo, y destaca además la comodidad del enlace directo que permite ver las ventanas abiertas o cambiar de ventana. Por último, el 47,37% de los usuarios respondió que no se puede o no sabe cambiar de ventana en el dispositivo Symbian.

Las justificaciones de la *pregunta 9* (“Sabido que un enlace se abrirá en una nueva ventana, ¿cuándo haría clic en el enlace?” en PC), el 63,16% respondió que no hay problema en abrir en PC un enlace siempre que te interese, incluso teniendo muchas ventanas abiertas, ya que en PC es más rápido y cómodo cambiar de ventana o pestaña que en un dispositivo móvil.

Por último, en cuanto a la opinión general de cada usuario sobre el hecho de informársele o no cuando un enlace se va a abrir en una nueva ventana en un dispositivo móvil, el 47,37% respondió que se debe notificar al usuario que se abre una nueva ventana, ya que en caso contrario podría generar confusión al usuario en terminales en los que no se aprecia con claridad la cantidad de ventanas abiertas, porque abrir en una nueva ventana no es el comportamiento por defecto o porque puede que el usuario no quiera abrir tantas ventanas. Esto hace más cómoda la navegación especialmente en ciertos móviles donde el usuario no sabe exactamente dónde se encuentra mientras navega (si se abre en una nueva o en la misma ventana) y es bastante complicado ya de por sí navegar por culpa del propio móvil (puesto que en un móvil es más incómoda la gestión de ventanas que en un PC).

3.3.7.5. Conclusiones del experimento

Resumiendo los resultados anteriores:

- Para los casos “Misma-misma” no hubo diferencia significativa ni en el número de errores, ni en la eficiencia.
- Para los casos “Misma-nueva” hubo diferencia significativa en el número de errores (es preferible avisar del destino del enlace) y, con un 90% de confianza, en la eficiencia (siendo también preferible avisar sobre el destino del enlace). La tarea se realizó correctamente en el 65,48% de los casos cuando no se avisaba del destino del enlace, y en el 77,68% cuando sí se avisaba.
- En cuanto a los casos “Nueva-misma”, hubo diferencia significativa (con un 90% de confianza) en el número de errores, siendo preferible avisar sobre el destino del enlace. La tarea se realizó correctamente en el 79,65% de los casos cuando no se avisaba del destino del enlace, y en el 82% cuando sí se avisaba.
- En los casos “Nueva-nueva”, hubo diferencia significativa en la eficiencia, siendo mejor avisar sobre el destino del enlace. La tarea se realizó correctamente en el 80,70% de los casos cuando no se avisaba del destino del enlace, y en el 82,46% cuando sí se avisaba.
- En cuanto a la satisfacción, por las respuestas de las preguntas 2, 5 y 9 de la encuesta se puede apreciar una mayor comodidad de los usuarios a la hora de abrir ventanas en PC (el 100% abrirían el enlace si les interesara) que en dispositivos móviles (de media, el 64,91% abriría el enlace si les interesara y el 30,70% si fuera estrictamente necesario), y a su vez en dispositivos móviles en general es más cómodo utilizar ventanas que en m-learning en particular (la

puntuación de abrir los enlaces si les interesara es de media un 57,89%, que es menor que la de dispositivos móviles en general, y aumenta la de si fuera estrictamente necesario, que es de media un 37,72%).

- Siguiendo con la satisfacción, por las respuestas de las preguntas 3, 6 y 10 de la encuesta se puede apreciar una mayor preferencia de los usuarios por que se les avise siempre cuando un enlace abre en una nueva ventana en m-learning (de media un 83,33%) que en dispositivos móviles (de media un 73,68%), y en dispositivos móviles más que en PC (63,16%).
- En cuanto a las preguntas 7 y 11 de la encuesta de satisfacción, en m-learning la tendencia (54,39% de media) es que es necesario que se les avise siempre cuando se está viendo un curso y se hace clic en un enlace que abre en una nueva página, mientras que en PC la tendencia (52,63%) es que se avise cuando la página que se va a abrir es externa al curso. Con respecto a las preguntas 8 y 12, los usuarios (57,89% de media) piensan que es útil que se les avise siempre cuando están trabajando con m-learning; mientras que en PC esta tendencia es más baja (52,63%), y sin embargo aumenta (42,11%) la tendencia a decir que se les debería avisar sólo si la página que se va a abrir es externa al curso.

A la vista de los resultados expuestos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Según los resultados de la encuesta de satisfacción (preguntas 2, 5 y 9), se podría deducir que los usuarios tienen una **mayor comodidad** abriendo **ventanas nuevas** en un **PC** que en dispositivos móviles; y dentro de los dispositivos móviles, al parecer el uso de **ventanas nuevas en m-learning no es demasiado agradable** para los usuarios, ya que las puntuaciones medias de las respuestas de abrir el enlace si les interesara disminuyen del PC a dispositivos móviles, y de estos al m-learning, para ir dando paso a un aumento en las puntuaciones de las respuestas de abrir el enlace solamente si fuera estrictamente necesario, lo cual denota una cierta incomodidad, en el sentido que se ha explicado, frente a la anterior respuesta (abrirlo si interesa el enlace).
- Dado que la capacidad de realizar la tarea era superior en los casos que se avisaba del destino del enlace, y dado que hubo diferencia significativa en alguna de las métricas (número de errores y/o eficiencia) en los casos en los que un enlace abre en una nueva ventana (ya sea abriéndolo en la misma ventana o en una nueva) a favor de avisar sobre el destino del enlace, se puede decir que

en **dispositivos móviles** es **preferible avisar** cuando un enlace se **abra** por defecto en una **nueva ventana**. Además, esto queda reforzado por los resultados de la encuesta de satisfacción, de donde se obtuvo que los usuarios (un 73,68% de media) prefieren que se les avise siempre que estén utilizando un dispositivo móvil y un enlace abra en una nueva ventana. Esto parece ser especialmente relevante en el caso del m-learning, donde un mayor porcentaje de los usuarios (83,33% de media) prefiere que se les avise siempre, ya que al tratarse de aprendizaje electrónico mediante dispositivos móviles parece ser que el aviso del destino del enlace es especialmente importante.

- Atendiendo a las preguntas 7 y 11, y a las preguntas 8 y 12, puede distinguirse claramente que los usuarios **prefieren** que se les **avise siempre** cuando están realizando un curso **m-learning**, mientras que esto no es tan importante en PC, donde prefieren que se les avise solamente cuando la página que se va a abrir es externa al curso. Por lo tanto, parece que el concepto de ventanas se ve de una forma diferente en dispositivos móviles que en PC, ya que **las preferencias sobre la apertura de los enlaces cambian de una plataforma a otra**.
- Comparando las anteriores conclusiones con **la hipótesis inicial** (*“En un objeto docente basado en web para dispositivos móviles, los enlaces que se abren en nuevas ventanas o pop-ups deberían ser indicados claramente”*), se podría decir que ésta **se debería aceptar** para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles, ya que hay diferencia significativa en las métricas (a favor de avisar sobre el destino del enlace) y además los usuarios prefieren claramente que se les avise siempre cuando están utilizando dispositivos móviles y van a abrir un enlace que se abre en una nueva ventana; y esto es aún más cierto en concreto en el m-learning, donde las puntuaciones de los usuarios en la encuesta de satisfacción son incluso más favorables a este motivo. Por lo tanto, **la directriz quedaría enunciada tal cual** se planteó la hipótesis inicial.

3.3.8. Experimento 8: Directriz 9.4.13.

El octavo experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.4.13. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para m-learning o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.4.13”.

3.3.8.1. Hipótesis

La directriz 9.4.13. trata sobre la longitud que deben tener los enlaces en las páginas web de PC, y afirma que los nombres textuales de los enlaces deberían ser lo suficientemente largos como para ser entendidos y lo suficientemente cortos como para evitar que salten de línea.

El 43,50% de los expertos consultados respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles. De todos ellos, el 85,71% utilizó el siguiente razonamiento para llegar a esa conclusión: los dispositivos móviles no disponen de una pantalla tan grande como los ordenadores tradicionales, por lo tanto es posible que los enlaces de las páginas web para móviles deban ser más cortos que aquellos de las páginas web para PC. En este caso la directriz sería diferente para PC y para dispositivos móviles, por lo que su enunciado cambiaría.

Otro aspecto importante a comentar es que el 42,86% de los expertos que respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles destacó también que los textos de los enlaces deben ser descriptivos. Aunque esto no influye directamente en la decisión de si la directriz debiera o no cambiar a la hora de adaptarla a dispositivos móviles, hay que tener en cuenta que, si los enlaces deben ser descriptivos, es posible que su texto no pueda ser tan corto como se deseara para un dispositivo móvil, puesto que es difícil describir el destino del enlace con, por ejemplo, únicamente una palabra.

Por lo tanto, y tal y como comentó expresamente uno de los expertos consultados, quizá habría que buscar una solución intermedia para mostrar enlaces en los dispositivos móviles, de forma que no fueran demasiado cortos para ser entendidos (poco descriptivos) ni demasiado largos como para ocupar demasiado espacio en la pequeña pantalla, provocando uno o más saltos de línea que pudieran confundir al usuario acerca de si se trata de uno o más enlaces. Si esto fuera así, entonces la directriz para PC seguiría siendo válida para dispositivos móviles.

Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis: “Los textos de los enlaces de los objetos docentes basados en web deben ser suficientemente largos para ser entendidos y lo suficientemente cortos como para no saltar de línea”.

3.3.8.2. Planteamiento del experimento

Para comprobar si la hipótesis planteada en el anterior apartado es válida, se diseñó un experimento en el que se pudo comparar la usabilidad de distintas longitudes de enlaces mediante las métricas de la ISO 9241-11. Para ello, se diseñaron tres tipos de páginas web

(Figura 44), cada una de las cuales contenía un texto y algunas palabras o frases marcadas como enlaces. El texto correspondía al contenido de un objeto docente sobre la Teoría de la Evolución, de Charles Darwin.

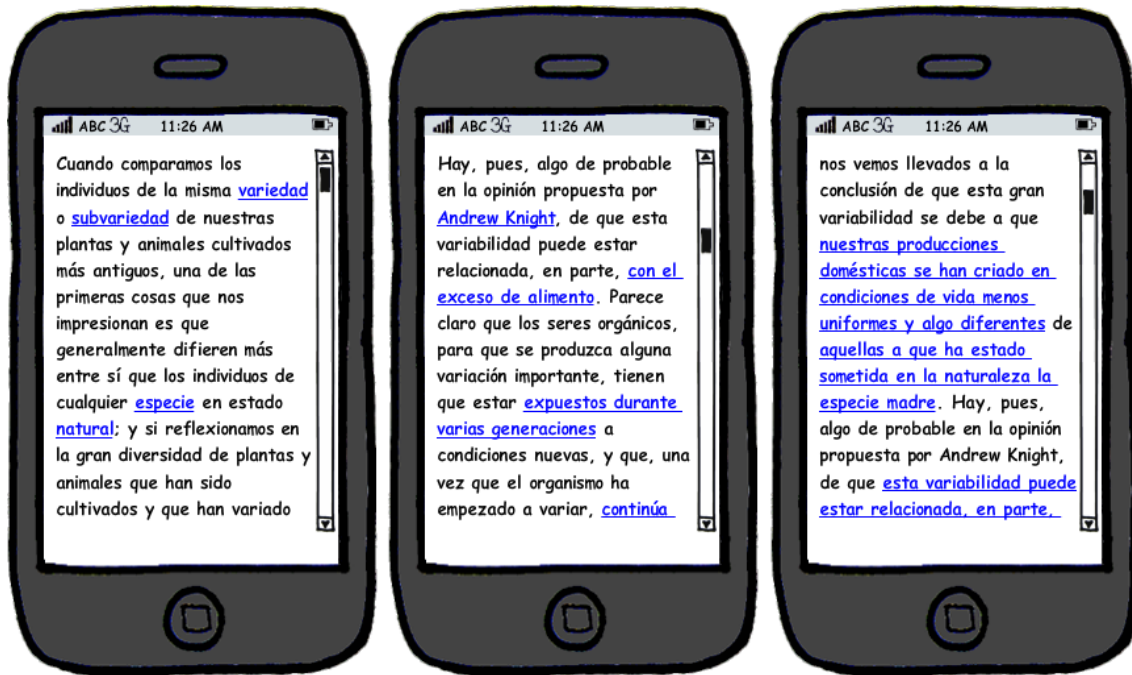


Figura 44. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.4.13: enlaces cortos, medios y largos, respectivamente

En la primera página web los enlaces eran cortos; es decir, estaban compuestos por una única palabra. En la segunda página web los enlaces eran de un tamaño medio; es decir, mínimo dos palabras pero sin ocupar más de dos líneas; y en la tercera los enlaces eran largos, ocupando varias líneas.

Los usuarios debían contar el número de enlaces que veían en cada una de las tres pantallas, de manera que así se podría medir la **eficacia** de una forma objetiva, mediante la siguiente fórmula:

$$eficacia = 1 - \frac{|n - i|}{n}$$

donde n es el número real de enlaces e i es el número de enlaces que el usuario contó.

De esta manera si, por ejemplo, una pantalla tenía 14 enlaces y el usuario contó 13, la eficacia se calcula como $1 - \frac{|14-13|}{14} = 0,9285$; es decir, el usuario completó la tarea con un 92,85% de eficacia. Es importante mencionar que los enlaces estaban deshabilitados; es decir, si el usuario hacía clic en él, no se provocaría ninguna acción. Esto es así para evitar que el

usuario al pulsarlo averiguara si, por ejemplo, un enlace largo constaba de un único enlace o de más de uno.

Otro de los parámetros a medir fue el tiempo que tardaron los usuarios en contar el número de enlaces. De esta forma se podría medir la **eficiencia**, teniendo en cuenta la media de tiempo que se tardó en contar el número de enlaces en cada uno de los casos.

Por último, tras realizar el experimento, los usuarios rellenaron una encuesta (Anexo 7) de **satisfacción** en la que se les preguntaba acerca de cuán cómodo les parecía el hecho de leer el texto con cada uno de los distintos tipos de enlaces, así como si el destino de los enlaces era fácilmente comprensible en cada una de las páginas web del experimento. En la encuesta también se hicieron preguntas de respuesta libre, de forma que se pudieran identificar aquellos enlaces más conflictivos (que estuvieran mal indicados o que no se dedujera a priori su destino) y deducir qué opina el usuario, en general, sobre cada uno de los tipos de enlaces (cortos, medianos y largos).

Para que el texto de la página web no fuera el mismo en todos los tratamientos, se diseñaron tres versiones de páginas web distintas con los tres tipos de enlaces en cada una, de forma que había nueve páginas web distintas para distribuir entre los usuarios. A cada usuario se le repartieron aleatoriamente los tratamientos, de manera que cada usuario hizo el experimento con una página web con enlaces cortos, otra con enlaces medianos y otra con enlaces grandes, nunca con el mismo texto.

Adicionalmente se crearon otras tres páginas web con el mismo texto y con distintos enlaces (siempre largos), pero con el texto justificado en lugar de alineado a la izquierda. Esto se hizo así puesto que tras una prueba experimental con un usuario piloto se vio que el tipo de alineación podría influir (despistar o ayudar) a la hora de contar el número de enlaces si estos eran largos; y porque existe cierta discrepancia entre distintos autores sobre este tema, ya que algunos (Trollip and Sales, 1986) aseguran que es preferible justificar el texto porque el espaciado no uniforme entre palabras disminuye la rapidez de lectura hasta en un 11% y otros (Gordon, 2005) afirman que es preferible no justificarlo porque las variaciones en los espacios entre palabras en un texto justificado causan confusión durante el procesamiento visual. El hecho de crear tres páginas web diferentes fue para que no todos los usuarios realizaran la prueba con la misma página, y al escoger aleatoriamente los experimentos (cada usuario realizó únicamente un caso de los tres existentes) se pudieron probar más combinaciones de enlaces distintas, de forma que se mitigaron los posibles efectos de haber escogido unos enlaces más o menos apropiados.

Para ir llevando a cabo el experimento con los usuarios, se creó una ficha de ejecución del experimento, donde estaban contenidos todos los tratamientos que habría que aplicar a cada usuario (versión 1, 2 ó 3 y longitud de los enlaces), y que fueron previamente designados aleatoriamente.

3.3.8.3. Realización

El experimento se llevó a cabo con 22 sujetos, de los cuales el 77,27% eran hombres y 22,73% mujeres. El 63,64% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 22,73% tenía entre 25 y 34 años; y el 13,64% tenía más de 35 años. De ellos, el 45,45% se consideraba experto en el uso del móvil, así como otro 45,45% se consideraba de un nivel intermedio, y un 9,09% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 13,64% de los sujetos tenían estudios de Bachillerato finalizados y estaban cursando una carrera; el 31,82% tenía estudios de módulo de grado superior; el 18,18% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; el 13,64% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 18,18% disponía de un Máster y el 4,55% eran doctores.

Para llevar a cabo el experimento se utilizó un dispositivo móvil de marca Apple (modelo iPhone 4), una cámara web y un ordenador para grabar en todo momento la pantalla que veía el usuario.

Por cada usuario se grabaron cuatro vídeos, uno por cada factor:

- Uno con el texto sin justificar y los enlaces cortos.
- Otro con el texto sin justificar y los enlaces de tamaño mediano.
- Otro con el texto sin justificar y los enlaces largos.
- Otro con el texto justificado y los enlaces largos.

Estos vídeos iban siendo grabados conforme se iba siguiendo la ficha de ejecución del experimento (es decir, no eran ejecutados exactamente en el orden anterior, sino aleatoriamente para cada sujeto), mientras el usuario contaba el número de enlaces. Una vez hecho esto, se dejaba de grabar y el usuario respondía a la parte de la encuesta que preguntaba sobre el tipo de enlaces que acababa de ver. Se repitió el proceso cuatro veces, una para cada uno de los tratamientos anteriormente explicados.

3.3.8.4. Resultados

Tal y como se explicó anteriormente, los resultados se analizaron desde las tres perspectivas de la ISO 9241-11: eficacia, eficiencia y satisfacción. A continuación se exponen los resultados, divididos en estos apartados.

Eficacia

Para medir la **eficacia**, tal y como se mencionó anteriormente, se midió en función del porcentaje de acierto de los sujetos al contar el número de enlaces en cada configuración, es decir, con los enlaces cortos, con los de tamaño medio, con los enlaces largos y el texto sin justificar, y con los enlaces largos y el texto justificado. Posteriormente se obtuvo la media de los aciertos de todos los sujetos para cada configuración, así como la desviación estándar correspondiente, y los resultados se muestran en la Tabla 113.

	Media (% Aciertos)	Desviación estándar	Mediana
Enlaces cortos	99,68	0,0152	1
Enlaces medios	100	0,0000	1
Enlaces largos y texto sin justificar	98,82	0,0312	1
Enlaces largos y texto justificado	97,30	0,0465	1

Tabla 113. Estadísticas básicas de la eficacia por tipos de enlaces en el experimento 9.4.13

Primeramente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 114), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Enlaces cortos	<0,005
Enlaces medios	NA*
Enlaces largos y texto sin justificar	<0,005
Enlaces largos y texto justificado	<0,005

* Debido a que todos los valores son 1 (100% aciertos) para los enlaces de tamaño medio, no se puede hallar p.

Tabla 114. Test de normalidad de la eficacia por tipo de enlace del experimento 9.4.13

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,009$ ($< 0,05$; $H(3) = 11,46$), por lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos. Para distinguir aquellos grupos que son mejor y peor estadísticamente con respecto a otros (en cuanto a la eficacia), se hizo otro análisis Kruskal-Wallis, pero esta vez por pares de grupos (Tabla 115).

	p	H(1)
Enlaces cortos y medios	0,317	1
Enlaces cortos y largos con texto sin justificar	0,290	1,12
Enlaces cortos y largos con texto justificado	0,022	5,23
Enlaces medios y largos con texto sin justificar	0,076	3,14
Enlaces medios y largos con texto justificado	0,004	8,07
Enlaces largos con texto sin justificar y largos con texto justificado	0,195	1,68

Tabla 115. Análisis con Kruskal-Wallis de la influencia del tipo de enlace sobre la eficacia en el experimento 9.4.13

A la vista de los resultados, se puede afirmar que los enlaces cortos y medios son estadísticamente más eficaces (es decir, hacen a los usuarios cometer menos errores) que los enlaces largos con texto justificado. Además, se puede decir, con un 90% de confianza, que los enlaces de tamaño medio son estadísticamente más eficaces que los de tamaño largo con el texto sin justificar.

Eficiencia

En el caso de la **eficiencia**, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en contar el número de enlaces con cada configuración, y se obtuvo la media y la desviación estándar para cada uno. Los resultados se muestran en la Tabla 116.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Enlaces cortos	14,091	6,286	12
Enlaces medios	15,773	6,164	13
Enlaces largos y texto sin justificar	26,455	12,054	21
Enlaces largos y texto justificado	23,273	7,857	22

Tabla 116. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de enlace en el experimento 9.4.13

En la Figura 45 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo).

El valor atípico que aparece en el gráfico de cajas (marcado con un “x”) es debido a que el usuario contó el número de enlaces una vez, y para asegurarse de que lo había hecho bien los volvió a contar, obteniendo en ese caso un número diferente, por lo que los contó una tercera vez para ver cuál de las dos anteriores había obtenido el número correcto. El usuario no dijo el número de enlaces en voz alta hasta haberlos contado la tercera vez, por lo que el valor es válido, ya que el tiempo se ha tomado con todos los usuarios hasta que dijeron el valor en voz alta.

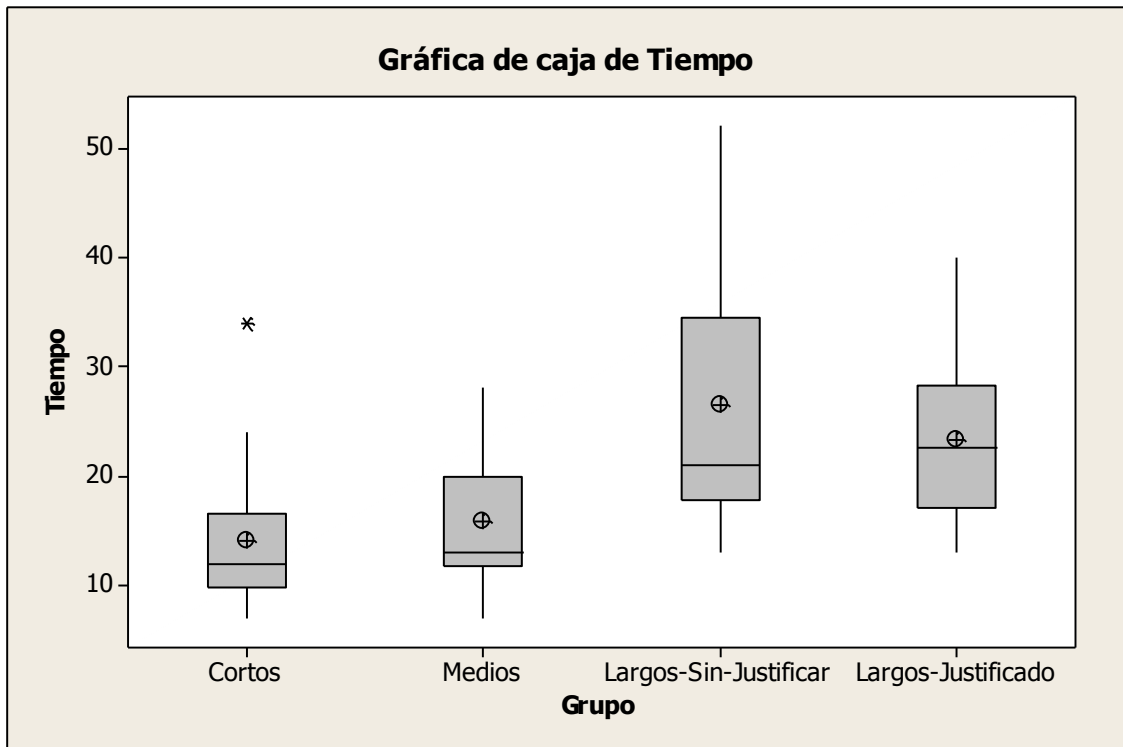


Figura 45. Gráfica de cajas de la eficiencia por tipo de enlace en el experimento 9.4.13

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 117), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Enlaces cortos	<0,005
Enlaces medios	0,009
Enlaces largos y texto sin justificar	<0,005
Enlaces largos y texto justificado	0,222

Tabla 117. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de enlace en el experimento 9.4.13

Como hay datos que no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$, $H(3) = 29,53$), por lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos. Para distinguir aquellos grupos que son mejor y peor estadísticamente con respecto a otros (en cuanto a la eficiencia), se hizo otro análisis Kruskal-Wallis, pero esta vez por pares de grupos (Tabla 118).

	p	H(1)
Enlaces cortos y medios	0,281	1,16
Enlaces cortos y largos con texto sin justificar	0,000	18,22
Enlaces cortos y largos con texto justificado	0,000	16,08
Enlaces medios y largos con texto sin justificar	0,001	11,72
Enlaces medios y largos con texto justificado	0,001	11,07
Enlaces largos con texto sin justificar y largos con texto justificado	0,330	0,565

Tabla 118. Análisis con Kruskal-Wallis de la influencia del tipo de enlace sobre la eficiencia en el experimento

9.4.13

A la vista de los resultados, se puede afirmar que los grupos de enlaces cortos y medios son estadísticamente más eficientes (rápidos de detectar) que los grupos de enlaces largos. Entre los cortos y medios; y entre los largos con texto sin justificar o justificado, no se puede afirmar que unos sean más eficientes que otros.

Satisfacción

Por último, para valorar la **satisfacción** se analizaron las encuestas que realizaron los sujetos. En este sentido se valoraron las respuestas a tres preguntas, que fueron las siguientes para cada configuración:

- ¿Es cómodo de leer el texto?
- ¿El destino de los enlaces es fácilmente comprensible?
- ¿Qué piensa, en general, que va a obtener si hace clic en los enlaces?

Las respuestas de las dos primeras preguntas se midieron cuantitativamente en una escala Likert del 0 al 5 (donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo), por lo que se muestran los resultados (media de las respuestas de todos los sujetos, así como desviación estándar) para cada configuración en la Tabla 119.

	Cómodo de leer		Destino fácilmente comprensible	
	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar
Enlaces cortos	4,36	0,726	3,27	1,579
Enlaces medios	3,27	1,077	3,05	1,090
Enlaces largos y texto sin justificar	1,41	1,007	2,36	1,733
Enlaces largos y texto justificado	1,55	1,299	2,59	1,436

Tabla 119. Respuestas a las dos primeras preguntas de la encuesta de satisfacción del experimento 9.4.13

En cuanto a la tercera pregunta, las respuestas de los sujetos fueron libres, por lo que es difícil de cuantificar. Sin embargo, existe una clara tendencia (90,91%) de los usuarios a pensar

que los enlaces cortos llevarán a una página donde se explique la definición de la palabra, mientras que los largos y los de tamaño medio suelen dar la sensación (en un 77,27% de los casos) de que llevarán a una página donde se explica más detalladamente la frase del enlace.

3.3.8.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Fijándose en la comodidad para leer un texto de una página web desde un dispositivo móvil (respuestas de la encuesta de satisfacción), no hay una gran diferencia entre justificar el texto o no hacerlo; es decir, a unos usuarios les es más cómodo leer el texto justificado y a otros les es más cómodo leerlo sin justificar, no hay una gran tendencia hacia ninguno de los tipos de texto. Sin embargo, lo que sí se ve influido negativamente por la justificación del texto es la eficacia; es decir, cuando el texto está justificado, los usuarios parecen no ser capaces de diferenciar tan bien dónde empieza y dónde termina un enlace como cuando el texto no está justificado. Por lo tanto, se podría afirmar que es **preferible no justificar el texto** para que así el usuario pueda diferenciar claramente dónde empiezan y dónde terminan los enlaces, aunque esta afirmación es en base a la media de los datos, y hay que tener en cuenta que no tiene significación estadística.
- Los usuarios prefieren claramente los enlaces de un tamaño corto, ya que opinan que es la forma más cómoda de leer un texto que contiene enlaces. Los enlaces de tamaño medio no llegan a ser tan incómodos como los de tamaño largo, y al observar una puntuación creciente en la comodidad de lectura desde los enlaces largos hacia los enlaces cortos se deduce que los usuarios parecen **preferir enlaces del tamaño más corto posible**. Esta conclusión queda reforzada además por el hecho de que los datos sugieren que los usuarios suelen comprender mejor el destino de un enlace cuanto más corto es éste (se puede observar claramente una tendencia positiva en la puntuación sobre la comprensión del destino de los enlaces, desde los más largos hacia los más cortos), y también porque la eficacia es mayor cuanto más corto es el enlace (los usuarios parecen tardar menos en identificar los enlaces). Como nota aclaratoria, mencionar que el hecho de que la eficacia sea ligeramente mejor con los enlaces de tamaño medio que con los cortos no tiene demasiada importancia.

- Comparando las anteriores conclusiones con **la hipótesis inicial** (“Los textos de los enlaces de los objetos docentes basados en web deben ser suficientemente largos para ser entendidos y lo suficientemente cortos como para no saltar de línea”), podríamos decir que en el caso de los dispositivos móviles ésta **se debería rechazar**, ya que al parecer los usuarios prefieren enlaces lo más cortos posibles, y además los datos sugieren que se identifican más rápido y mejor, tanto dónde empiezan y dónde acaban, como su destino. Por lo tanto, la directriz quizá debería quedar enunciada de esta manera para páginas web para dispositivos móviles: *“Los textos de los enlaces de los objetos docentes basados en web deben ser lo más cortos posibles y, siempre que sea posible, el texto en el que esté contenido no debe estar justificado”*.

3.3.9. Experimento 9: Directriz 9.5.1.

El noveno experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.5.1. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para m-learning o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.5.1”.

3.3.9.1. Hipótesis

La directriz 9.5.1. trata sobre los objetos de interacción en las páginas web de PC, es decir, todos aquellos elementos que pueden formar parte de un formulario (campos de texto, *radiobuttons*, etc.). La directriz afirma que hay que escoger los objetos de interacción adecuados en cada momento, en función de las propiedades lógicas de la entrada esperada y de las tareas del usuario, pero no especifica qué elementos son adecuados para cada caso, aunque indica que esto está definido en las normas ISO 9241-14 (ISO, 1997a), ISO 9241-16 (ISO, 1999a) e ISO 9241-17 (ISO, 1998d).

El 12,50% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría no ser aplicable a dispositivos móviles, y el 37,50% respondieron que esta directriz podría variar si se aplicara a dispositivos móviles; con lo cual hay un 50% de expertos que opinaron que sería aplicable directamente y otro 50% que respondieron que no sería aplicable directamente (ya fuera porque no tuviera sentido o porque podría cambiar en dispositivos móviles). De todos ellos, y puesto que la directriz es, en mi opinión, tan abstracta (en el sentido de que no especifica los mejores objetos de interacción para cada caso, solamente expresa que hay que utilizar los *adecuados*), el 42,86% se ciñó a la definición de la

directriz y justificó su respuesta argumentando que siempre se deberían utilizar los objetos más adecuados en cada momento, independientemente de si estos deberían ser los mismos o no para un mismo caso en un PC que en un dispositivo móvil. Sobre el total de los expertos, este porcentaje era aún mayor (un 68,75%), puesto que algunos de los que respondieron que la directriz sería aplicable directamente también justificaron su respuesta con este argumento. En este caso, la directriz se mantendría tal cual para el caso de los dispositivos móviles. No obstante, el 100% de los expertos que respondieron que la directriz no sería aplicable directamente a dispositivos móviles (el 50% del total) aseguró que los objetos adecuados para una determinada tarea podrían no ser los mismos en un dispositivo móvil que en un PC. Si este fuera el caso, el enunciado de la directriz se mantendría, pero su descripción podría cambiar; ya que si los objetos de interacción más adecuados para un determinado caso en un PC no son los más adecuados para el mismo caso en un dispositivo móvil, las ISOs que definirían esos componentes adecuados para cada momento podrían no ser las mismas.

Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis para plantear el experimento: “Existen unos objetos de interacción más adecuados que otros para interactuar en objetos docentes basados en web para dispositivos móviles”.

3.3.9.2. Planteamiento del experimento

Para comprobar si la hipótesis planteada en el anterior apartado es válida, se diseñó un experimento en el que se pudo comparar la utilización de distintos objetos de interacción en dispositivos móviles mediante las métricas de la ISO 9241-11. Para ello, se decidió diseñar varias páginas web con distintos objetos de interacción para rellenar algunos datos personales. El mismo dato personal se introduciría de tres formas distintas (Figura 46): como campo de texto, como radiobutton y como lista desplegable. La elección de utilizar estos componentes y no otros es porque se deseaba tratar únicamente con los elementos HTML tradicionales (W3C, 1999a), y los únicos destinados a introducir información son los ya mencionados, además del *checkbox*, el *file select* y el *textarea*. El *checkbox* no tiene sentido en este caso, puesto que la información a introducir será única y no múltiple para un mismo dato; el *file select* sirve para subir un archivo, lo cual no tiene sentido en el experimento que nos ocupa; y el *textarea* es básicamente lo mismo que el campo de texto, pero con multilínea, y para este caso tampoco tendría mucho sentido este componente porque los datos a introducir no deberían ocupar más de una línea.

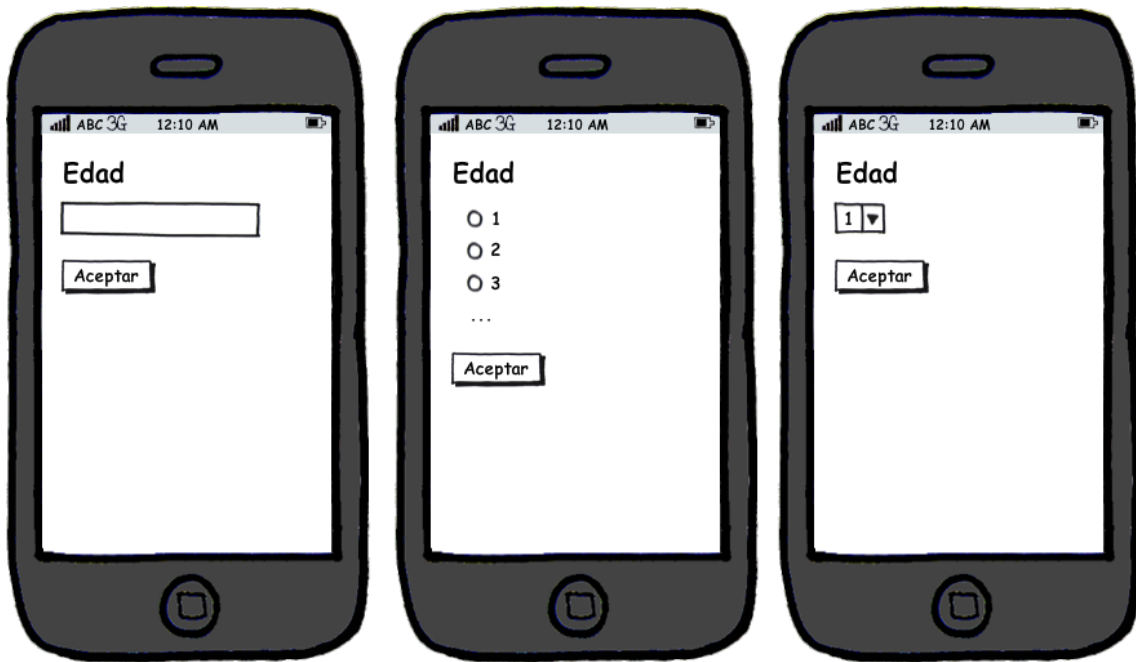


Figura 46. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.5.1: campo de texto, radiobutton y lista desplegable, respectivamente

En la primera página web el dato se introduciría como campo de texto; es decir, el usuario podría introducir libremente el texto que deseara. En la segunda interfaz el dato se debía elegir de entre una lista con datos predefinidos en forma de radiobutton; y en la tercera interfaz los datos también se podían elegir de entre aquellos que estaban ya predefinidos, esta vez en una lista desplegable.

Los datos personales que tuvieron que introducir los usuarios fueron seleccionados de la forma más variada posible (palabras, números, rangos amplios de valores, rangos concretos de valores, etc.). En concreto, los datos a introducir fueron los siguientes:

- Sexo
- Edad
- País de nacimiento
- Provincia de la vivienda habitual

Los usuarios debían escribir/seleccionar cada uno de sus datos personales en las tres formas posibles, de manera que así se podría medir la **eficacia** de una forma objetiva. En concreto, se mediría mediante los errores de interacción, que son aquellos que el usuario comete mientras intenta introducir el dato. Por ejemplo, cuando intenta seleccionar una opción en una lista desplegable o en una lista de radiobuttons y no lo consigue o selecciona una opción incorrecta; o cuando introduce caracteres incorrectos en un campo de texto.

Para medir los errores de interacción se contabilizarán las veces que el usuario realiza una acción incorrecta; es decir, cuando intenta seleccionar, sin éxito, una opción (en una lista desplegable o lista de radiobuttons) o cuando introduce un carácter incorrecto en un campo de texto y lo borra.

Otro de los parámetros a medir fue el tiempo que tardaron los usuarios en introducir cada dato. De esta forma se podría medir la **eficiencia**, teniendo en cuenta la media de tiempo que se tardó en introducir el dato en cada uno de los casos. El tiempo se midió desde que la página del experimento estaba visible en pantalla hasta que el usuario pulsaba el botón “Aceptar”, situado al final de la página.

Por último, tras realizar el experimento, los usuarios rellenaron una encuesta (Anexo 8) de **satisfacción** en la que se les preguntaba acerca de la adecuación que pensaban que tenía cada objeto de interacción para cada dato introducido, y cómo de cómodo les había parecido cada tipo de objeto de interacción para introducir cada dato. Además, se les pidió que puntuaran su grado de conformidad con la afirmación “En un dispositivo móvil los elementos de entrada adecuados para cada caso (radiobutton, campos de texto, etc.) deberían ser iguales que en un PC; es decir, lo que es más adecuado en un PC para un determinado caso (tipo de dato a introducir), también lo es en un dispositivo móvil”, y que lo justificaran.

A cada usuario se le repartieron aleatoriamente los tratamientos, de manera que cada usuario hizo el experimento una vez para cada combinación de dato (4 distintos) con objeto de interacción (3 distintos); es decir, de cada usuario se tomaron 12 muestras (una por cada tratamiento).

Para ir llevando a cabo el experimento con los usuarios, se creó una ficha de ejecución del experimento, donde estaban contenidos todos los tratamientos que habría que aplicar a cada usuario (dato y objeto de interacción), y que fueron previamente designados de forma aleatoria, haciendo que cada tipo de dato se introdujera de las tres formas posibles (campo de texto, radiobutton y lista desplegable).

3.3.9.3. Realización

El experimento se llevó a cabo con 20 sujetos, de los cuales el 65% eran hombres y el 35% mujeres. El 45% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 40% tenía entre 25 y 34 años; y el 15% tenía más de 35 años. De ellos, el 30% se consideraba experto en el uso del móvil, así como otro 65% se consideraba de un nivel intermedio, y un 5% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 20% de los sujetos tenían estudios de Bachillerato finalizados y

estaban cursando una carrera; el 15% tenía estudios de módulo de grado superior; el 15% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; el 10% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 35% disponía de un Máster y el 5% eran doctores.

Para realizar este experimento también se utilizó un dispositivo móvil de marca Apple (modelo iPhone 4), una cámara web y un ordenador, para grabar en todo momento la pantalla que veía el usuario. Por cada usuario se grabaron doce vídeos, uno por cada dato y tipo de objeto de interacción (campo de texto, radiobutton y lista desplegable).

Estos vídeos iban siendo grabados conforme se iba siguiendo la ficha de ejecución del experimento (es decir, siguiendo el orden aleatorio establecido), mientras el usuario introducía el dato. Una vez grabados todos los vídeos, el usuario respondía a la encuesta.

3.3.9.4. Resultados

Los resultados obtenidos se exponen a continuación, divididos en los tres apartados de las métricas de usabilidad utilizadas.

Eficacia

Para medir la **eficacia**, tal y como se mencionó anteriormente, se contabilizó el número de errores de interacción de los sujetos al introducir sus datos en cada tratamiento, para comprobar si el tipo de objeto de interacción influye o no en el número de errores de interacción.

A continuación se exponen los resultados sobre la influencia de cada tipo de componente de interacción sobre los errores de interacción, para cada dato.

Dato “Sexo”

Para el dato “Sexo”, primeramente se obtuvo la media de los errores de interacción de todos los sujetos para cada tipo de objeto de interacción, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 120.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	0,450	1,7910	0,000
Lista desplegable	0,050	0,2236	0,000
Radiobutton	1,050	0,8260	1,000

Tabla 120. Estadísticas básicas de los errores de interacción por objeto de interacción (dato “Sexo”) en el experimento 9.5.1

En la Figura 47 se pueden observar los histogramas correspondientes a los errores de interacción para el dato “Sexo”, uno por cada tipo de objeto de interacción.

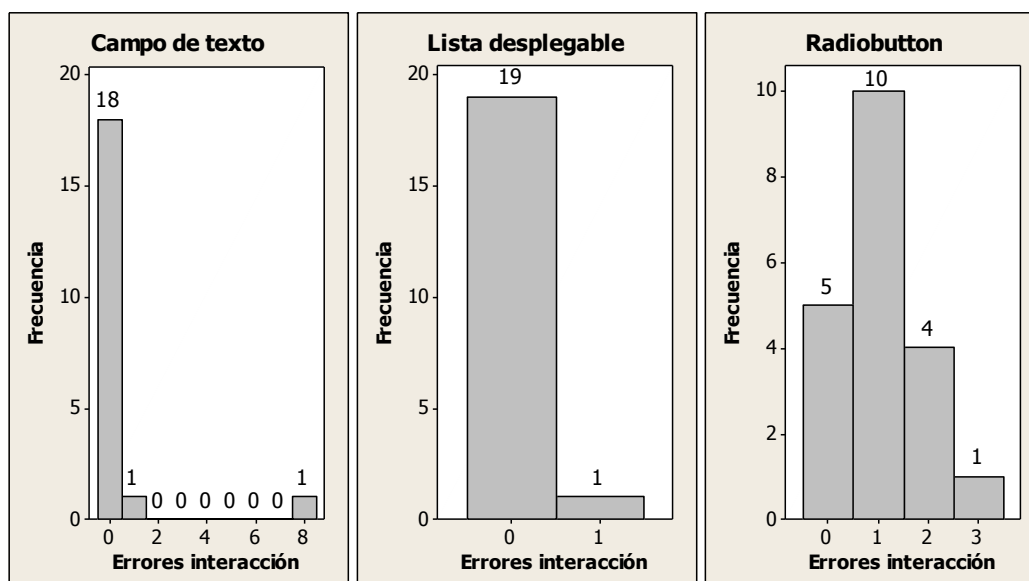


Figura 47. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato “Sexo”) en el experimento 9.5.1

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 121), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Campo de texto	<0,005
Lista desplegable	<0,005
Radiobutton	<0,005

Tabla 121. Test de normalidad de los errores de interacción por tipo de objeto de interacción (dato “Sexo”) en el experimento 9.5.1

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(2) = 27,30$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que alguno de los objetos de interacción es mejor (en términos de errores de interacción) que alguno de los otros para el dato “Sexo”.

Dato “Edad”

Para el dato “Edad”, primeramente se obtuvo la media de los errores de interacción de todos los sujetos para cada tipo de objeto de interacción, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes (Tabla 122).

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	0,000	0,0000	0,000
Lista desplegable	0,250	0,4443	0,000
Radiobutton	0,200	0,5230	0,000

Tabla 122. Estadísticas básicas de los errores de interacción por objeto de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1

En la Figura 48 se pueden observar los histogramas correspondientes a los errores de interacción para el dato "Edad", uno por cada tipo de objeto de interacción.

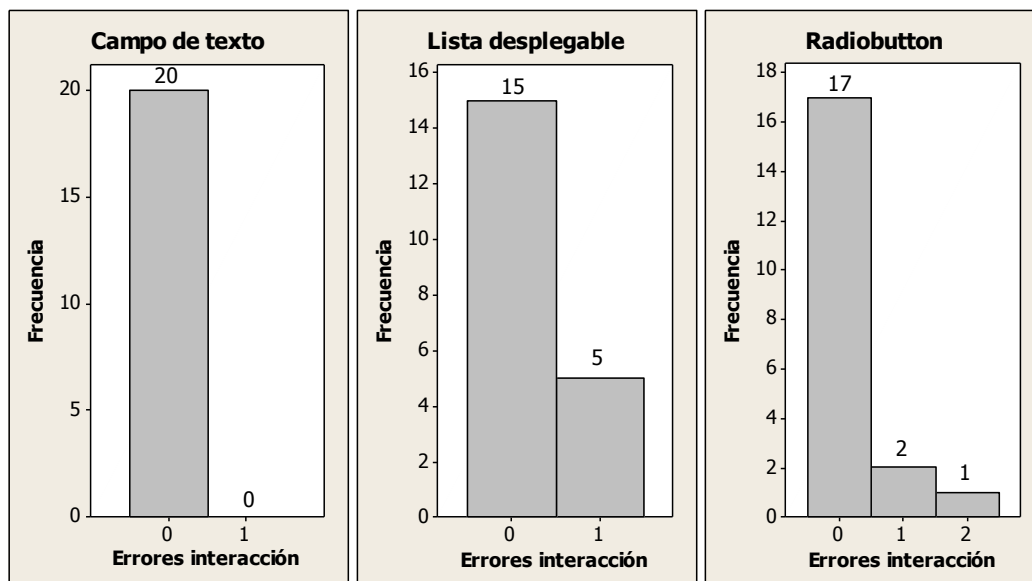


Figura 48. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 123), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Campo de texto	NA*
Lista desplegable	<0,005
Radiobutton	<0,005

* Debido a que todos los valores son 0 (ningún error de interacción) para los campos de texto, no se puede hallar p.

Tabla 123. Test de normalidad de los errores de interacción por tipo de objeto de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,073$ ($> 0,05$; $H(2) = 5,24$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede

afirmar que ninguno de los objetos de interacción sea mejor (en términos de errores de interacción) que alguno de los otros para el dato “Edad”.

Dato “País de nacimiento”

Para el dato “País de nacimiento”, primeramente se obtuvo la media de los errores de interacción de todos los sujetos para cada tipo de objeto de interacción, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 124.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	1,250	2,149	0,000
Lista desplegable	0,000	0,000	0,000
Radiobutton	0,750	1,860	0,000

Tabla 124. Estadísticas básicas de los errores de interacción por objeto de interacción (dato “País de nacimiento”) en el experimento 9.5.1

En la Figura 49 se pueden observar los histogramas correspondientes a los errores de interacción para el dato “País de nacimiento”, uno por cada tipo de objeto de interacción.

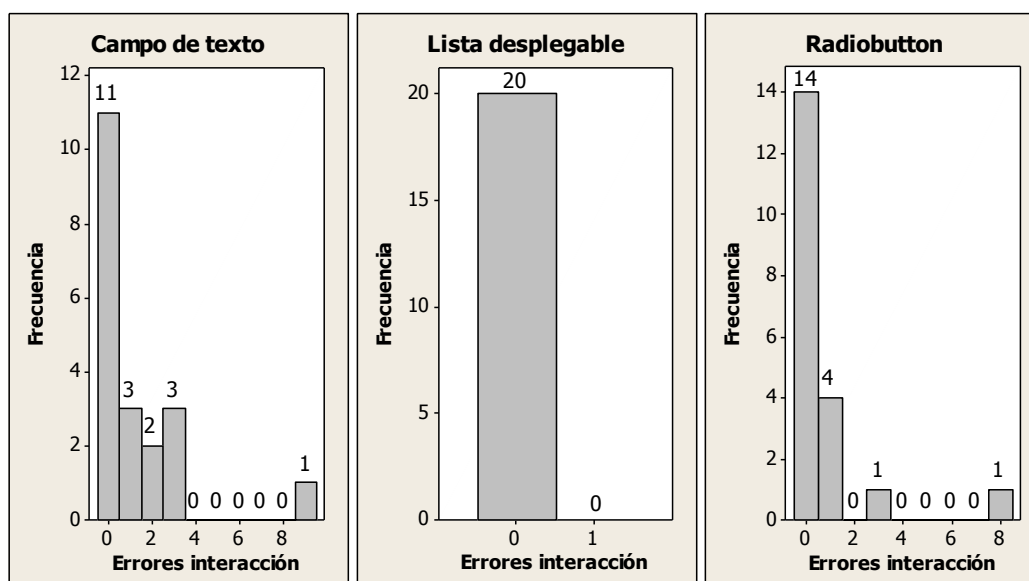


Figura 49. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato “País de nacimiento”) en el experimento 9.5.1

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 125), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Campo de texto	<0,005
Lista desplegable	NA*
Radiobutton	<0,005

* Debido a que todos los valores son 0 (ningún error de interacción) para las listas desplegables, no se puede hallar p.

Tabla 125. Test de normalidad de los errores de interacción por tipo de objeto de interacción (dato “País de nacimiento”) en el experimento 9.5.1

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,004$ ($< 0,05$; $H(2) = 11,11$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que alguno de los objetos de interacción es mejor (en términos de errores de interacción) que alguno de los otros para el dato “País de nacimiento”.

Dato “Provincia de la vivienda habitual”

Para el dato “Provincia de la vivienda habitual”, primeramente se obtuvo la media de los errores de interacción de todos los sujetos para cada tipo de objeto de interacción, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 126.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	0,150	0,671	0,000
Lista desplegable	0,150	0,3663	0,000
Radiobutton	0,750	2,673	0,000

Tabla 126. Estadísticas básicas de los errores de interacción por objeto de interacción (dato “Provincia de la vivienda habitual”) en el experimento 9.5.1

En la Figura 50 se pueden observar los histogramas correspondientes a los errores de interacción para el dato “Provincia de la vivienda habitual”, uno por cada tipo de objeto de interacción.

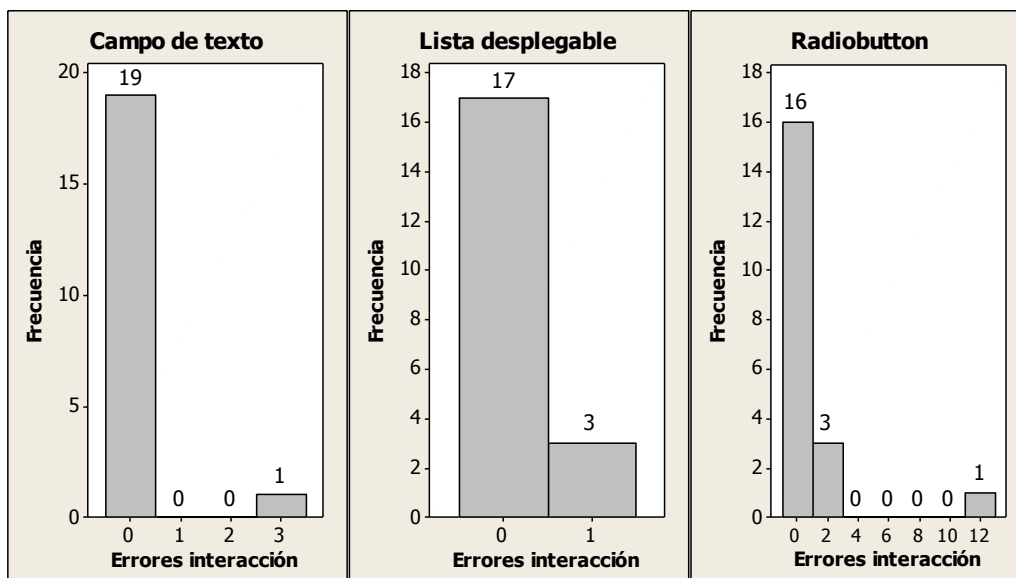


Figura 50. Histogramas de errores de interacción en función del tipo de objeto de interacción (dato “Provincia de la vivienda habitual”) en el experimento 9.5.1

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 127), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Campo de texto	<0,005
Lista desplegable	<0,005
Radiobutton	<0,005

Tabla 127. Test de normalidad de los errores de interacción por tipo de objeto de interacción (dato “Provincia de la vivienda habitual”) en el experimento 9.5.1

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,395$ ($> 0,05$; $H(2) = 1,86$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que alguno de los objetos de interacción sea mejor (en términos de errores de interacción) que alguno de los otros para el dato “Provincia de la vivienda habitual”.

Resumen

A modo de resumen, en la Tabla 128 se muestra una comparativa de la significación estadística para cada dato respecto al número de errores de interacción.

	p-valor
	Nº Errores interacción
Sexo	0,000
Edad	0,073
País de nacimiento	0,004
Provincia de la vivienda habitual	0,395

Tabla 128. Significación estadística (p-valores) de cada dato para cada una de las métricas de la eficacia en el experimento 9.5.1

A la vista de los resultados, es posible afirmar que en todos los casos hay significación estadística en cuanto a la eficacia, salvo para el dato “Provincia de la vivienda habitual”.

Eficiencia

En el caso de la eficiencia, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en introducir cada dato con cada uno de los tipos de objetos de interacción. A continuación se exponen los resultados obtenidos para cada uno de los datos.

Dato “Sexo”

Lo primero que se obtuvo fue la media, la desviación estándar y la mediana del tiempo tardado en introducir el dato “Sexo” en cada tipo de objeto de interacción (Tabla 129).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	6,75	2,633	6,5
Lista desplegable	3,40	1,273	3,5
Radiobutton	3,20	0,951	3,0

Tabla 129. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato “Sexo”) en el experimento 9.5.1

En la Figura 51 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de objetos de interacción. Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

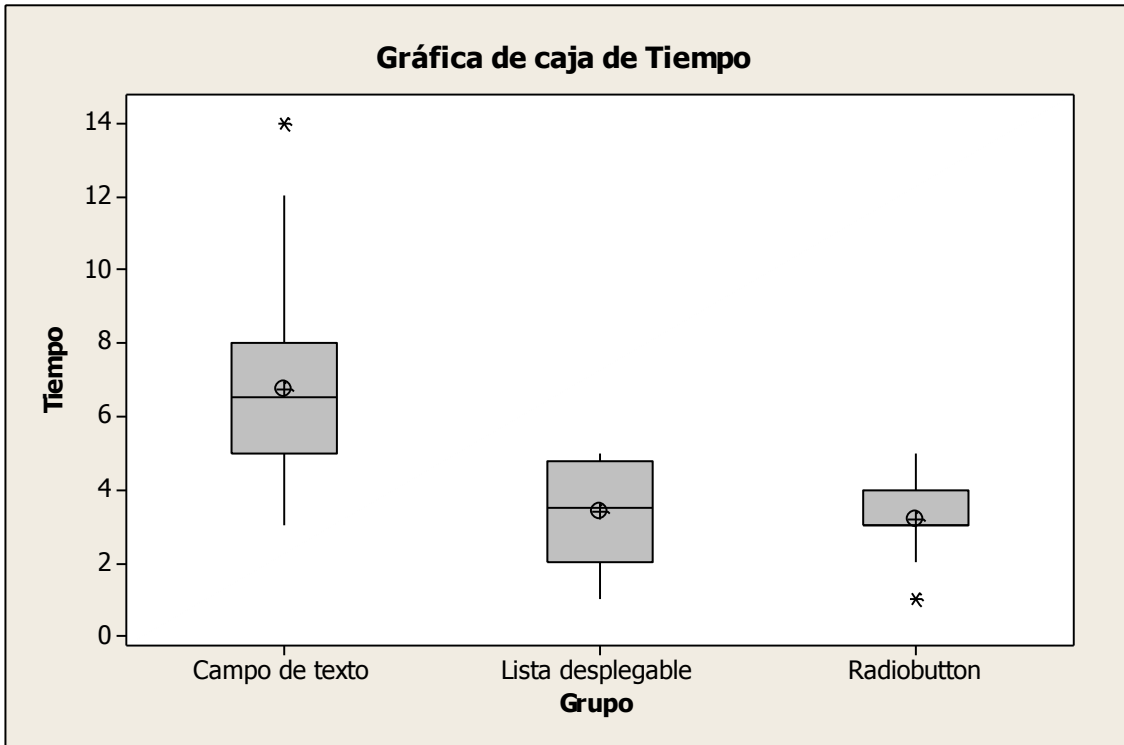


Figura 51. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "Sexo") en el experimento 9.5.1

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 130.

	p
Campo de texto	0,027
Lista desplegable	0,031
Radiobutton	<0,005

Tabla 130. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato "Sexo") en el experimento 9.5.1

Tal y como se puede apreciar, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(2) = 28,76$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que alguno de los objetos de interacción es mejor (en términos de eficiencia) que alguno de los otros para el dato "Sexo".

Dato "Edad"

Lo primero que se obtuvo fue la media, la desviación estándar y la mediana del tiempo tardado en introducir el dato "Edad" en cada tipo de objeto de interacción (Tabla 131).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	4,70	1,031	4,5
Lista desplegable	7,10	1,744	6,5
Radiobutton	7,95	1,276	8,0

Tabla 131. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1

En la Figura 52 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de objetos de interacción.

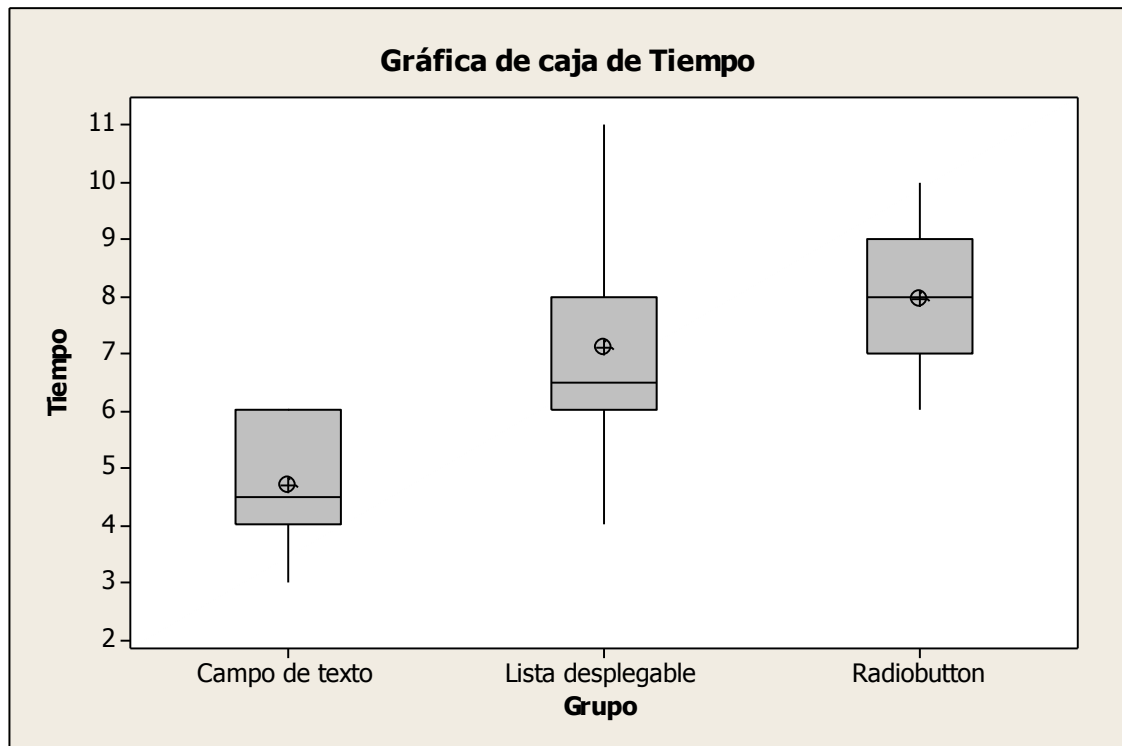


Figura 52. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 132.

	p
Campo de texto	<0,005
Lista desplegable	0,036
Radiobutton	0,031

Tabla 132. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato "Edad") en el experimento 9.5.1

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(2) = 32,28$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que alguno de los objetos de interacción es mejor (en términos de eficiencia) que alguno de los otros para el dato "Edad".

Dato "País de nacimiento"

Lo primero que se obtuvo fue la media, la desviación estándar y la mediana del tiempo tardado en introducir el dato "País de nacimiento" en cada tipo de objeto de interacción (Tabla 133).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	14,55	10,730	9,0
Lista desplegable	10,70	3,827	10,0
Radiobutton	11,00	3,195	10,0

Tabla 133. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato "País de nacimiento") en el experimento 9.5.1

En la Figura 53 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de objetos de interacción. Los valores atípicos (mostrados con un "x" en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 134.

	p
Campo de texto	<0,005
Lista desplegable	<0,005
Radiobutton	0,036

Tabla 134. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato "País de nacimiento") en el experimento 9.5.1

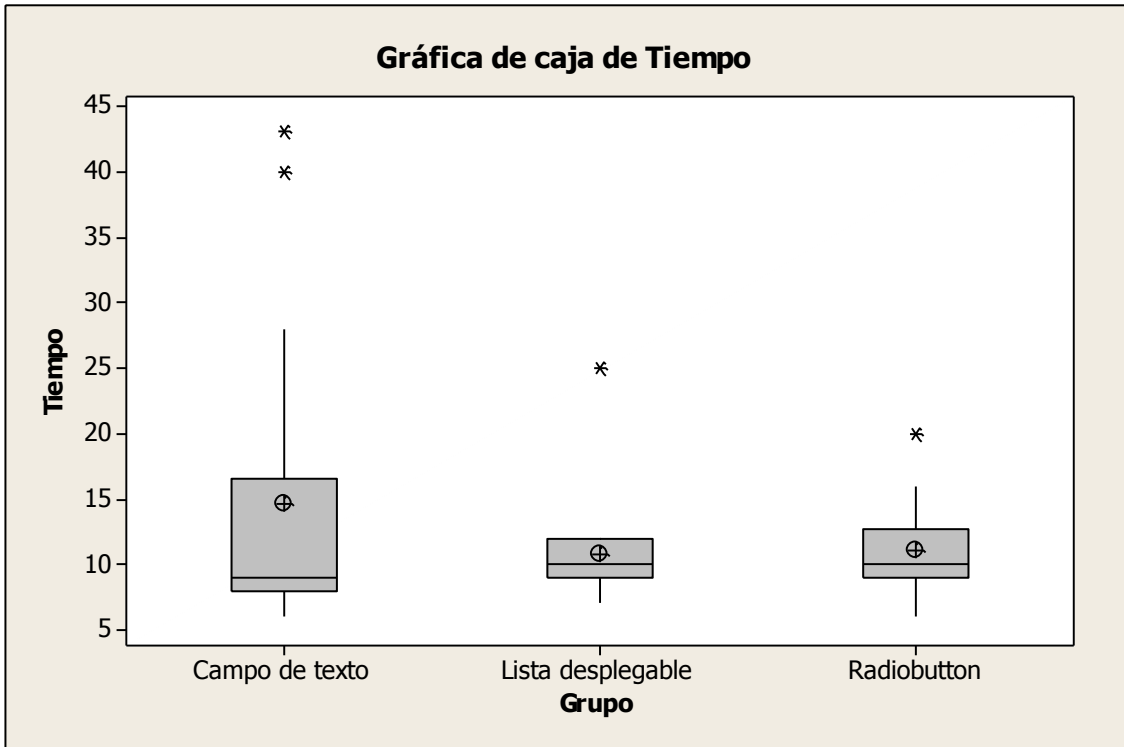


Figura 53. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "País de nacimiento") en el experimento 9.5.1

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,899$ ($> 0,05$; $H(2) = 0,21$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los objetos de interacción sea mejor (en términos de eficiencia) que alguno de los otros para el dato "País de nacimiento".

Dato "Provincia de la vivienda habitual"

Lo primero que se obtuvo fue la media, la desviación estándar y la mediana del tiempo tardado en introducir el dato "Provincia de la vivienda habitual" en cada tipo de objeto de interacción (Tabla 135).

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Campo de texto	6,50	3,692	5,5
Lista desplegable	7,00	1,076	7,0
Radiobutton	6,55	2,781	6,0

Tabla 135. Estadísticas básicas de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato "Provincia de la vivienda habitual") en el experimento 9.5.1

En la Figura 54 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), dividido por los distintos tipos de objetos de interacción.

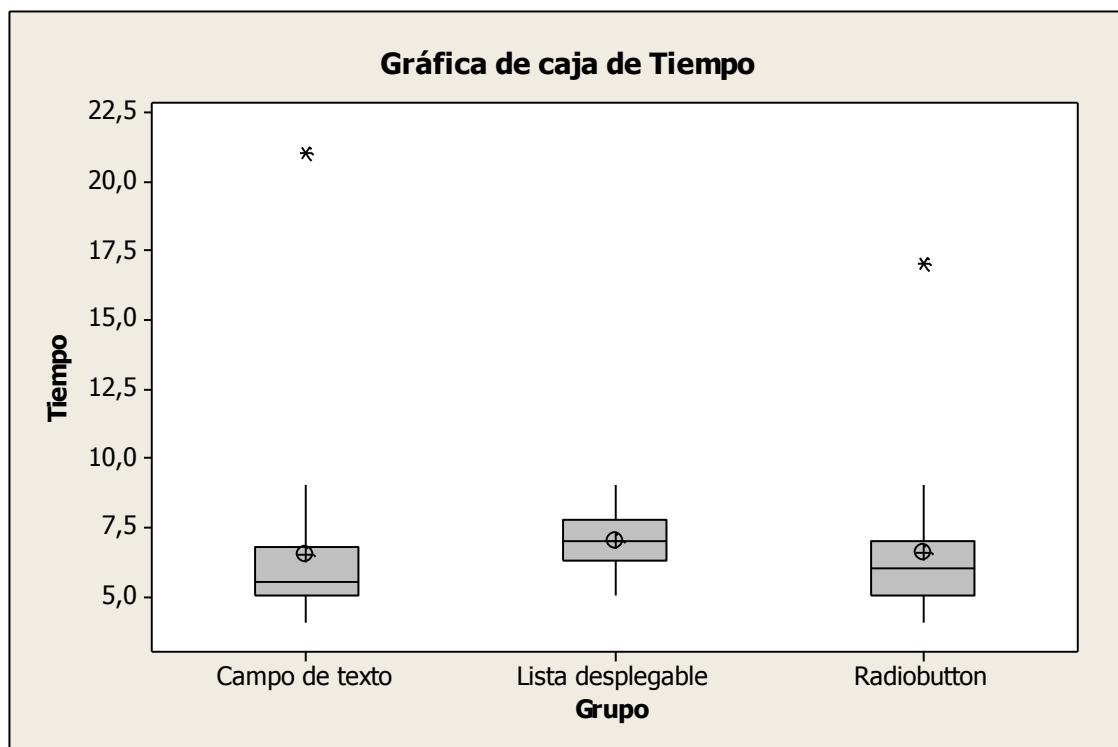


Figura 54. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de objetos de interacción (dato "Provincia de la vivienda habitual") en el experimento 9.5.1

Los valores atípicos (mostrados con un " * " en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 136.

	p
Campo de texto	<0,005
Lista desplegable	0,007
Radiobutton	<0,005

Tabla 136. Test de normalidad de la eficiencia por tipo de objeto de interacción (dato "Provincia de la vivienda habitual") en el experimento 9.5.1

Tal y como se puede apreciar en la tabla anterior, los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), por lo que se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,012$ ($< 0,05$; $H(2) = 8,86$), de lo que se deduce que los resultados

son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que alguno de los objetos de interacción es mejor (en términos de eficiencia) que alguno de los otros para el dato “Provincia de la vivienda habitual”.

Resumen

En la Tabla 137 se muestra una comparativa con la significación estadística respecto a la eficiencia, para cada dato.

	Eficiencia (p-valor)
Sexo	0,000
Edad	0,000
País de nacimiento	0,899
Provincia de la vivienda habitual	0,012

Tabla 137. Significación estadística (p-valores) de cada dato para la eficiencia en el experimento 9.5.1

A la vista de los resultados, es posible afirmar que en todos los casos hay significación estadística en cuanto al tipo de objeto de interacción sobre la eficiencia, salvo para el dato “País de nacimiento”.

Satisfacción

Por último, para valorar la **satisfacción** se analizaron las encuestas que realizaron los sujetos. En este sentido se valoraron las respuestas a varias preguntas, que fueron las siguientes:

- ¿Cómo de adecuado le parece cada objeto de interacción para cada dato?
- ¿Qué objeto de interacción le ha parecido más cómodo para introducir cada dato?
- ¿Qué grado de conformidad tiene con la siguiente afirmación?: En un dispositivo móvil los elementos de entrada adecuados para cada caso (radiobutton, campos de texto, etc.) deberían ser iguales que en un PC; es decir, lo que es más adecuado en un PC para un determinado caso (tipo de dato a introducir), también lo es en un dispositivo móvil.

Además, se pidió que se justificaran las dos últimas preguntas con una respuesta libre.

Por último, para poder comprobar si los datos introducidos durante el experimento eran correctos en cada caso, también se les pidió rellenar (escrito en papel) todos y cada uno de los datos que habían introducido de manera electrónica.

Las respuestas a las dos primeras preguntas se midieron cuantitativamente en una escala Likert de 0 a 5, donde 0 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. En la Tabla 138 se muestran las estadísticas básicas (media y desviación estándar) de los resultados de la primera respuesta de todos los sujetos para cada tipo de dato.

	Adecuación del campo de texto		Adecuación de la lista desplegable		Adecuación del radiobutton	
	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar	Media (0-5)	Desviación estándar
Sexo	0,65	1,182	4,05	1,234	4,85	0,3663
Edad	3,75	1,372	3,70	0,923	2,20	1,765
País de nacimiento	2,50	1,504	4,35	0,745	2,50	1,701
Provincia de la vivienda habitual	2,55	1,538	4,45	0,686	2,60	1,635

Tabla 138. Estadísticas básicas de satisfacción (media y desviación estándar) por tipo de objeto de interacción según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento 9.5.1

En cuanto a la segunda pregunta, se muestra en la Tabla 139 el número de usuarios que respondieron cada opción.

	El campo de texto es el objeto de interacción más cómodo	La lista desplegable es el objeto de interacción más cómodo	El radiobutton es el objeto de interacción más cómodo
Sexo	0	7	13
Edad	8	11	1
País de nacimiento	2	17	1
Provincia de la vivienda habitual	1	17	2

Tabla 139. Estadísticas básicas de satisfacción (número de usuarios que respondieron cada opción) por tipo de objeto de interacción según la encuesta realizada a los usuarios tras el experimento 9.5.1

En cuanto a las respuestas libres que justificaban las respuestas a la segunda pregunta, el 63,16% de los usuarios justificó que el radiobutton es el mejor de los elementos para introducir el dato “Sexo” porque son pocas opciones posibles y evita tener que desplegar una lista, por lo que el número de clics para seleccionar una opción es más reducido.

Con respecto a la Edad, las opiniones están divididas: El 47,37% justificó que es preferible utilizar una lista desplegable puesto que los posibles valores están acotados, y el uso de una lista de radiobuttons supondría tener que recorrer toda la lista (moviendo la pantalla) hasta encontrar la opción deseada; mientras que el 36,84% respondió que es preferible utilizar

un campo de texto puesto que así no sería necesario tener que recorrer una lista tan grande (ya sea desplegable o de radiobuttons).

En cuanto al País de nacimiento, el 26,32% justifica que es preferible una lista desplegable puesto que son muchos elementos predefinidos y así no habría que mover toda la pantalla (como con los radiobuttons) hasta encontrar el elemento deseado. También el 26,32% destacó que es fácil buscar elementos en una lista cuando ésta está ordenada alfabéticamente.

Por último, para la Provincia de la vivienda habitual, el 31,58% justificó que una lista desplegable proporciona más comodidad puesto que los elementos tienen un valor acotado y de esta forma no ocuparían mucho espacio en pantalla, ya que la lista aparece solamente mientras se está usando. También el 26,32% de los usuarios respondió, al igual que en el caso anterior, que es preferible una lista desplegable puesto que son muchos elementos predefinidos y así no habría que mover toda la pantalla (como con los radiobuttons) hasta encontrar el elemento deseado; y que es fácil buscar elementos en una lista cuando está ordenada alfabéticamente.

Con respecto a la tercera pregunta de la encuesta (“¿Qué grado de conformidad tiene con la siguiente afirmación?: En un dispositivo móvil los elementos de entrada adecuados para cada caso deberían ser iguales que en un PC”), la media de todas las respuestas fue de un 2,70 (en una escala del 0 al 5), con una desviación estándar de 1,49. Al parecer, el 52,63% de los usuarios estaban de acuerdo (al menos en parte) con la afirmación, ya que mencionaron que para la mayoría de situaciones los componentes más adecuados para un dispositivo móvil también lo son para un PC; pero pusieron algunas objeciones. Por ejemplo, el 26,32% indicó que escribir en un dispositivo móvil es más incómodo que en un PC; razonamiento apoyado por el 10,53% de los usuarios, que indicó que los PCs y los dispositivos móviles tienen distinto tamaño de pantalla y métodos de entrada (un PC tiene un ratón y un teclado, mientras que un dispositivo móvil se utiliza habitualmente con los dedos, con un stick o con un mini-teclado). En cuanto a los componentes concretos, el 15,79% indicó que una lista desplegable sería una buena opción cuando los valores a introducir están acotados (por ejemplo, valores numéricos pequeños), y el 10,53% desaconsejó el uso de radiobuttons en dispositivos móviles puesto que piensan que son difíciles de seleccionar, y es preferible una lista en ese caso.

3.3.9.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- Fijándose en la primera pregunta de la encuesta de satisfacción realizada a los usuarios (la adecuación de cada objeto de interacción a cada uno de los datos), se puede intuir siempre una cierta **preferencia** de los usuarios **por un componente en cada caso**. Esta preferencia es quizá menos evidente para los datos “Sexo” (donde la diferencia entre la preferencia de la lista desplegable o del radiobutton no está tan clara) y “Edad” (donde la diferencia entre la preferencia del campo de texto o de la lista desplegable no es tan evidente). En el primer caso, esto puede deberse a que hay muy pocos valores posibles para elegir (es decir, el rango está muy acotado), por lo que probablemente el uso de una lista desplegable y de unos radiobuttons no será muy diferente, ni en tiempo, ni en comodidad. En cuanto al segundo caso, la razón podría ser que al tratarse de un valor corto (típicamente uno o dos dígitos), el campo de texto no sería tan incómodo de utilizar como para introducir otros datos. Sin embargo, el radiobutton sí sería incómodo porque habría que hacer demasiado scroll (hay muchos posibles valores) para seleccionar el valor correcto y después pulsar el botón “Aceptar”.
- En cuanto a la segunda pregunta de la encuesta de satisfacción (objeto de interacción más adecuado para cada dato), también se puede observar claramente una cierta **preferencia** de los usuarios **por un determinado componente para cada caso**. Esta preferencia es quizá menos evidente para el dato “Edad”, ya que 8 usuarios prefieren el campo de texto y 11 prefieren la lista desplegable; aunque aun así podría decirse que hay más usuarios que prefieren la lista desplegable en este caso.
- Atendiendo a las justificaciones dadas por los usuarios sobre la preferencia de cada componente para introducir cada dato, para los casos en los que hay unos **valores concretos bien definidos** (tales como países, provincias o edades), los usuarios parecen preferir las **listas desplegables**. La utilización de una lista en lugar de un campo de texto en estos casos también tiene una ventaja adicional, tal y como expresaron algunos de los usuarios durante el experimento y en las encuestas, ya que hay ciertos caracteres (como la “ñ” de “España”) que no son muy intuitivos de escribir en un teclado de un dispositivo móvil (normalmente se encuentran “escondidos” en la propia tecla “n” o en la tecla de símbolos), lo que conlleva que el usuario tarde más tiempo en averiguar cómo escribir dicho símbolo que en seleccionar directamente un valor de una lista (esto se puede observar comparando los tiempos medios de un campo de texto y de una lista

en los países introducidos por los usuarios, ya que con un campo de texto tardaron más por este motivo).

- Las justificaciones de los usuarios sugieren que sólo cuando el **rango de valores** a seleccionar es **muy pequeño** (por ejemplo, para el sexo) y puede **mostrarse de una sola vez en pantalla**, prefieren usar **radiobuttons**.
- Con respecto a la tercera pregunta, no se ve una tendencia clara a aceptar o refutar la afirmación “En un dispositivo móvil los elementos de entrada adecuados para cada caso deberían ser iguales que en un PC”, ya que la media de todas las respuestas fue de un 2,70 en una escala de 0 a 5, y con una desviación estándar de 1,49. No obstante, el 52,63% de los usuarios coincidía (al menos en parte) con que **para la mayoría de situaciones que un componente sería adecuado en un PC también lo sería en un dispositivo móvil**. La diferencia en las puntuaciones se debe a los casos que cada uno de los usuarios pensó en concreto que cumplían o incumplían la afirmación (por ejemplo, para algunos usuarios los radiobuttons eran incómodos en dispositivos móviles, para otros las listas eran cómodas sólo para datos numéricos, etc.).
- Cabe mencionar en este punto que durante la realización del experimento se observó que **a algunos usuarios les costaba seleccionar ciertas opciones con el componente radiobutton**, debido a que les era difícil acertar a la hora de pulsar en la opción correcta, y muchas veces acababan seleccionando una opción equivocada. Estas dificultades se ponen de manifiesto en los resultados sobre los errores de interacción, donde se puede apreciar que existe un mayor número de estos en los componentes radiobutton que en las listas desplegables para los datos “Sexo”, “País de nacimiento” y “Provincia de la vivienda habitual”.
- Analizando los resultados de la eficacia (errores de interacción), se puede deducir que siempre hay un componente más eficaz que otro (para el dato “Edad”, esto se podría decir con un intervalo de confianza del 90%), salvo en el caso del dato “Provincia de la vivienda habitual”, en el cual no es posible determinar si un componente es más eficaz que alguno de los otros. Por otro lado, en cuanto a los resultados obtenidos sobre la eficiencia, se podría decir que siempre hay un componente más eficiente que los demás para introducir un determinado dato, con la excepción del dato “País de nacimiento”, para el cual no se puede determinar que ningún componente sea mejor que otro en términos de eficiencia. Teniendo en cuenta los anteriores resultados, se podría

deducir que para introducir cada dato **en un dispositivo móvil siempre hay algún componente más apropiado que otros**, ya sea en términos de eficacia, en términos de eficiencia o en ambos. Por lo tanto, comparando este razonamiento con **la hipótesis inicial** (“Existen unos objetos de interacción más adecuados que otros para interactuar en objetos docentes basados en web para dispositivos móviles”), podríamos decir que **se debería aceptar** y, por lo tanto, **la directriz inicial debería quedar enunciada tal cual** estaba originalmente, por lo que ésta existiría igualmente en el conjunto de directrices para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

Como futuro trabajo, se podría intentar obtener unas directrices sobre qué componente es mejor que otro para introducir cada tipo de dato mediante un dispositivo móvil, y comparar estos resultados con los de la ISO 9241-14 (diálogos de menú), la ISO 9241-16 (diálogos de manipulación directa) y la ISO 9241-17 (diálogos de relleno de formulario).

3.3.10. Experimento 10: Directriz 9.6.6.

El último experimento llevado a cabo fue para comprobar si la directriz 9.6.6. de la ISO 9241-151 puede ser aplicable a objetos docentes basados en web para m-learning o si, por el contrario, para ello la directriz debería ser eliminada o modificada. En adelante, nos referiremos a este experimento como “Experimento 9.6.6”.

3.3.10.1. Hipótesis

La directriz 9.6.6. trata sobre el tamaño adecuado del texto en las páginas web de PC, y afirma que dicho tamaño debería poder ser variable por el usuario, utilizando las funciones proporcionadas por el agente de usuario u otros medios apropiados.

El 43,75% de los expertos consultados en la evaluación experta respondieron que esta directriz podría no ser aplicable directamente a dispositivos móviles. El 62,50% de los expertos estaba de acuerdo (es decir, lo comentó expresamente) en que es importante que la web disponga de la opción que indica la directriz para ofrecer una visualización más agradable y cómoda. También comentaron que esto es imprescindible para responder a las necesidades y capacidades del usuario, que pueden depender de la agudeza visual del mismo e incluso del estado físico que tenga en cada momento. Esta afirmación la hizo el 77,78% de los expertos que opinó que la directriz sería aplicable directamente a dispositivos móviles. No obstante, esta afirmación tiene una vertiente con la que coinciden el 42,86% de los expertos que respondieron lo contrario (es decir, que la directriz no sería aplicable directamente a

dispositivos móviles); y es que hay que tener en cuenta que la visualización será menos cómoda en dispositivos móviles que en un PC, ya que los primeros tienen una pantalla de menor tamaño que estos últimos, por lo que, si se tiene en cuenta esta premisa, la directriz podría cambiar. Por otro lado, un 28,57% de los expertos que opinó que esta directriz no sería aplicable directamente a dispositivos móviles justificó su decisión respondiendo que no tiene sentido que la web ofrezca esta opción, puesto que los navegadores móviles ofrecen la funcionalidad de hacer zoom. Por lo tanto, deberá comprobarse si es suficiente con la opción de zoom de los navegadores móviles o si, por el contrario, es preferible utilizar mecanismos proporcionados expresamente por la página web. En el primer caso, la directriz quedaría eliminada, puesto que no tendría sentido en dispositivos móviles, tal y como afirman algunos expertos; mientras que en el segundo caso la directriz se podría mantener o incluso retocar su enunciado con algún hallazgo adicional.

Tomando como cierta la directriz (tal y como opina el 56,25% de los expertos), habrá que comprobar si es preferible proporcionar mecanismos para ampliar y reducir el tamaño de la letra, o si es suficiente con los mecanismos de zoom que ya poseen la mayoría de los dispositivos móviles actuales. Se partirá, por tanto, de la siguiente hipótesis para plantear el experimento: “El usuario debería poder redimensionar el texto del objeto docente basado en web desde dispositivos móviles mediante mecanismos proporcionados por la propia página web”.

3.3.10.2. Planteamiento del experimento

Para comenzar, se piensa en hacer un análisis sobre diferentes dispositivos móviles para comprobar si disponen de algún mecanismo para redimensionar el texto, ya que de lo contrario el experimento no tendría sentido y la directriz sería aplicable directamente en dispositivos móviles; puesto que si los dispositivos móviles no disponen de tales mecanismos, la única opción que quedaría para que el usuario pudiera redimensionar el texto sería implementar esta funcionalidad en la propia página web.

Una vez llevado a cabo lo anterior, si se comprueba que los dispositivos móviles están preparados para redimensionar el texto de una página web, entonces se debería estudiar (con usuarios) la diferencia (en cuanto a la usabilidad) de utilizar esos mecanismos u otros implementados en la propia página web en dispositivos móviles.

Por lo tanto, el experimento constará a su vez de dos partes:

- Parte 1: Experimento con dispositivos móviles.

- Parte 2: Experimento con usuarios.

A continuación se explican detalladamente los planteamientos de cada una de las partes.

Parte 1: Experimento con dispositivos móviles

En este primer experimento se darán respuestas a ciertas preguntas que pueden resultar interesantes acerca de la disponibilidad de mecanismos para redimensionar el texto de páginas web (es decir, el contenido de un objeto docente basado en web) en dispositivos móviles. Para ello se diseñará una página web simple que contendrá un texto con dos enlaces: uno que disminuye el tamaño de la letra, y otro que lo aumenta. En cada uno de los dispositivos móviles elegidos como sujetos para esta parte del experimento se detectarán todos los tipos de mecanismos existentes en el dispositivo para redimensionar el texto, y se utilizarán también los enlaces mencionados anteriormente, todo ello para comprobar el comportamiento de la redimensión del texto en cada uno de los distintos tipos de mecanismos. Es conveniente aclarar en este punto que los dispositivos táctiles suelen disponer de mecanismos nativos para hacer zoom, tales como el *pinch zoom* (también denominado “pellizco”) o el *double tap* (doble clic sobre la pantalla).

Además, se respondería a la siguiente cuestión para cada uno de ellos:

- Al hacer zoom, ¿aparece scroll horizontal o se ajusta el texto al ancho de la pantalla del dispositivo móvil?

Adicionalmente a la pregunta anterior, se tomarán una serie de anotaciones que pueden resultar valiosas para obtener conclusiones posteriores acerca de los distintos mecanismos de redimensionamiento del texto (y su comportamiento) en los distintos sistemas operativos y navegadores móviles.

Parte 2: Experimento con usuarios

En caso de que la parte 1 obtenga como conclusión que los dispositivos móviles tienen capacidad de redimensionar el texto de una página web, se llevará a cabo esta segunda parte. En otro caso, esta segunda parte no tendría sentido y no sería necesario ejecutarla.

Para comprobar si la hipótesis planteada en el anterior apartado es válida, se diseñará un experimento en el que se podrá comparar la usabilidad de distintos mecanismos de redimensionamiento del texto (los propios del dispositivo y unos enlaces en la página web), mediante las métricas de la ISO 9241-11. Para ello, se diseñarán dos tipos de páginas web

(Figura 55), cada una de las cuales contendrá un texto y un par de enlaces para redimensionar el texto, con una única diferencia: en la primera el tamaño del texto por defecto es pequeño, y en la segunda es grande. El texto que se utilizará corresponde a un objeto docente sobre la Teoría de la Evolución, de Charles Darwin.

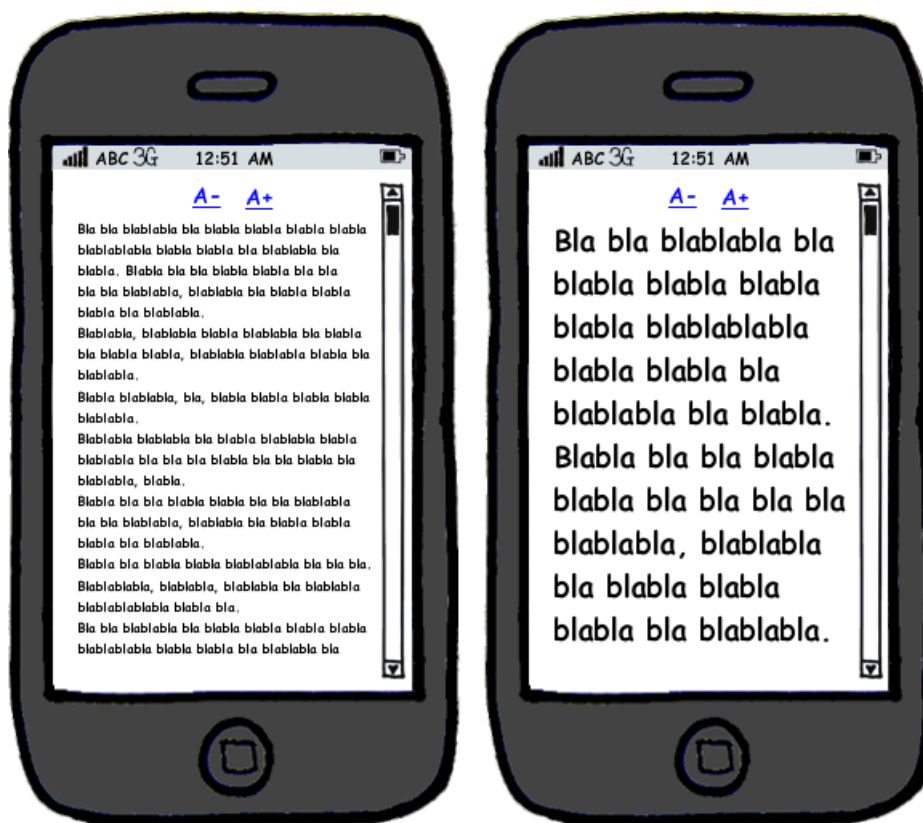


Figura 55. Prototipo de páginas web diseñadas para el experimento 9.6.6

En la primera página web el tamaño del texto por defecto (es decir, nada más abrir la página web) será pequeño, mientras que en la segunda será grande.

Una vez desarrollados los prototipos en páginas web reales, los usuarios deberán tratar de responder en cada momento una pregunta planteada por el conductor de la prueba, ya sea con el tamaño del texto (por defecto) pequeño o grande. De esta manera se podrá medir la **eficacia** de una forma objetiva, teniendo en cuenta si consigue realizar la tarea correctamente o no; es decir, si responde correctamente a la pregunta planteada en cada momento. También se tendrá en cuenta el número de errores cometidos; es decir, el número de veces que el usuario lee “de más” el fragmento de texto más leído. Esto se realizará una vez con un dispositivo táctil y otra vez con un dispositivo no táctil, a fin de detectar posibles distintos resultados en función del método de entrada de los dispositivos (es decir, es posible que para un dispositivo táctil sea preferible utilizar un mecanismo; y para los no táctiles, otro). Además,

cada uno de estos casos se repetirá dos veces: la primera vez se dejará al usuario que decida intuitivamente el mecanismo que desea utilizar para redimensionar el texto, y la segunda vez se le comentará que tiene la opción de utilizar los enlaces de la página web para redimensionar el texto, por si acaso no los hubiera visto o utilizado la primera vez.

Otro de los parámetros a medir será el tiempo que tardan los usuarios en responder a la pregunta, ya sea de forma correcta o incorrecta. De esta forma se podría medir la **eficiencia**.

Por último, tras realizar el experimento, los usuarios rellenarán una encuesta (Anexo 9) de **satisfacción** en la que se les preguntará acerca de la comodidad de cada método de redimensionamiento (el zoom del dispositivo y los enlaces de la página web) a la hora de cambiar el tamaño del texto en cada tipo de dispositivo (táctil y no táctil). También se les preguntará por la eficiencia que perciben para cada método y tipo de dispositivo, con lo que se podrá medir la eficiencia subjetiva que perciben los usuarios, además de la objetiva que ya se mencionó anteriormente. Por otro lado, se pedirá a los usuarios que puntúen cada uno de los métodos con cada tipo de dispositivo para ser utilizados en m-learning; es decir, qué método preferirían utilizar para cada tipo de dispositivo cuando estuvieran aprendiendo con m-learning. Estas puntuaciones deberán justificarlas mediante una respuesta libre. Por último, se les pedirá que comenten las ventajas y desventajas que detectan personalmente en cada método.

Cada usuario realizará el experimento una vez con cada configuración (tamaño, por defecto, pequeño y grande) y dispositivo móvil (táctil y no táctil). Cada uno de estos casos se repetirá dos veces: una de forma intuitiva y otra con preaviso; es decir, notificando al usuario la existencia de los enlaces de redimensionamiento del texto, por si acaso no los hubiera visto o no los hubiera utilizado. Por lo tanto, de cada usuario se tomarán ocho muestras en total ($2 \times 2 \times 2 = 8$).

Para ir llevando a cabo el experimento con los usuarios, se creará una ficha de ejecución del experimento, donde estarán contenidos todos los tratamientos que habría que aplicar a cada usuario, y que serán previamente designados de forma aleatoria, de manera que se pueda mitigar el posible efecto de variables no controladas.

3.3.10.3. Realización

Tal y como se indicó anteriormente, el experimento se compone a su vez de dos partes, por lo que a continuación se explica la ejecución de cada una de ellas por separado.

Parte 1: Experimento con dispositivos móviles

Para llevar a cabo la primera parte del experimento se recopilaron distintos dispositivos móviles, de diversas marcas y modelos, con diferentes sistemas operativos, métodos de interacción (táctil, teclado) y tamaños de pantalla; y se procedió a analizar todas las cuestiones indicadas en el apartado *Planteamiento del experimento*. Los resultados se explican en el apartado *Resultados*.

Parte 2: Experimento con usuarios

Este experimento se llevó a cabo con 19 sujetos, de los cuales el 68,42% eran hombres y el 31,58% mujeres. El 47,37% de los sujetos tenían entre 18 y 24 años; el 36,84% tenía entre 25 y 34 años; y el 15,79% tenía más de 35 años. De todos ellos, el 42,11% se consideraba experto en el uso del móvil, así como otro 42,11% se consideraba de un nivel intermedio, y un 15,79% se consideraba novato. En cuanto al nivel de estudios, el 21,05% de los sujetos tenían estudios de Bachillerato finalizados y estaban cursando una carrera; el 15,79% tenía estudios de módulo de grado superior; el 10,53% disponía de una diplomatura o ingeniería técnica; otro 10,53% tenía una licenciatura o ingeniería superior; el 36,84% disponía de un Máster y el 5,26% eran doctores.

Para llevar a cabo el experimento se utilizaron dos dispositivos móviles, cada uno con un método de interacción diferente: táctil y teclado. En concreto, se utilizaron un Apple iPhone 4 (con iOS 4.3.3) y una BlackBerry Curve 9360 (con RIM 7.0). La razón de utilizar dos dispositivos con distinto tipo de interacción es porque puede que los resultados del experimento varíen en función del método de interacción; es decir, puede que haya unos resultados para dispositivos táctiles y otros distintos para dispositivos con teclado. En todos los casos se utilizó el navegador web que trae el dispositivo por defecto; es decir, no se instaló ningún software adicional. Al igual que en los anteriores experimentos con usuarios, se grabó la interacción de los usuarios mediante una cámara web y un ordenador, para poder analizar los vídeos posteriormente.

Por cada usuario se grabaron ocho vídeos, uno por cada combinación tamaño del texto (por defecto, grande o pequeño), dispositivo móvil, y tipo de ejecución (es decir, intuitiva o habiéndosele avisado de la existencia de los enlaces A+ y A-).

Estos vídeos iban siendo grabados conforme se iba siguiendo la ficha de ejecución del experimento (es decir, no eran ejecutados en el mismo orden para todos los usuarios, sino aleatoriamente), mientras el usuario buscaba la respuesta a la pregunta que se le hacía en

cada momento. Una vez grabados todos los vídeos, el usuario respondía a la encuesta de satisfacción.

3.3.10.4. Resultados

Los resultados obtenidos se exponen a continuación, divididos en las dos partes de las que ya se ha explicado que consta este experimento.

Parte 1: Experimento con dispositivos móviles

Los resultados que se obtuvieron tras comprobar cada una de las cuestiones en los diferentes dispositivos móviles pueden verse en la Tabla 140.

Marca y Modelo	Sistema operativo	Modo de entrada	P1	P2	P3
Samsung Omnia W	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
HTC Wildfire	Android 2.3.5	Dedo	Sí	Pinch zoom	A
				Double tap	A
				A+ y A-	A
iPhone 4	iOS 4.3.3	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
BlackBerry Curve 9360	RIM 7.0	Teclado	Sí	Alt + touchpad (u opción Zoom del menú)	S
				A+ y A-	A
BlackBerry Torch 9860	RIM 7.0	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
Samsung Galaxy Mini	Android 2.3.6	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	S
				A+ y A-	A
LG L3 E400	Android 2.3.6	Dedo	Sí	Pinch zoom	A
				Double tap	S
				A+ y A-	A
Nokia Lumia 610	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
Nokia Lumia 710	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
Sony Xperia U	Android 2.3.7	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
Samsung Galaxy SIII	Android 4.1.1	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	S
				A+ y A-	A
Samsung Galaxy Nexus	Android 4.1.1	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	S
				A+ y A-	A
Samsung Galaxy S	Android 4.2.1	Dedo	Sí	Pinch zoom	S

				Double tap	S
				A+ y A-	S
Nokia Asha 302	Symbian S40	Teclado	Sí	A+ y A-	S
				Propio navegador	S
BlackBerry Curve 9300	BlackBerry OS 6.0	Teclado	Sí	Alt + touchpad (u opción Zoom del menú)	S
				A+ y A-	A
HTC Magic	Android 2.2.1	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
HTC Radar	Windows Phone 7.5	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
HTC Desire	Android 2.2	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A
iPad 2 3G	iOS 4.3	Dedo	Sí	Pinch zoom	S
				Double tap	A
				A+ y A-	A

P1: ¿Es posible hacer zoom?

P2: Suponiendo que es posible hacer zoom, ¿cuáles son los métodos para hacerlo?

P3: Suponiendo que es posible hacer zoom, ¿aparece el scroll horizontal (S) o se ajusta el texto (A)?

Tabla 140. Resultados de la Parte 1 del experimento 9.6.6

Resumiendo, el 100% de los dispositivos móviles que se utilizaron para la primera parte del experimento permiten hacer zoom, como mínimo, de una forma posible.

En la Tabla 141 se muestran resumidos los diferentes tipos de redimensionamiento que soportan los dispositivos móviles en los que se ha probado, en valores absolutos y en porcentajes.

Modo para hacer zoom	N	%
Pinch zoom	16	29,63%
Double tap	16	29,63%
A+ y A-	19	35,19%
Combinación de teclas	2	3,70%
Propio navegador	1	1,85%
Total	54	100,00%

Tabla 141. Reparto de los distintos tipos de redimensionamiento en los dispositivos móviles utilizados para la parte 1 del experimento 9.6.6

Por otro lado, en la Tabla 142 se muestran las veces que estos tipos de redimensionamiento provocan que aparezca scroll horizontal al utilizarlos y, por el contrario, las veces en las que el texto se ajusta al ancho de la pantalla.

Modo para hacer zoom	Aparece scroll horizontal		Se ajusta el texto	
	N	%	N	%
Pinch zoom	14	87,50%	2	12,50%
Double tap	5	31,25%	11	68,75%
A+ y A-	2	10,53%	17	89,47%
Combinación de teclas	2	100,00%	0	0,00%
Propio navegador	1	100,00%	0	0,00%
Total	24	44,44%	30	55,56%

Tabla 142. Resultados de las veces en los que aparece scroll horizontal y en las que se ajusta el texto a la pantalla para cada tipo de redimensionamiento en los dispositivos móviles utilizados en la parte 1 del experimento 9.6.6

Tal y como puede observarse en los resultados anteriores, todos los dispositivos móviles utilizados para el experimento tienen algún soporte para redimensionar el texto, por lo cual se llevará a cabo la parte 2 del experimento.

Parte 2: Experimento con usuarios

Para comenzar, se estudiaron algunos datos básicos sobre la diferencia entre la parte intuitiva del experimento y la parte en la que los usuarios ya sabían de la existencia de los enlaces A+ y A-. Más adelante, la diferencia en la usabilidad de cada configuración (es decir, utilizar los mecanismos de zoom propios del dispositivo o utilizar los enlaces A+ y A- proporcionados en la propia página web) se midió desde tres perspectivas diferentes, las cuales se exponen a continuación de los datos básicos mencionados.

Datos básicos

Se comprobarán los datos básicamente en dos sentidos: la comparación de la utilización de los diferentes métodos (zoom y enlaces A+ y A-) en las distintas partes del experimento, y la comparación en estas partes en cuanto al número de errores cometidos.

Comparativa del uso de los métodos en las diferentes partes del experimento

Para comenzar, en la Tabla 143 se muestra el número de zooms y número de enlaces A+ y A- totales utilizados para cada una de las partes del experimento, es decir, la parte intuitiva (1ª parte) y la parte con aviso de la existencia de los enlaces A+ y A- (2ª parte).

	A+ y A-				Zooms			
	1ª parte		2ª parte		1ª parte		2ª parte	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Dispositivo táctil	36	35,29	66	64,71	46	82,14	10	17,86
Dispositivo no táctil	30	34,88	56	65,12	15	93,75	1	6,25
Total	66	35,11	122	64,89	61	84,72	11	15,28

Tabla 143. Datos básicos sobre el número de zooms y número de enlaces A+ y A- utilizados por los usuarios en cada una de las partes del experimento 9.6.6

El hecho de que existan más utilizaciones de los enlaces A+ y A- en la segunda parte que en la primera, tanto para dispositivos táctiles como para los no táctiles, puede deberse a dos motivos:

- Es más cómodo para los usuarios utilizar los enlaces A+ y A- que el zoom del dispositivo.
- Inicialmente (en la primera parte) no vieron intuitivamente los enlaces A+ y A- hasta que se les avisó de su existencia (en la segunda parte).

Por el contrario, el número de usos de zoom es menor en la segunda parte que en la primera. Esto puede deberse también a los motivos mencionados anteriormente, sobre los que se volverá más adelante (en el apartado 3.3.10.5).

Para comprobar si hay significación estadística en estos datos hay que realizar un análisis estadístico, y para determinar cuál sería el adecuado, primero se realizó un test de normalidad a los datos. Los resultados se pueden observar en la Tabla 144.

	p	
	Zooms	A+ y A-
Primera parte	<0,005	<0,005
Segunda parte	<0,005	<0,005

Tabla 144. Test de normalidad del número de zooms y enlaces A+ y A- utilizados en cada parte del experimento 9.6.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. Para el número de zooms utilizados, el test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,000$ ($< 0,05$; $H(1) = 12,60$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que la diferencia en uso del número de zooms entre la primera parte y la segunda del experimento es significativa. Por otro lado, para el número de enlaces A+ y A- utilizados, el test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,001$ ($< 0,05$; $H(1) = 11,41$),

de lo que se deduce que los resultados también son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que la diferencia en uso del número de enlaces A+ y A- entre la primera parte y la segunda del experimento también es significativa.

Comparativa del número de errores en cada una de las partes del experimento

El número de errores en realidad es una medida de eficacia, pero se ha decidido separar este apartado porque no es el objetivo que se desea estudiar en el experimento, sino que son datos básicos adicionales que quizá puedan servir para obtener alguna conclusión.

En la Tabla 145 se muestra el número de errores cometidos por los usuarios en cada una de las partes del experimento.

	Nº errores			
	1ª parte		2ª parte	
	N	%	N	%
Dispositivo táctil	7	77,78	2	22,22
Dispositivo no táctil	8	80,00	2	20,00
Total	15	78,95	4	21,05

Tabla 145. Datos básicos sobre el número de errores cometidos por los usuarios en cada una de las partes del experimento 9.6.6

El número de errores en la primera parte del experimento fue mayor que en la segunda, de lo que se puede deducir que cuando los usuarios se percatan de la existencia de los enlaces A+ y A- cometen menos errores que cuando no saben de su existencia.

Para comprobar si esto tiene significación estadística, habrá que aplicar un método de análisis, y para determinar el más adecuado es necesario realizar primero un test de normalidad (Tabla 146).

	p
Primera parte	<0,005
Segunda parte	<0,005

Tabla 146. Test de normalidad del número de errores cometidos en cada parte del experimento

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,019$ ($< 0,05$; $H(1) = 5,53$), de lo que se deduce que los resultados son estadísticamente significativos, por lo que se puede afirmar que la diferencia en el número de errores entre la primera parte y la segunda del experimento es significativa.

Eficacia

Para medir la **eficacia**, tal y como se mencionó anteriormente, se estudió si el usuario fue capaz de realizar la tarea o no (es decir, si respondió correctamente a la pregunta planteada), y se contabilizó el número de errores, que cometió en la lectura hasta encontrar la respuesta (es decir, el número de veces extra que tuvo que leer el fragmento de texto más leído). Por lo tanto, la eficacia será una combinación de ambos resultados.

Nótese que, en adelante, los casos en los que los usuarios no utilizaron ninguno de los métodos de redimensionamiento no se han tenido en cuenta, ya que no es objeto de este experimento comparar la utilización de técnicas de redimensionamiento en contraposición al caso de no utilizarlas, puesto que se da por hecho que hay que permitir siempre al usuario la opción de redimensionarlo de una forma u otra, debido a lo que ya comentaron los expertos consultados, y es que el usuario puede tener problemas de visión o simplemente desear redimensionar el texto en un momento determinado. Resumiendo, la cuestión que se está estudiando aquí es cuál de las técnicas es mejor en cuanto a la eficacia, no la comparativa entre su utilización o no.

A continuación se exponen los resultados sobre cada uno de los parámetros de la eficacia explicados anteriormente (capacidad de realizar la tarea y número de errores).

Resultados sobre la capacidad de realizar la tarea

En la Tabla 147 pueden apreciarse los datos sumativos correspondientes a la capacidad de responder correctamente a la pregunta en función del método de redimensionamiento utilizado.

	Respondió correctamente		No respondió correctamente	
	N	%	N	%
Utilizando sólo el propio zoom del dispositivo	72	93,51	5	6,49
Utilizando sólo los enlaces A+ y A-	25	92,59	2	7,41
Utilizando tanto el zoom del dispositivo como los enlaces A+ y A-	3	75	1	25
Total	100	92,59	8	7,41

Tabla 147. Datos sumativos sobre la capacidad de realizar la tarea (responder correctamente a la pregunta), por método de redimensionamiento utilizado en el experimento 9.6.6

Resultados sobre el número de errores

Primeramente se obtuvo la media de los errores de todos los sujetos para cada método de redimensionamiento que utilizaron, así como la desviación estándar y la mediana correspondientes, y los resultados se muestran en la Tabla 148.

	Media (Nº errores)	Desviación estándar	Mediana
Utilizando sólo el propio zoom del dispositivo	0,1299	0,3384	0,0000
Utilizando sólo los enlaces A+ y A-	0,0741	0,2669	0,0000
Utilizando tanto el zoom del dispositivo como los enlaces A+ y A-	0,2500	0,5000	0,0000

Tabla 148. Estadísticas básicas del número de errores por método de redimensionamiento utilizado en el experimento 9.6.6

En la Tabla 149 se exponen los datos sumativos correspondientes al número de errores en función del método de redimensionamiento utilizado.

	Sin errores		1 Error	
	N	%	N	%
Utilizando sólo el propio zoom del dispositivo	67	87,01	10	12,99
Utilizando sólo los enlaces A+ y A-	25	92,59	2	7,41
Utilizando tanto el zoom del dispositivo como los enlaces A+ y A-	3	75	1	25
Total	95	87,96	13	12,04

Tabla 149. Datos sumativos del número de errores por método de redimensionamiento utilizado en el experimento 9.6.6

Posteriormente se realizó un test de normalidad a los datos (Tabla 150), para así poder determinar el método de análisis más adecuado.

	p
Utilizando sólo el propio zoom del dispositivo	<0,005
Utilizando sólo los enlaces A+ y A-	<0,005
Utilizando tanto el zoom del dispositivo como los enlaces A+ y A-	0,007

Tabla 150. Test de normalidad del número de errores por método de redimensionamiento utilizado en el experimento 9.6.6

Como los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,539$ ($> 0,05$; $H(2) = 1,24$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que la utilización de un método de redimensionamiento sea mejor (en cuanto a que se cometen menos errores) que cualquiera de los otros.

Resumiendo, a la vista de los resultados no se puede afirmar que ninguno de los métodos de redimensionamiento sea mejor que alguno de los otros en términos de eficacia, ya que no hay relevancia estadística en el número de errores, y además las estadísticas básicas de la capacidad para realizar la tarea (responder correctamente a la pregunta planteada) no

demuestran una gran diferencia entre los métodos. Lo único que se podría deducir, si acaso, es que es peor utilizar ambos métodos a la vez (es decir, el zoom del dispositivo y los enlaces A+ y A- de forma combinada); pero conviene recordar que esto no posee relevancia estadística y los datos utilizados en este caso son bastante escasos (únicamente 4), por lo que no se puede hacer la afirmación a ciencia cierta, y habría que tomarla con cautela.

Eficiencia

En el caso de la **eficiencia**, se analizó el tiempo que cada sujeto tardó en responder a la pregunta utilizando cada uno de los métodos de redimensionamiento.

Para comenzar, se obtuvo la media, la desviación estándar y la mediana del tiempo para cada método de redimensionamiento utilizado, y los resultados se muestran en la Tabla 151.

	Media (segundos)	Desviación estándar	Mediana
Utilizando sólo el propio zoom del dispositivo	77,22	55,98	60,00
Utilizando sólo los enlaces A+ y A-	80,74	45,45	78,00
Utilizando tanto el zoom del dispositivo como los enlaces A+ y A-	125,30	44,60	118,00

Tabla 151. Estadísticas básicas de la eficiencia por método de redimensionamiento utilizado en el experimento

9.6.6

En la Figura 56 se puede observar el gráfico de cajas correspondiente a la eficiencia (tiempo), para cada método de redimensionamiento utilizado. Los valores atípicos (mostrados con un “ x ” en el gráfico de cajas) no se deben a ningún hecho en concreto que haga que sean inválidos, por lo que se tendrán en cuenta para los análisis posteriores.

Tras realizar un test de normalidad a los datos, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 152.

	p
Utilizando sólo el propio zoom del dispositivo	<0,005
Utilizando sólo los enlaces A+ y A-	0,017
Utilizando tanto el zoom del dispositivo como los enlaces A+ y A-	0,414

Tabla 152. Test de normalidad de la eficiencia por método de redimensionamiento utilizado en el experimento

9.6.6

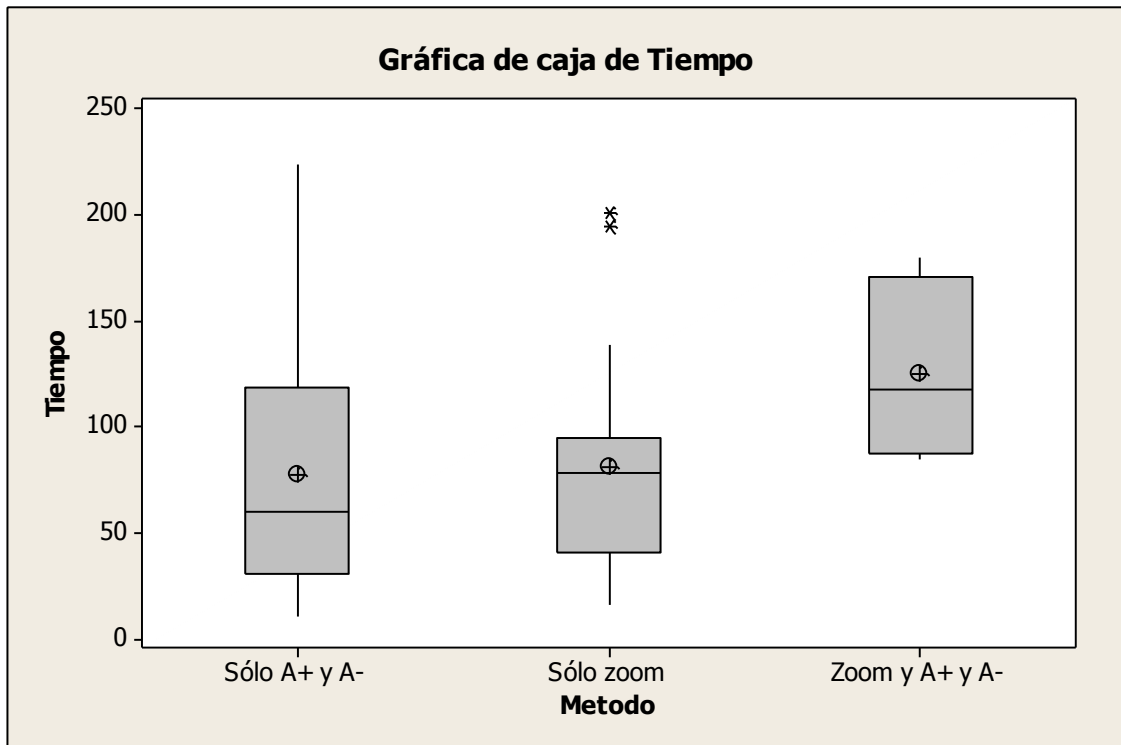


Figura 56. Gráfica de caja de tiempo (eficiencia) en función del tipo de redimensionamiento utilizado en el experimento 9.6.6

Como algunos de los datos no pasan el test de normalidad ($p < 0,05$), se debe optar por métodos no paramétricos. El test de Kruskal-Wallis devuelve un $p = 0,131$ ($> 0,05$; $H(2) = 4,06$), de lo que se deduce que los resultados no son estadísticamente significativos, por lo que no se puede afirmar que ninguno de los métodos de redimensionamiento sea mejor (en términos de eficiencia) que cualquiera de los otros.

Satisfacción

Por último, para valorar la **satisfacción** se analizaron las encuestas que realizaron los sujetos. En este sentido, primero se recogió la conformidad de las respuestas de los usuarios a varias afirmaciones generales, que fueron las siguientes:

1. Me resulta cómodo el método de hacer zoom para ampliar y/o reducir el texto.
2. Me resulta cómodo el método de utilizar los botones A+ y A- para ampliar y/o reducir el texto.
3. Me resulta eficiente el método de hacer zoom para ampliar y/o reducir el texto.
4. Me resulta eficiente el método de utilizar los botones A+ y A- para ampliar y/o reducir el texto.

Las anteriores preguntas se repitieron para cada uno de los tipos de dispositivos utilizados durante el experimento, es decir, para un dispositivo táctil y para otro no táctil. Además, se recogieron las respuestas de los usuarios a algunas preguntas específicas sobre m-learning, que fueron las siguientes (nuevamente, repetidas para el dispositivo táctil y para el dispositivo no táctil):

5. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría el zoom del propio dispositivo.
6. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría los botones de ampliar y reducir texto (A+ y A-).

Las respuestas a las dos anteriores preguntas fueron justificadas por todos los sujetos.

Por último, los sujetos indicaron las ventajas y desventajas que veían para cada uno de los métodos de redimensionamiento utilizados, es decir, para el zoom del propio dispositivo y para los enlaces A+ y A- disponibles en la web utilizada. Estas ventajas y desventajas se recogieron como respuestas libres.

Las respuestas a las primeras cuatro (en realidad, ocho, por repetirse para dispositivo táctil y no táctil) preguntas se midieron cuantitativamente sobre respuestas predefinidas en una escala de Likert y que los usuarios debían responder. En la Tabla 153 se muestran las estadísticas básicas (media y desviación estándar) de los resultados de las respuestas a las preguntas 1 a 4 de todos los sujetos para cada tipo de dispositivo móvil.

		Dispositivo táctil	Dispositivo no táctil
P1. Me resulta cómodo el método de hacer zoom para ampliar y/o reducir el texto.	Media (0-5)	3,895	1,000
	Desviación estándar	1,487	1,247
P2. Me resulta cómodo el método de utilizar los botones A+ y A- para ampliar y/o reducir el texto.	Media (0-5)	3,263	3,474
	Desviación estándar	1,558	1,307
P3. Me resulta eficiente el método de hacer zoom para ampliar y/o reducir el texto.	Media (0-5)	3,368	1,158
	Desviación estándar	1,606	1,344
P4. Me resulta eficiente el método de utilizar los botones A+ y A- para ampliar y/o reducir el texto.	Media (0-5)	3,579	3,632
	Desviación estándar	1,644	1,300

Tabla 153. Estadísticas básicas (media y desviación estándar) de las preguntas 1 a 4 en función del tipo de dispositivo utilizado (táctil y no táctil) en el experimento 9.6.6

En la Tabla 154 se indican las estadísticas básicas de las respuestas de los usuarios a las preguntas 5 y 6 de la encuesta de satisfacción, tanto para dispositivos táctiles como para dispositivos no táctiles.

		Dispositivo táctil	Dispositivo no táctil
P5. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría el zoom del propio dispositivo.	Media (0-5)	3,421	1,158
	Desviación estándar	1,575	1,385
P6. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría los botones de ampliar y reducir texto (A+ y A-).	Media (0-5)	3,105	3,684
	Desviación estándar	1,663	1,108

Tabla 154. Estadísticas básicas (media y desviación estándar) de las preguntas 5 y 6 en función del tipo de dispositivo utilizado (táctil y no táctil) en el experimento 9.6.6

En cuanto a los motivos de las respuestas de los usuarios a las preguntas 5 y 6 para dispositivos táctiles, el 42,11% justificó que es preferible utilizar los enlaces A+ y A- porque el texto se ajusta a la anchura del dispositivo, mientras que al hacer zoom no, provocando que aparezca scroll horizontal; y por otro lado el 36,84% afirmó que es más cómodo y rápido utilizar zoom porque se puede hacer en cualquier momento, sin tener que volver al principio de la página, como es el caso de los enlaces A+ y A-. Es importante reseñar también una justificación en concreto, y es que el 5,26% de los usuarios indicó que en m-learning lo más adecuado sería permitir al alumno realizar el redimensionamiento de las dos maneras posibles (tanto con el zoom, como con los enlaces A+ y A-).

Con respecto a las justificaciones de las mismas preguntas para dispositivos no táctiles, el 36,84% comentó que es preferible utilizar los enlaces A+ y A- porque el texto se ajusta a la anchura del dispositivo, mientras que con el zoom no, y aparecería scroll horizontal, lo que es especialmente molesto en este tipo de dispositivos. Otro razonamiento en contra del uso del zoom en estos dispositivos fue el que respaldó el 31,58% de los usuarios, y fue que el zoom es incómodo de manejar en un dispositivo no táctil. Otra razón de peso que comentaron los usuarios fue que el zoom en este tipo de dispositivos no es intuitivo, ya que el usuario puede no conocer a priori la combinación de teclas para realizarlo.

En cuanto a las ventajas de utilización del zoom, el 68,42% de los usuarios destacó que es más rápido y cómodo porque siempre está disponible y no es necesario volver al principio de la página, como ocurre con el método de redimensionar con A+ y A- si se desea hacer clic en los enlaces. Otra de las ventajas más señaladas (por el 36,84% de los usuarios) fue que, en concreto en los dispositivos táctiles, es intuitivo y fácil de utilizar. También el 10,53% de los

usuarios indicó que una de las ventajas es que se puede ajustar exactamente el texto al tamaño deseado, no como con los enlaces A+ y A-, que incrementan y reducen el tamaño en proporciones ya fijadas.

Por otro lado, el 68,42% de los usuarios destacó como desventajas del zoom que éste no ajusta el texto al ancho de la pantalla, por lo que al utilizarlo para ampliar el tamaño de la letra aparece scroll horizontal y es mucho más incómodo leer el texto. En cuanto a los dispositivos no táctiles, el 26,32% de los usuarios indicó que es incómodo y poco intuitivo, ya que requiere saber la combinación de teclas para poder realizarlo.

Con respecto a los enlaces A+ y A-, el 63,16% de los usuarios destacó que una de las ventajas es que ajusta el texto al ancho de la pantalla del dispositivo móvil, por lo que no aparece scroll horizontal y la lectura es más cómoda. También el 15,79% de los usuarios indicó que otra ventaja es que con este mecanismo se ofrece a todos los usuarios la misma experiencia de uso, independientemente de las características del dispositivo; es decir, siempre tienen el mismo comportamiento.

Por último, en cuanto a las desventajas de utilizar los enlaces A+ y A- para redimensionar el texto, el 68,42% de los usuarios destacó que con este método hay que desplazarse hasta donde estos enlaces están ubicados (en el caso del experimento, al principio de la página), y esto es especialmente incómodo en los dispositivos móviles no táctiles. También hay un 15,79% de los usuarios que comentó que a veces no es fácil ver estos enlaces, ya sea por dónde están ubicados o porque se pueden confundir con un enlace normal. Por otro lado, el 10,53% de los usuarios indicó como desventaja que no se puede ajustar exactamente el texto al tamaño deseado. Conviene decir también que el 10,53% de los usuarios comentó que si estos enlaces estuviesen en un menú accesible disponible desde cualquier punto de la página web, el método sería perfecto.

3.3.10.5. Conclusiones del experimento

A la vista de los resultados expuestos, se podrían obtener las siguientes conclusiones:

- No hubo significación estadística sobre el número de errores cometidos en cuanto al método de redimensionamiento utilizado, y tampoco sobre la eficiencia (tiempo). En cuanto a la capacidad de realizar la tarea (responder correctamente a la pregunta), tampoco hubo mucha diferencia entre los métodos utilizados, ya que con el zoom se respondieron correctamente el 93,51% de los casos, y con los enlaces A+ y A- se respondieron correctamente el 92,59%. Donde sí se vio una diferencia es cuando se utilizaron ambos

métodos a la vez, ya que esta capacidad para realizar la tarea disminuye hasta un 75%, pero estos datos hay que tomarlos con cautela, puesto que únicamente hubo 4 casos en los que se dio esta situación (utilizar ambos métodos a la vez), por lo que no son suficientes para poder generalizar. Como deducción de estos resultados, podría intuirse que **no hay mucha diferencia entre utilizar el propio zoom del dispositivo o los enlaces A+ y A- para redimensionar el texto de un objeto docente basado en web en un dispositivo móvil.**

- Sin embargo, según los resultados de la encuesta de satisfacción (preguntas 1 a 4), se podría deducir que los usuarios **prefieren** utilizar el propio **zoom** de los dispositivos móviles para redimensionar el texto **en dispositivos táctiles**, tanto por comodidad como por eficiencia percibida, mientras que **en los no táctiles no hay preferencia clara** por uno u otro método de redimensionamiento, aunque la tendencia es ligeramente superior en los no táctiles por el método de redimensionar con los enlaces A+ y A-. Los datos (preguntas 5 y 6) sugieren **lo mismo también para m-learning.**

- Recuérdese que en el apartado de los datos básicos analizados se dijo que había más enlaces A+ y A- utilizados en la segunda parte del experimento que en la primera, y que esto se podía deber a dos razones: a que fuera más cómodo este método que el de zoom, o a que inicialmente no vieron los enlaces A+ y A- hasta que se les avisó de su existencia. Tras comprobar los resultados de la encuesta de satisfacción, se puede deducir que el verdadero motivo es este último, ya que no se puede decir que el método de A+ y A- sea más cómodo para los usuarios. Por lo tanto, otra conclusión sería que a los usuarios les **cuesta a veces darse cuenta de la existencia de los enlaces A+ y A-** cuando están visualizando objetos docentes web en dispositivos móviles. Esto queda respaldado, además, por el 15,79% de los usuarios que indicaron como desventaja de los enlaces A+ y A- precisamente el hecho de que son poco visibles.

- Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas citadas por los usuarios, se puede deducir que cada método tiene un pro y un contra muy importantes, que son a su vez el contra y el pro del otro, respectivamente: el zoom es más rápido porque siempre está disponible, pero sin embargo no ajusta el texto a la anchura de la pantalla, lo que provoca que aparezca scroll horizontal y el texto sea muy incómodo de leer; y por el contrario los enlaces A+ y A- sí ajustan el texto a la anchura de la pantalla, pero no están siempre disponibles, por lo que es necesario volver hasta donde se encuentran para poder utilizarlos. Por lo tanto, tal y como mencionaron algunos (10,53%) de los usuarios, quizá **lo ideal sería** encontrar una forma para

mantener los enlaces A+ y A- siempre visibles. De esta forma se evitaría (o al menos, minimizaría) a la vez el problema mencionado en la anterior conclusión.

- Comparando las anteriores conclusiones con **la hipótesis inicial** (“El usuario debería poder redimensionar el texto del objeto docente basado en web desde dispositivos móviles mediante mecanismos proporcionados por la propia página web”), se podría decir que **se debería aceptar**, ya que, aunque no hay diferencia significativa en las métricas (eficacia y eficiencia), para el caso concreto de los dispositivos móviles no táctiles no está clara la preferencia (según la encuesta de satisfacción) de los usuarios por uno u otro método (zoom o enlaces A+ y A-), por lo que sería preferible mantener un método proporcionado por la propia página web (como los enlaces A+ y A-) del objeto docente para que los usuarios que lo deseen puedan utilizarlos, independientemente del zoom que tienen ya los propios dispositivos de forma nativa. Esto es aún más cierto en concreto **en el m-learning**, donde **lo más adecuado sería permitir al usuario realizar el redimensionamiento de las dos maneras posibles** (razonamiento respaldado además por el 5,26% de los usuarios en la encuesta de satisfacción). Por lo tanto, **la directriz se mantendría** tal cual ha sido enunciada la hipótesis inicial.

4. Resultados

En este capítulo se muestran las directrices de usabilidad obtenidas tras el proceso de investigación para los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

Nº	Tras la evaluación experta...			Tras el experimento...		
	Se mantiene	Se elimina	Hay que experimentar	Se mantiene	Se elimina	Se modifica
9.3.1			X			X
9.3.2	X					
9.3.3	X					
9.3.4	X					
9.3.5	X					
9.3.6			X			X
9.3.7			X		X	
9.3.8			X	X		
9.3.9	X					
9.3.10			X			X
9.3.11	X					
9.3.12	X					
9.3.13	X					
9.3.14	X					
9.3.15	X					
9.3.16			X		X	
9.3.17	X					
9.4.2	X					
9.4.3	X					
9.4.4	X					
9.4.5	X					
9.4.6	X					
9.4.7	X					
9.4.8	X					
9.4.9	X					
9.4.10			X	X		
9.4.11	X					
9.4.12	X					
9.4.13			X			X
9.4.14	X					
9.4.15	X					
9.4.16	X					
9.5.1			X	X		
9.5.2	X					
9.5.3		X				
9.6.1	X					
9.6.2	X					
9.6.3	X					
9.6.4	X					
9.6.5	X					
9.6.6			X	X		

Tabla 155. Momento en el que cada directriz ha terminado siendo mantenida, modificada o eliminada

En la Tabla 155 se presenta un resumen del proceso que ha seguido cada directriz; es decir, en qué parte del proceso fueron mantenidas, modificadas o eliminadas.

El primer grupo de directrices que quedarían enunciadas sería aquel que se obtuvo tras la realización de la evaluación experta, y que pueden verse en el apartado 3.2.2. Estas directrices son aquellas indicadas en la Tabla 155 como “Tras la evaluación experta, se mantiene”.

El segundo grupo se obtuvo tras la realización de cada uno de los experimentos. Es importante mencionar que las directrices que aparecen en la Tabla 155 como “Tras el experimento, se mantiene”, no quedarían enunciadas tal cual aparecen en la ISO 9241-151, sino que quedarían enunciadas tal cual se escribió la hipótesis inicial en el experimento, ya que ésta estaba adaptada expresamente a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. Tras la experimentación, habría que añadir al conjunto final de directrices las siguientes:

9.3.1a. *Información general sobre el objeto docente (modificada)*: Cada objeto docente basado en web de un curso m-learning debería mostrar un título descriptivo y la fecha de actualización del mismo, además del autor, siempre que este último sea útil por algún motivo (por ejemplo, para respetar los derechos de autor).

9.3.1b. *Mostrar el título del objeto docente en la ventana del navegador (modificada)*: Es importante mostrar el título del objeto docente en la ventana de la página web si se está trabajando con dispositivos móviles, y recomendable en otros casos generales.

9.3.6. *Elegir la extensión apropiada del objeto docente (modificada)*: Cuando el contenido del objeto docente basado en web a mostrar en m-learning es muy extenso, es preferible estructurarlo mediante paginación; mientras que si el contenido a mostrar es breve, se debería estructurar todo en una única página.

9.3.8. *Evitar el desplazamiento horizontal (se mantiene)*: El scroll horizontal debería evitarse en los objetos docentes basados en web para m-learning, siempre que sea posible.

9.3.10. *Evitar el uso de marcos (modificada)*: Se debe evitar el uso de frames en dispositivos móviles para evitar posibles problemas, tales como que el contenido no sea visualizado o que el comportamiento no sea el esperado.

9.4.10. *Indicación de enlaces que abren nuevas ventanas (se mantiene)*: En un objeto docente basado en web para dispositivos móviles, los enlaces que se abren en nuevas ventanas o pop-ups deberían ser indicados claramente.

9.4.13. *Longitud del enlace (modificada)*: Los textos de los enlaces de los objetos docentes basados en web deben ser lo más cortos posibles y, siempre que sea posible, el texto en el que esté contenido no debe estar justificado.

9.5.1. *Elección de objetos interactivos apropiados (se mantiene)*: Existen unos objetos de interacción más adecuados que otros para interactuar en objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

9.6.6. *Permitir que el usuario pueda ajustar el tamaño del texto (se mantiene)*: El usuario debería poder redimensionar el texto del objeto docente basado en web desde dispositivos móviles mediante mecanismos proporcionados por la propia página web.

En la Tabla 156 se muestran las directrices que quedarían finalmente enunciadas tras la investigación; es decir, las directrices que serían aplicables a los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

Nº	Enunciado
9.3.1a	Información general sobre el objeto docente
9.3.1b	Mostrar el título del objeto docente en la ventana del navegador
9.3.2	Diseñar la página de forma coherente
9.3.3	Colocar el título de forma coherente
9.3.4	Identificar nuevos contenidos
9.3.5	Indicar el estado temporal
9.3.6	Elegir la extensión apropiada del objeto docente
9.3.8	Evitar el desplazamiento horizontal
9.3.9	Uso de color
9.3.10	Evitar el uso de marcos
9.3.11	Proporcionar alternativas para presentaciones basadas en marcos
9.3.12	Proporcionar páginas alternativas de sólo texto
9.3.13	Coherencia entre sitios web relacionados
9.3.14	Utilizar técnicas adecuadas para definir el esquema de disposición y presentación de una página
9.3.15	Identificar todas las páginas de un sitio web
9.3.17	El uso del "espacio en blanco"
9.4.2	Identificación de enlaces
9.4.3	Distinguir entre enlaces adyacentes
9.4.4	Distinción entre enlaces de navegación y transacciones
9.4.5	Pistas de enlace auto-explicativas
9.4.6	Uso de terminología familiar para los enlaces de navegación
9.4.7	Uso de etiquetas de enlace descriptivas
9.4.8	Resaltar los enlaces visitados anteriormente
9.4.9	Identificación de enlaces que van a objetivos especiales
9.4.10	Indicación de enlaces que abren nuevas ventanas

9.4.11	Distinguir los enlaces de navegación de los controles
9.4.12	Enlaces internos distinguibles
9.4.13	Longitud del enlace
9.4.14	Enlaces redundantes
9.4.15	Evitar la sobrecarga de enlaces
9.4.16	Títulos de página como marcadores
9.5.1	Elección de objetos interactivos apropiados
9.5.2	Hacer que los objetos interactivos sean identificables y comprensibles
9.6.1	Legibilidad del texto
9.6.2	Facilitar la exploración del texto
9.6.3	Estilo de escritura
9.6.4	Calidad del texto
9.6.5	Identificar el lenguaje utilizado
9.6.6	Permitir que el usuario pueda ajustar el tamaño del texto

Tabla 156. Directrices resultantes para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles tras el proceso de investigación

Nota: En los casos en los que se habla de página (en aquellas directrices que quedaron enunciadas tal cual tras la evaluación experta), se ha de entender que se refiere a la página web del objeto docente, o lo que es lo mismo, al objeto docente basado en web.

5. Conclusiones y Futuro Trabajo

Una vez finalizado el trabajo, se recuerda el objetivo de la tesis: *Obtener un conjunto de directrices de usabilidad válido para las interfaces de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles*. Dicho objetivo ha quedado cumplido (tal y como ha podido verse en el apartado anterior, concretamente materializado en la Tabla 156), gracias a haber seguido la metodología que se propuso y que, recuérdese, era la siguiente:

- Fase 1. Estudio sobre el estado del arte de la usabilidad en general, y para dispositivos móviles y m-learning en particular (Secciones 2.1 a 2.6)
- Fase 2. Estudio sobre el estado del arte de directrices y recomendaciones de usabilidad (Sección 2.7)
- Fase 3. Diseño del proceso a seguir para la obtención de las directrices para las interfaces de objetos docentes web para dispositivos móviles (Principio de la Sección 3)
- Fase 4. Ejecución de la metodología anterior (Secciones 3.1 a 3.3)

Una vez llevada a cabo la metodología anterior y habiendo conseguido el objetivo inicial, en la presente sección se expresan las conclusiones obtenidas a lo largo del trabajo realizado (apartado 5.1): tanto aquellas obtenidas a partir de la realización de cada uno de los experimentos llevados a cabo, como las obtenidas de forma general a partir de la comparación de las directrices obtenidas con otras ya existentes y revisadas en el capítulo 2.7. También se mencionan en este apartado las publicaciones que han sido fruto del trabajo de investigación realizado (apartado 5.2), así como unas posibles líneas de futuro trabajo (apartado 5.3).

5.1. Conclusiones

Las conclusiones se dividirán en dos secciones: conclusiones obtenidas a raíz de cada uno de los experimentos realizados, y conclusiones generales.

Conclusiones de los experimentos realizados:

Del experimento de la directriz 9.3.1 (“Información general sobre la página”) se puede obtener como conclusión que habría que mostrar siempre un título descriptivo y la fecha de actualización del objeto docente web para dispositivos móviles, y también se debería mostrar

el título del objeto docente en la ventana del navegador web móvil. Además, en caso de que sea útil (por ejemplo, por derechos de autoría), también debería mostrarse el autor.

Del experimento de la directriz 9.3.6 (“Elegir la extensión apropiada de la página”) puede obtenerse otra conclusión, y es que cuando el contenido del objeto docente basado en web a mostrar en m-learning es demasiado extenso, es preferible estructurarlo mediante paginación; mientras que si el contenido a mostrar es breve, entonces se debería estructurar todo en una única página.

Del experimento 9.3.7 (directriz “Minimizar el desplazamiento vertical”) podría obtenerse la conclusión de que cuando el objeto docente basado en web consta de muchos contenidos, sería preferible utilizar una estructura de paginación o enlaces internos; mientras que si los contenidos no son muy extensos, es preferible estructurar el objeto docente con una distribución de scroll vertical.

De los resultados del experimento 9.3.8 (directriz “Evitar el desplazamiento horizontal”) se podría concluir que los usuarios rechazan claramente el scroll horizontal cuando visualizan objetos docentes web en dispositivos móviles y, si un objeto docente ha de tener scroll obligatoriamente por tener una extensión que no cabe en una única pantalla, en ese caso los usuarios prefieren tener únicamente un tipo de scroll, preferiblemente scroll vertical en lugar de scroll horizontal. El único caso en el que los usuarios admitirían el scroll horizontal sería para contenidos multimedia, pero aquellos objetos docentes basados en web para dispositivos móviles que estén formados fundamentalmente por texto no deben tener scroll horizontal, y se aconseja a los alumnos utilizar la orientación horizontal cuando vayan a trabajar con ellos.

Del experimento 9.3.10 (directriz “Utilizar marcos con precaución”) también se puede obtener la siguiente conclusión: se debe evitar el uso de frames en dispositivos móviles porque puede que el contenido no sea visualizado o que el comportamiento no sea el esperado. De esto se deduce, por lo tanto, que tampoco hay que utilizar frames a la hora de diseñar objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

En cuanto al experimento 9.3.16 (directriz “Proporcionar versiones imprimibles de los documentos”), también pueden obtenerse algunas conclusiones interesantes. La primera de ellas es que actualmente existen dispositivos móviles que no permiten (sin instalar software adicional) visualizar algunos de los formatos de documento más comunes, por lo que tampoco se podrán imprimir. La segunda conclusión es que es muy difícil encontrar hoy en día un dispositivo móvil que permita imprimir sin una impresora especial. La tercera conclusión es

que no existe ningún formato de documento imprimible adecuado para utilizarse desde un dispositivo móvil, ya que algunos no se visualizan en todos los dispositivos y el único que sí lo hacía (el .txt) se visualizaba de forma incorrecta en algunos de ellos. Por lo tanto, la cuarta y última conclusión es que no tiene sentido crear versiones imprimibles de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

De los resultados del experimento 9.4.10 (directriz “Indicación de enlaces que abren nuevas ventanas”) se podría obtener la conclusión de que los usuarios tienen una mayor comodidad a la hora de abrir ventanas nuevas cuando trabajan con un PC que cuando lo hacen con dispositivos móviles, pero en el ámbito concreto del m-learning esto es incluso menos agradable para ellos. En el caso de los dispositivos móviles en general y del m-learning en particular, los usuarios prefieren que se les avise cuando un enlace se abra por defecto en una nueva ventana. Sin embargo, esto no es tan importante en PC, donde prefieren que se les avise solamente cuando se va a abrir un enlace a una página externa al curso. Por lo tanto, podría decirse que las preferencias sobre la apertura de los enlaces cambian de una plataforma a otra.

En cuanto a los resultados del experimento 9.4.13 (directriz “Longitud del enlace”), podría concluirse que los usuarios prefieren que el texto de los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles no esté justificado, para así poder diferenciar claramente dónde empiezan y dónde terminan los posibles enlaces que dicho texto pueda contener. Además, los usuarios prefieren que los enlaces sean del tamaño más corto posible, para poder identificarlos mejor.

Del experimento 9.5.1 (directriz “Elección de objetos interactivos apropiados”) se podría obtener la conclusión de que existen unos objetos de interacción más adecuados que otros para interactuar en objetos docentes basados en web para dispositivos móviles. En concreto, parece que las listas desplegables son preferibles cuando los valores son concretos y están bien definidos; mientras que cuando el rango de valores a seleccionar es muy pequeño y puede mostrarse de una sola vez en pantalla, los usuarios prefieren utilizar radiobuttons. Los resultados además sugirieron que para la mayoría de situaciones que un componente sería adecuado en un PC, también lo sería en un dispositivo móvil; por lo que los comentarios anteriores serían válidos también para PC. Otra conclusión importante obtenida en este experimento fue que los radiobuttons pueden provocar dificultades a los usuarios cuando tienen que seleccionar una opción mediante estos componentes en dispositivos móviles, por lo que quizá sería preferible utilizar listas desplegables en su lugar.

De los resultados del experimento 9.6.6 (directriz “Permitir que el usuario pueda ajustar el tamaño del texto”) podría concluirse que se deberían proporcionar mecanismos en la propia página web para poder redimensionar el texto de un objeto docente basado en web desde dispositivos móviles. Este mecanismo podría ser, tal y como se hizo en el experimento, unos botones para aumentar y disminuir el tamaño de la letra del texto, y lo ideal sería que se mantuvieran siempre visibles para que el usuario se diera cuenta de su existencia y para que pudiera utilizarlos en cualquier momento.

Por último, en general, puede obtenerse una conclusión adicional transversal a los experimentos con usuarios: cuando se vayan a realizar experimentos mediante la técnica de buscar palabras en un texto, hay que escoger una palabra al principio del texto y otra al final del mismo para cada configuración ya que, como se ha demostrado, la localización de la palabra en el texto influye en la eficiencia y, por lo tanto, si esto no se hace así, los resultados del experimento podrían estar sesgados.

Conclusiones generales:

De las 41 directrices de las que consta el apartado 9 de la ISO 9241-151 con la que se ha trabajado en esta tesis, 34 de ellas (el 82,93%) resultaron mantenerse tal cual estaban enunciadas (30 tras la evaluación experta y 4 tras la experimentación), otras 3 (el 7,32%) se eliminaron (1 tras la evaluación experta y 2 tras la experimentación), y otras 4 (el 9,75%) se modificaron (tras la experimentación). Por lo tanto, la mayoría de las directrices utilizadas para esta investigación son aplicables directamente a dispositivos móviles. No obstante, algunas directrices no tendrían sentido o habría que modificarlas para que pudieran ser aplicables a los objetos docentes basados en web para dispositivos móviles, por lo que se podría concluir que (1) las directrices tradicionales pueden no ser aplicables a dispositivos móviles y (2) es necesario seguir investigando con otros conjuntos de directrices porque no se puede suponer que las ya existentes sirvan directamente para dispositivos móviles ni objetos docentes basados en web para estos dispositivos.

Por otro lado, fijándose en la Tabla 1 (“Tabla comparativa de las directrices más comunes de usabilidad y accesibilidad entre las normas y estándares revisados”) y en la Tabla 155 (“Momento en el que cada directriz ha terminado siendo mantenida, modificada o eliminada”) se puede observar que dos de las directrices eliminadas con las que se experimentó (9.3.7 y 9.5.3 de la ISO 9241-151) tenían también una equivalente en la norma de W3C (2008a): las directrices 22 y 9, respectivamente. Comparando la directriz 9.3.7 con su equivalente en el W3C (Tabla 1, fila 20), puede verse que esta última no indica exactamente lo

mismo que la 9.3.7, ya que la primera aconseja minimizar el scroll vertical y la segunda enuncia que se debe limitar el desplazamiento en dos direcciones (coincidiendo esto con las respuestas que dieron los usuarios a una pregunta de la encuesta del experimento 9.3.7). Sin embargo, respecto a la directriz 9.5.3 de la ISO 9241-151, puede observarse que su equivalente, la directriz 9 del W3C (Tabla 1, fila 61), indica lo mismo: que habría que facilitar atajos de teclado. Tras la evaluación experta sobre la directriz 9.5.3, se dedujo que no es necesario facilitar atajos de teclado en el caso de los dispositivos móviles, contradiciendo lo que indica la W3C. Para confirmar que estos expertos estaban en lo correcto, recurrimos a Firtman (2013), que explica que el atributo XHTML denominado `accesskey` permite asignar atajos de teclado, pero únicamente funciona con las teclas 0-9, * y # de teclados hardware. Puesto que hoy en día los dispositivos móviles más comunes son táctiles, esta función no se podría ejecutar en esos dispositivos y, aunque lo hiciera, esto sólo funciona en unos pocos navegadores móviles, tal y como se indica en la fuente anteriormente mencionada. Por lo tanto, los expertos consultados durante el desarrollo de esta tesis estaban en lo correcto cuando la mayoría respondió que esta directriz no sería aplicable a dispositivos móviles. La diferencia entre esto y la directriz de “Proporcionar atajos de teclado” (resultados contradictorios) puede ser debido a que la norma del W3C se publicó en el año 2008 y los dispositivos móviles han variado mucho desde entonces. Por lo tanto, otra conclusión que se podría obtener de esto es que, en mi opinión, se necesitaría una investigación continua en este ámbito para ir actualizando las directrices de usabilidad según van surgiendo nuevos dispositivos móviles, sistemas operativos, etc.

Directriz	Respuesta mayoritaria en evaluación experta	Resultado tras el experimento	Acierto de los expertos
9.3.1	Mantenerla	Modificarla	No
9.3.6	Mantenerla / Modificarla	Modificarla	Sí*
9.3.7	Modificarla	Eliminarla	No
9.3.8	Modificarla	Mantenerla	No
9.3.10	Modificarla	Modificarla	Sí
9.3.16	Modificarla	Eliminarla	No
9.4.10	Mantenerla	Mantenerla	Sí
9.4.13	Mantenerla	Modificarla	No
9.5.1	Mantenerla	Mantenerla	Sí
9.6.6	Mantenerla	Mantenerla	Sí

* Se considera acierto de los expertos porque el 50% respondió que habría que modificarla.

Tabla 157. Respuestas mayoritarias en la evaluación experta de las directrices experimentadas y resultados tras la experimentación

Comparando las respuestas de los expertos en la evaluación experta sobre las directrices que se han experimentado, se puede apreciar (Tabla 157) que en un 50% de los casos no

coincidió la respuesta mayoritaria de los expertos con el resultado del experimento, mientras que en el otro 50% sí coincidió. Por lo tanto, podría concluirse que sólo con la evaluación experta no se puede asegurar que lo que dicen los expertos sobre las directrices que no pasaron el análisis CHI cuadrado sea válido para dispositivos móviles, por lo que habría que experimentar, tal y como se ha hecho, aquellas directrices que no pasaron dicho análisis.

Fijándose en la fila número 6 de la Tabla 1 (directriz “Comprobar que los scripts y objetos incrustados son accesibles”) puede observarse que la directriz número 37 del W3C va más enfocada a que los scripts u objetos incrustados de los que se habla puedan no mostrarse en dispositivos móviles. Algo parecido ocurre con la directriz que aparece en la fila 35 (“Evitar imágenes más grandes que la pantalla”) de la misma tabla, y es que el W3C da un matiz diferente en su directriz número 25, mencionando que algunas imágenes es posible que no se puedan visualizar en los dispositivos móviles. Por lo tanto, estos casos dan un indicio de que las directrices de usabilidad diseñadas para PC puedan diferir ligeramente de las enunciadas para dispositivos móviles. Este hecho es aún más evidente en la directriz de la fila 34 de dicha tabla (“Proporcionar mapas de imagen en el lado del cliente”), ya que el W3C enuncia en su directriz 12 justamente lo contrario: que no se usen mapas de imágenes, a menos que el dispositivo los soporte. De esto se deduce que no sólo es posible que las directrices enunciadas para PC difieran ligeramente de las enunciadas para dispositivos móviles, sino que es posible que sean totalmente contrarias.

Por otra parte, muchas de las directrices que se han obtenido adaptadas a dispositivos móviles no existen en el conjunto de las directrices para dispositivos móviles de Budiu y Nielsen (2011) ni del W3C (2008a), por lo que se podría deducir que es posible obtener nuevas directrices a partir de otras ya existentes para PC, siguiendo la metodología propuesta en esta tesis. Por lo tanto, en mi opinión, sería necesario seguir investigando para obtener nuevas directrices de usabilidad para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles, ya que algunas de las directrices actuales (en su mayoría diseñadas para páginas web de PC) no serían válidas para dispositivos móviles y es posible que existan algunas que todavía no hayan sido descubiertas.

5.2. Publicaciones

En este apartado cabe mencionar que, fruto del trabajo de investigación llevado a cabo, se han obtenido las siguientes publicaciones:

1. García-López, E. "Estudio de la usabilidad en Dispositivos Móviles". III Jornadas Nacionales sobre Aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA 2011). Alcalá de Henares, España. 9-10 Febrero, 2011. (Garcia-Lopez, 2011)
2. García-López, E., de-Marcos, L., García-Cabot, A., Hilera, J.R. "A System for Usable Unification of Interfaces of Learning Objects in M-Learning". 2011 ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2011). Darmstadt, Alemania. 27-29 Junio, 2011. Conferencia con una calificación de A en la lista CORE. (Garcia-Lopez et al., 2011a)
3. García-López, E., Martin, C., García-Cabot, A., Flood, D., Harrison, R. "Systematic Analysis of Mobile Diabetes Management Applications on Different Platforms". 7th Conference of the Workgroup Human-Computer Interaction and Usability Engineering of the Austrian Computer Society (USAB 2011). Graz, Austria. 25-26 Noviembre, 2011. (Garcia-Lopez et al., 2011b)
4. García-López, E., García-Cabot, A., de-Marcos, L., Otón, S., Hilera, J.R. "Semiautomatic Evaluation of Websites Usability". ACHI 2012: The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions. Valencia, España. 30 Enero - 04 Febrero, 2012. Conferencia con una calificación de C en la lista CORE. (Garcia-Lopez et al., 2012a)
5. Ríos, R., García-López, E., García-Cabot, A., de-Marcos, L., Otón, S., Gutiérrez-Martínez, J.M., Martínez-Herráiz, J.J., Gutiérrez-de-Mesa, J.A., Barchino, R., Bar-Magen, J. "Accesibilidad en Smartphones para el acceso a contenidos e-learning". III Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2012). Alcalá de Henares, España. 25-27 Abril, 2012. (Rios et al., 2012)
6. García, A., García-López, E., García-Cabot, A., Bar-Magen, J. "Desarrollo de una aplicación para dispositivo móvil para registrar las interacciones del usuario con objetos docentes basados en web". III Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2012). Alcalá de Henares, España. 25-27 Abril, 2012. (Garcia et al., 2012)

7. García-López, E., García, A., García-Cabot, A., de-Marcos, L., Hilera, J.R. "Development of an application for mobile devices to record learner interactions with web-based learning objects". The 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2012). Roma, Italia. 4-6 Julio, 2012. Conferencia con una calificación de B en la lista CORE. (Garcia-Lopez et al., 2012b)
8. García-López, E., García-Cabot, A., de-Marcos, L., Hilera, J.R., Gutiérrez de-Mesa, J.A. "La usabilidad como mejora de la calidad en el aprendizaje móvil". IV Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2013). Lisboa, Portugal. 17-19 Abril, 2013. Paper premiado con "Certificate of appreciation EDEN Best Paper on Quality in e-Learning at the CAFVIR 2013 Conference". (Garcia-Lopez et al., 2013b)
9. García-López, E., García-Cabot, A., de-Marcos, L., Hilera, J.R. "Usability guidelines for mobile devices: length of hyperlinks". The 14th IFIP TC13 Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2013). Ciudad del Cabo, Sudáfrica. 2-6 Septiembre, 2013. Conferencia con una calificación de A en la lista CORE. (Garcia-Lopez et al., 2013a)

5.3. Futuro trabajo

El trabajo realizado en la presente tesis deja abiertas interesantes líneas de investigación, susceptibles de ser desarrolladas en un futuro. Algunas de estas líneas se proponen a continuación:

1. *Análisis de los resultados por perfiles*

En cada uno de los experimentos realizados se han analizado únicamente los datos necesarios para comprobar si la directriz era válida o no para objetos docentes basados en web para dispositivos móviles, pero en muchos de los experimentos podrían haberse analizado los datos por los perfiles de los usuarios que los realizaron para obtener conclusiones adicionales. En esta primera propuesta de futuro trabajo se sugiere, por tanto, investigar los datos obtenidos para intentar obtener conclusiones acerca de las preferencias de usabilidad de las interfaces de los objetos docentes basados en web para las distintas edades, géneros, niveles educativos, etc.

2. Experimentar las directrices que no pasaron de la fase de la evaluación experta

Un futuro trabajo importante sería el de comprobar que, efectivamente, las directrices que no pasaron de la fase de la evaluación experta debido al análisis CHI cuadrado quedarían enunciadas, eliminadas o modificadas tal cual habían justificado los expertos. Esto se podría hacer mediante la experimentación, teniendo en cuenta la metodología explicada en el apartado 3.3. Si se cumpliera que los expertos acertaron en sus opiniones, entonces podría corroborarse que el sistema de la evaluación experta es válido para la metodología propuesta. Un primer indicio para pensar que esto es cierto se podría obtener de la directriz 9.5.3, la cual dijeron los expertos que debía ser eliminada, y así quedó tras el análisis CHI cuadrado; y posteriormente (en el apartado 5.1) esto quedó confirmado.

3. Obtención de nuevas directrices

En este sentido existen dos posibilidades:

- a. Obtener nuevas directrices siguiendo la metodología propuesta en esta tesis, para adaptar otro conjunto de directrices diseñadas para páginas web de PC (HHS Guidelines, otros apartados de la ISO 9241-151, etc.) a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.
- b. Obtener nuevas directrices mediante la observación del usuario cuando utiliza un sistema m-learning. De este modo quizá sería posible obtener nuevas directrices que podrían no estar recogidas en ninguna de las normas mencionadas en el apartado 2.7.

4. Comprobar la validez de las directrices experimentalmente

Podrían aplicarse las directrices obtenidas en esta tesis a algunos objetos docentes web de un curso m-learning real y comparar con otros objetos docentes que enseñen el mismo contenido pero que no tengan en cuenta las directrices. Esta comparación podría hacerse entre ambas interfaces, midiendo el aprendizaje con cada una (es decir, si los alumnos que utilizan objetos docentes con interfaces que cumplen estas directrices aprenden más o mejor que los que utilizan objetos docentes que no las cumplen) y mediante encuestas (es decir, preguntando a los alumnos su opinión sobre los objetos docentes utilizados en cada caso).

5. Obtener el número mínimo de usuarios para realizar experimentos

Existen numerosos estudios (Nielsen and Molich, 1990, Virzi, 1992, Nielsen, 1994, Slavkovic and Cross, 1999, Law and Hvannberg, 2004, Hwang and Salvendy, 2010) acerca del

mínimo número de usuarios necesario para realizar pruebas de usabilidad sobre una interfaz ya desarrollada para descubrir los posibles fallos que pueda tener, pero los experimentos que se han llevado a cabo en esta tesis son algo diferentes de esas pruebas de usabilidad, ya que aquí no se está evaluando la usabilidad de una interfaz intentando descubrir los fallos de ésta, sino que se están comparando dos o más interfaces (desarrolladas expresamente para cada experimento) a fin de valorar cuál es la más usable. Por eso, sería interesante intentar obtener el mínimo número de usuarios que se necesitarían para realizar este tipo de experimentos y asegurarse de que los resultados iban a ser los mismos, se utilizaran los usuarios que se utilizaran, siempre y cuando se cumpla ese número mínimo. Esto podría hacerse mediante un problema de combinatoria, con los datos recabados de los diez experimentos que se han llevado a cabo en la presente tesis.

6. Extender el trabajo a directrices más generales

El presente trabajo se ha centrado en adaptar las directrices existentes para páginas web de PC a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles, ya que la Web es independiente de las plataformas utilizadas; pero existen otro tipo de interfaces para las que las directrices aquí obtenidas podrían no ser aplicables: las interfaces de aplicaciones nativas para dispositivos móviles. Para obtener unas directrices aplicables a las interfaces de los objetos docentes basados en web que se pudieran presentar mediante aplicaciones nativas en los dispositivos móviles, sería necesario repetir el proceso llevado a cabo en esta tesis tomando como directrices fuente las propuestas en la norma ISO 9241-171 (ISO, 2008b) o ISO 9241-110 (ISO, 2006), y hacerlo en diferentes plataformas móviles, ya que este tipo de aplicaciones es dependiente del dispositivo.

7. Extender el trabajo a otros ámbitos

Otra posible línea de trabajo futura sería la de intentar obtener directrices de usabilidad para un tipo determinado de aplicaciones que se suelen utilizar habitualmente en los dispositivos móviles, tales como el correo electrónico o aplicaciones de productividad. Para realizar esto podrían tomarse como partida las directrices obtenidas en esta tesis (suponiendo que las aplicaciones sean Web y no nativas), e intentar comprobar si serían válidas en esos ámbitos, de igual manera que se ha hecho en este trabajo con las directrices web para PC al adaptarlas a objetos docentes basados en web para dispositivos móviles.

Referencias

- AENOR 2008. UNE-EN ISO 9241-151. Ergonomía de la interacción hombre-sistema - Directrices para las interfaces de usuario Web.
- AENOR 2012. UNE 139803. Requisitos de Accesibilidad para contenidos en la web.
- ALLY, M. 2005. Use of mobile devices in distance education. *4th World conference on mLearning (Mlearn)*. Cape Town, South Africa.
- BARNUM, C., HENDERSON, E., HOOD, A. & JORDAN, R. 2004. Index versus full-text search: a usability study of user preference and performance. *Technical Communication*, 51, 185-206.
- BATTLESON, B., BOOTH, A. & WEINTROP, J. 2001. Usability testing of an academic library web site: a case study. *The Journal of Academic Librarianship*, 27, 188-198.
- BECKER, A. 2007. *Electronic commerce: concepts, methodologies, tools and applications*, Information Science Reference-Imprint of: IGI Publishing.
- BOE 2003. LEY 51/2003, de 2 de diciembre, de igualdad de oportunidades, no discriminación y accesibilidad universal de las personas con discapacidad. Spain.
- BRADY, A., CONLAN, O. & WADE, V. 2004. Dynamic composition and personalization of PDA-based eLearning–Personalized mLearning. *World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. Chesapeake, Virginia.
- BUCHANAN, G., FARRANT, S., JONES, M., THIMBLEBY, H., MARSDEN, G. & PAZZANI, M. 2001. Improving mobile internet usability. *10th international conference on World Wide Web*. Hong Kong: ACM.
- BUDI, R. & NIELSEN, J. 2011. *Usability of Mobile Websites and Applications: Design Guidelines for Improving the User Experience of Mobile Sites and Apps*, Nielsen Norman Group.
- BURANATRIVED, J. & VICKERS, P. 2002. An investigation of the impact of mobile phone and PDA interfaces on the usability of mobile-commerce applications. *2002 IEEE 5th International Workshop on Networked Appliances*. Liverpool, United Kingdom: IEEE.
- CARD, S. K. & HENDERSON JR, D. A. 1987. Catalogues: A metaphor for computer application delivery. *2nd IFIP International Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 87)*. Stuttgart, Germany.
- CARD, S. K., MORAN, T. P. & NEWELL, A. 1983. *The psychology of human-computer interaction*, CRC Press LLC.

- CLARKE, I. & FLAHERTY, T. 2003. Mobile portals: The development of m-commerce gateways. *BEM a. TJ Strader (Ed.), Mobile Commerce: Technology, Theory, and Applications*, 185-201.
- COOPER, A. 2004. The inmates are running the asylum: Why high-tech products drive us crazy and how to restore the sanity (New ed.). *Indianapolis, Ind.: Sams*.
- COURSARIS, C. K. & KIM, D. J. 2006. A qualitative review of empirical mobile usability studies. *Twelfth Americas Conference on Information Systems*. Acapulco, Mexico.
- COWAN, N. 2001. The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and brain sciences*, 24, 87-114.
- CHEN, T. M. 2011. How networks changed the world. *IEEE Network*, 25, 2-3.
- CHEN, Y.-S., KAO, T.-C. & SHEU, J.-P. 2003. A mobile learning system for scaffolding bird watching learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19, 347-359.
- DHHS 2008. Usability.gov: Research-Based Web Design and Usability Guidelines.
- DI PIETRO, R. & MANCINI, L. V. 2003. Security and privacy issues of handheld and wearable wireless devices. *Communications of the ACM*, 46, 74-79.
- DILLON, A., RICHARDSON, J. & MCKNIGHT, C. 1990. The effects of display size and text splitting on reading lengthy text from screen. *Behaviour & Information Technology*, 9, 215-227.
- DONAHUE, G. M. 2001. Usability and the bottom line. *IEEE Software*, 18, 31-37.
- DUCHNICKY, R. L. & KOLERS, P. A. 1983. Readability of text scrolled on visual display terminals as a function of window size. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 25, 683-692.
- FÄNGE, A. & IWARSSON, S. 2003. Accessibility and usability in housing: Construct validity and implications for research and practice. *Disability & Rehabilitation*, 25, 1316-1325.
- FIRTMAN, M. 2013. *Programming the mobile web*, O'Reilly.
- FRESE, M., BRODBECK, F., HEINBOKEL, T., MOOSER, C., SCHLEIFFENBAUM, E. & THIEMANN, P. 1991. Errors in training computer skills: On the positive function of errors. *Human-Computer Interaction*, 6, 77-93.
- GAFNI, R. 2009. Quality Metrics for PDA-based M-Learning Information Systems. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5, 359-287.
- GANG, Z. & ZONGKAI, Y. 2005. Learning resource adaptation and delivery framework for mobile learning. *35th Annual Conference Frontiers in Education (FIE'05)*. Indianapolis, Indiana: IEEE.
- GARCIA-LOPEZ, E. 2011. Estudio de la usabilidad en Dispositivos Móviles. *III Jornadas Nacionales sobre Aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones Avanzadas (ATICA 2011)*. Alcalá de Henares (España).

- GARCIA-LOPEZ, E., DE-MARCOS, L., GARCIA-CABOT, A. & HILERA, J. R. 2011a. A system for usable unification of interfaces of learning objects in m-learning. *16th annual joint conference on Innovation and technology in computer science education*. ACM.
- GARCIA-LOPEZ, E., GARCIA-CABOT, A., DE-MARCOS, L. & HILERA, J.-R. 2013a. Usability guidelines for mobile devices: length of hyperlinks. *In: KOTZE, P., MARSDEN, G., LINDGAARD, G., WESSON, J. & WINCKLER, M. (eds.) The 14th IFIP TC13 Conference on Human-Computer Interaction (INTERACT 2013)*. Cape Town (South Africa).
- GARCIA-LOPEZ, E., GARCIA-CABOT, A., DE-MARCOS, L., HILERA, J.-R. & GUTIERREZ DE-MESA, J.-A. 2013b. La usabilidad como mejora de la calidad en el aprendizaje móvil. *IV Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2013)*. Lisboa (Portugal).
- GARCIA-LOPEZ, E., GARCIA-CABOT, A., DE-MARCOS, L., OTON, S. & HILERA, J. R. 2012a. Semiautomatic Evaluation of Websites Usability. *The Fifth International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (ACHI 2012)*.
- GARCIA-LOPEZ, E., GARCIA, A., GARCIA-CABOT, A., DE-MARCOS, L. & HILERA, J.-R. 2012b. Development of an application for mobile devices to record learner interactions with web-based learning objects. *IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2012)*. IEEE.
- GARCIA-LOPEZ, E., MARTIN, C., GARCIA, A., HARRISON, R. & FLOOD, D. 2011b. Systematic analysis of mobile diabetes management applications on different platforms. *Information Quality in e-Health (USAB 2011)*. Springer.
- GARCIA, A., GARCIA-LOPEZ, E., GARCIA-CABOT, A. & BAR-MAGEN, J. 2012. Desarrollo de una aplicación para dispositivo móvil para registrar las interacciones del usuario con objetos docentes basados en web. *III Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2012)*. Alcalá de Henares (España).
- GILB, T. & FINZI, S. 1988. *Principles of software engineering management*, Addison-Wesley Reading, MA.
- GORDON, W. 2005. The interface between cognitive impairments and access to information technology. *ACM SIGACCESS (Special Interest Group on Accessible Computing) Accessibility and Computing*, 83, 3-6.
- HARTSON, H. R. & HIX, D. 1989. Human-computer interface development: concepts and systems for its management. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 21, 5-92.
- HWANG, W. & SALVENDY, G. 2010. Number of people required for usability evaluation: the 10+-2 rule. *Communications of the ACM*, 53, 130-133.

- ISO 1997a. ISO 9241-14. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Menu dialogues.
- ISO 1997b. ISO 9241-15. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Command dialogues.
- ISO 1998a. ISO 9241-11. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Guidance on usability.
- ISO 1998b. ISO 9241-12. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Presentation of information.
- ISO 1998c. ISO 9241-13. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - User guidance.
- ISO 1998d. ISO 9241-17. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Form filling dialogues.
- ISO 1999a. ISO 9241-16. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) - Direct manipulation dialogues.
- ISO 1999b. ISO 13407: Human-centred design processes for interactive systems.
- ISO 2002a. ISO 14915-1. Software ergonomics for multimedia user interfaces - Design principles and framework.
- ISO 2002b. ISO 14915-3. Software ergonomics for multimedia user interfaces - Media selection and combination.
- ISO 2003. ISO 14915-2. Software ergonomics for multimedia user interfaces - Multimedia navigation and control.
- ISO 2006. ISO 9241-110. Ergonomics of human-system interaction - Dialogue principles.
- ISO 2008a. ISO 9241-151. Ergonomics of human-system interaction - Guidance on World Wide Web user interfaces.
- ISO 2008b. ISO 9241-171. Ergonomics of human-system interaction - Guidance on software accessibility.
- ISO 2012. ISO/IEC 40500. Information technology - W3C Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.
- ITU. 2013. *The key 2006-2013 ICT Data for the world: Mobile-cellular subscriptions* [Online]. ITU World Telecommunication/ICT Indicators database. Available: http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/statistics/2013/ITU_Key_2005-2013_ICT_data.xls [Accessed 04/07/2013].
- JÄPPINEN, A., AHONEN, M., VAINIO, T. & TANHUA-PIIROINEN, E. 2005. Adaptive mobile learning systems – the essential issues from the design perspective. *Mobile learning anytime everywhere*, 109.

- JOHNSON, J. 1992. Selectors: going beyond user-interface widgets. *SIGCHI Conference on Human factors in computing systems (CHI'92)*. Monterrey, California: ACM.
- KALLIO, T. & KAIKKONEN, A. 2005. Usability testing of mobile applications: A comparison between laboratory and field testing. *Journal of usability studies*, 1, 23-28.
- KAMBA, T., ELSON, S. A., HARPOLD, T., STAMPER, T. & SUKAVIRIYA, P. 1996. Using small screen space more efficiently. *SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI'96)*. Vancouver, Canada: ACM.
- KAMBOURAKIS, G., KONTONI, D.-P. N. & SAPOUNAS, I. 2004. Introducing attribute certificates to secure distributed E-learning or M-learning services. *4th IASTED Web Based Education (WBE)*. Innsbruck, Austria.
- KÄRKKÄINEN, L. & LAARNI, J. 2002. Designing for small display screens. *Second Nordic conference on Human-computer interaction (NordiCHI)*. Aarhus, Denmark: ACM.
- KELLOGG, W. A. 1987. *Conceptual consistency in the user interface: Effects on user performance*, IBM Thomas J. Watson Research Center.
- KJELDSKOV, J. & GRAHAM, C. 2003. A review of mobile HCI research methods. *Human-computer interaction with mobile devices and services*. Springer.
- KORKEA-AHO, M. 2000. Context-aware applications survey. *Department of Computer Science, Helsinki University of Technology*.
- KUKULSKA-HULME, A. 2005. Current uses of wireless and mobile learning. *JISC-funded Landscape Study report*, 15.
- KUKULSKA-HULME, A. 2007. Mobile usability in educational contexts: what have we learnt? *The International Review of Research in Open and Distance Learning*, 8, 1-16.
- KUKULSKA-HULME, A. & SHIELD, L. 2004. Usability and pedagogical design: Are language learning websites special? *World Conference on Educational, Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-Media 2004)*. Lugano, Switzerland.
- LATHAM, G. 1988. The Birth and Death Cycles of Educational Innovations. *Principal*, 68, 41-43.
- LAW, E. L.-C. & HVANNBERG, E. T. 2004. Analysis of combinatorial user effect in international usability tests. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Vienna, Austria: ACM.
- LINDHOLM, C. & KEINONEN, T. 2003. *Mobile Usability: How Nokia Changed the Face of the Cellular Phone*, McGraw-Hill, Inc.
- MAYHEW, D. J. 1999. *The Usability Engineering Lifecycle: A Practitioner's Guide to User Interface Design*, Morgan Kaufmann Publishers San Francisco.
- MAYHEW, D. J. & BIAS, R. G. 1994. *Cost-justifying usability*, Academic Press.

- MILLER, G. 1956. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The psychological review*, 63, 81-97.
- MOSES, O. O. 2008. Improving Mobile Learning with Enhanced Shih's Model of Mobile Learning. *US-China Education Review*, 5, 22-28.
- NAH, F. F.-H., SIAU, K. & SHENG, H. 2005. The value of mobile applications: a utility company study. *Communications of the ACM*, 48, 85-90.
- NIELSEN, C. M., OVERGAARD, M., PEDERSEN, M. B., STAGE, J. & STENILD, S. 2006. It's worth the hassle!: the added value of evaluating the usability of mobile systems in the field. *4th Nordic conference on Human-Computer Interaction: changing roles*. Oslo, Norway: ACM.
- NIELSEN, J. 1993. *Usability engineering*, Academic Press (Boston).
- NIELSEN, J. 1994. Estimating the number of subjects needed for a thinking aloud test. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41, 385-397.
- NIELSEN, J. 1998. The web usage paradox: why do people use something this bad? *Alertbox*.
- NIELSEN, J. 1999. Web research: Believe the data. *Alertbox*, 12, 2001.
- NIELSEN, J. 2001. Jakob Nielsen on e-learning. *Article published on Elearning Post*. Retrieved February, 14, 2007.
- NIELSEN, J. 2003. Mobile devices: One generation from useful. Retrieved November, 6, 2003.
- NIELSEN, J. 2005. Top Ten Web Design Mistakes of 2005. Jakob Nielsen's Alertbox, October 3, 2005. Retrieved March 02, 2006.
- NIELSEN, J. & BUDIUI, R. 2012. *Mobile usability*, Pearson Education.
- NIELSEN, J. & MOLICH, R. 1990. Heuristic evaluation of user interfaces. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. Seattle, Washington, USA: ACM.
- NYÍRI, K. 2002. Towards a philosophy of m-learning. *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*. Växjö, Sweden: IEEE.
- PARSONS, D. & RYU, H. 2006. A framework for assessing the quality of mobile learning. *International Conference on Software Process Improvement - Research into Education and Training*. Southampton, United Kingdom.
- PETERS, K. 2009. m-Learning: Positioning educators for a mobile, connected future. *Mobile Learning*, 113.
- REKKEDAL, T. 2002. M-Learning for PDAs: Enhancing the flexibility of distance education. *Ericsson Education*, 27.
- REPOKARI, L., SAARELA, T. & KURKI, I. 2002. Visual search on a mobile phone display. In: ACM (ed.) *2002 Annual Research Conference of the South African institute of computer scientists and information technologists on Enablement through technology (SAICSIT*

- '02). Port Elizabeth, South Africa: South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists.
- RIOS, R., GARCIA-LOPEZ, E., GARCÍA-CABOT, A., DE-MARCOS, L., OTON, S., GUTIERREZ-MARTINEZ, J.-M., MARTINEZ-HERRAIZ, J.-J., GUTIERREZ-DE-MESA, J.-A., BARCHINO, R. & BAR-MAGEN, J. 2012. Accesibilidad en Smartphones para el acceso a contenidos e-learning. *III Congreso Iberoamericano sobre Calidad y Accesibilidad de la Formación Virtual (CAFVIR 2012)*. Alcalá de Henares (España).
- ROTO, V., OULASVIRTA, A., HAIKARAINEN, T., KUORELAHTI, J., LEHMUSKALLIO, H. & NYSSONEN, T. 2004. Examining mobile phone use in the wild with quasi-experimentation. *Helsinki Institute for Information Technology (HIIT), Technical Report*.
- RYAN, C. & GONSALVES, A. 2005. The effect of context and application type on mobile usability: an empirical study. In: ESTIVILL-CASTRO, V. (ed.) *Twenty-Eighth Australasian Computer Science Conference (ACSC 2005)*. Newcastle, Australia: Australian Computer Society, Inc.
- SEONG, D. S. K. 2006. Usability guidelines for designing mobile learning portals. *3rd international conference on Mobile technology, applications & systems*. Bangkok, Thailand: ACM.
- SEONG, D. S. K. & CHEE, C. 2006. Navigational patterns on usable mobile news portals. *Journal of Internet Technology*, 7.
- SHACKEL, B. & RICHARDSON, S. J. 1991. *Human factors for informatics usability*, Cambridge University Press.
- SHARPLES, M. 2006. Big issues in mobile learning: Report of a workshop by the kaleidoscope network of excellence mobile learning initiative: LSRI. *University of Nottingham*.
- SHNEIDERMAN, B. 2003. *Leonardo's laptop: human needs and the new computing technologies*, Mit Press.
- SIMON, H. A. 1974. How big is a chunk. *Science*, 183, 482-488.
- SLAVKOVIC, A. & CROSS, K. 1999. Novice heuristic evaluations of a complex interface. *CHI '99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. Pittsburgh, Pennsylvania: ACM.
- SMITH, M. J. & SALVENDY, G. 2001. *Systems, social and internationalization design aspects of human-computer interaction*, Lawrence Erlbaum Associates.
- SPRINGER, C. 1987. Retrieval of information from complex alphanumeric displays: Screen formatting variables' effects on target identification time. *Cognitive Engineering in the Design of Human-Computer Interaction and Expert Sys*, 375-382.

- SWIERENGA, S. J. 1990. Menuing and Scrolling as Alternative Information Access Techniques. *Human Factors and Ergonomics Society 34th Annual Meeting*. Santa Monica, California: SAGE Publications.
- SYVÄNEN, A. & NOKELAINEN, P. 2005. Evaluation of the technical and pedagogical mobile usability. *Mobile learning anytime everywhere*, 191.
- TRIANDIS, H. C. 1994. *Culture and social behavior*.
- TRINDER, J., MAGILL, J. & ROY, S. 2005. Expect the unexpected. *Mobile learning: A handbook for educators and trainers*.
- TROLLIP, S. R. & SALES, G. 1986. Readability of computer-generated fill-justified text. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 28, 159-163.
- UTHER, M. 2002. Mobile Internet usability: what can 'mobile learning' learn from the past? *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education*. Växjö, Sweden.
- VIRZI, R. A. 1992. Refining the test phase of usability evaluation: how many subjects is enough? *Human Factors*, 34, 457-468.
- W3C 1999a. HTML 4.01 Specification.
- W3C 1999b. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 1.0.
- W3C 2006. Web Accessibility Initiative (WAI).
- W3C 2008a. Mobile web best practices 1.0: Basic guidelines.
- W3C 2008b. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0.
- WANG, Y.-K. 2004. Context awareness and adaptation in mobile learning. *2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'04)*. JungLi, Taiwan: IEEE.
- WEISS, S. 2003. *Handheld usability*, Wiley.
- WIKLUND, M. E. 1994. *Usability in Practice: How Companies Develop User-Friendly Products*, Morgan Kaufmann Pub.
- WILSON, B., SHERRY, L., DOBROVOLNY, J., BATTY, M. & RYDER, M. 2002. Adoption factors and processes. *Handbook on information technologies for education and training*. Springer.
- WOZNY, L. A. 1989. The application of metaphor, analogy, and conceptual models in computer systems. *Interacting with Computers*, 1, 273-283.

Anexos

Anexo 1: Plantilla utilizada para la evaluación experta

Evaluación experta sobre la adaptación de las directrices del apartado 9 de la ISO 9241-151 para dispositivos móviles

SECCIÓN PRIMERA – Detalles de la evaluación

Antecedentes	<p>Este documento detalla la evaluación de un experto sobre las directrices de usabilidad del apartado 9 de la ISO 9241-151 (para páginas web) cuya aplicabilidad tiene sentido cuando se trata de dispositivos móviles. El objetivo de este análisis es clasificar las directrices anteriormente mencionadas en 3 grupos:</p> <ul style="list-style-type: none">a) <i>No aplicables</i>. Son las directrices que no son trasladables de ninguna manera a dispositivos móviles, es decir, no tendrían sentido cuando se trata de dispositivos móviles. Esto puede venir dado, por ejemplo, por las características del hardware para el que estaba pensada la directriz original (por ejemplo, un teclado de PC o un ratón).b) <i>Aplicables directamente</i>. Son las directrices que no sufrirían ninguna modificación al ser aplicadas a dispositivos móviles, es decir, seguirían teniendo sentido cuando se trata de dispositivos móviles. Esto puede venir dado, por ejemplo, por las características inherentes del usuario (por ejemplo, por la memoria a corto plazo del usuario, su percepción, etc.).c) <i>Podrían cambiar si se usa un dispositivo móvil</i>. Son las directrices que podrían sufrir una modificación al ser aplicadas a dispositivos móviles, es decir, podrían tener sentido cuando se trata de dispositivos móviles, pero haciendo previamente algún cambio en la misma. Esto puede venir dado, por ejemplo, por las características que conlleva utilizar dispositivos móviles, como por ejemplo, el tipo de dispositivo o el contexto. <p>Para ello, el experto justificará todas las decisiones, es decir, por qué ha incluido la directriz en un grupo o en otro.</p>
---------------------	---

Perfil del experto (marcar con una cruz donde corresponda)	Nombre y apellidos		
	Género	Hombre	
		Mujer	
	Edad	7-17	
		18-24	
		25-34	
		35-49	
		+50	
	Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	
		Usuario intermedio	
		Usuario novato	
		No usuario	
	Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Estudiante universitario	
		Ingeniero Técnico/Diplomado	
		Ingeniero/Licenciado	
		Máster Universitario	
Doctorado			

SECCIÓN SEGUNDA – El instrumento para la evaluación

2.1 Evaluación de las directrices

Apartado 9 – Content presentation

#Directriz	<i>Título de la directriz</i>
Tick	Evaluación del experto:
	a) No aplicable.
	b) Aplicable directamente.
	c) Podría cambiar si se utiliza un dispositivo móvil.
Evidencia y comentarios:	

Nota: Esta última tabla se repetía para cada una de las directrices del apartado 9 de la ISO 9241-151, sustituyendo en cada caso “#Directriz” por el número de la directriz correspondiente (9.3.1, 9.3.2, etc.) y “Título de la directriz” por el título correspondiente (*General page information, Consistent page layout, etc.*).

2.2 Hoja resumen de clasificaciones

Apartado	Directrices	
	Título	Clasific. (a, b, c)
9. Content presentation	9.3.1 General page information	
	9.3.2 Consistent page layout	
	9.3.3 Placing title information consistently	
	9.3.4 Recognising new content	
	9.3.5 Visualising temporal status	
	9.3.6 Selecting appropriate page lengths	
	9.3.7 Minimise vertical scrolling	
	9.3.8 Avoiding horizontal scrolling	
	9.3.9 Using colour	
	9.3.10 Using frames with care	
	9.3.11 Providing alternatives to frame-based presentation	
	9.3.12 Providing alternative text-only pages	
	9.3.13 Consistency across related Web sites	
	9.3.14 Using appropriate techniques for defining the layout of a page	
	9.3.15 Identifying all pages of a Web site	
	9.3.16 Providing printable document versions	
	9.3.17 Use of "white space"	
	9.4.2 Identification of links	
	9.4.3 Distinguishing adjacent links from each other	
	9.4.4 Distinguishing navigation links from transactions	
	9.4.5 Self-explanatory link cues	
	9.4.6 Using familiar terminology for navigation links	
	9.4.7 Using descriptive link labels	
	9.4.8 Highlighting previously visited links	
	9.4.9 Marking links to special targets	
	9.4.10 Marking links opening new windows	
	9.4.11 Distinguishing navigation links from controls	
	9.4.12 Distinguishable withinpage links	
	9.4.13 Link length	
	9.4.14 Redundant links	
	9.4.15 Avoiding link overload	
	9.4.16 Page titles as bookmarks	
	9.5.1 Choosing appropriate interaction objects	
	9.5.2 Making interaction objects identifiable and understandable	
	9.5.3 Providing keyboard shortcuts	
	9.6.1 Readability of text	
9.6.2 Supporting text skimming		
9.6.3 Writing style		
9.6.4 Text quality		
9.6.5 Identifying the language used		
9.6.6 Making text resizable by the user		
	Nº total de a): Nº total de b): Nº total de c):	

Anexo 2: Encuesta del experimento 9.3.1

Encuesta sobre la información general de un objeto docente

Esta es una encuesta a profesores y alumnos dirigida a formar parte de un experimento para la tesis de Eva García López.

0% 100%

Perfil

Preguntas sobre el perfil de la persona que responde la encuesta.

***Nombre y apellidos**

? Este campo no se difundirá públicamente y solamente se utilizará con fines de investigación. Es obligatorio consignarlo por si el investigador tuviera que consultar con el encuestado en caso de duda de alguna respuesta que éste hubiera dado.

***Género**

Femenino Masculino

***Edad**
Seleccione una de las siguientes opciones

De 7 a 17 años
 De 18 a 24 años
 De 25 a 34 años
 De 35 a 49 años
 Más de 50 años

***Experiencia utilizando dispositivos móviles**
Seleccione una de las siguientes opciones

Usuario experto
 Usuario intermedio
 Usuario novato
 No usuario

***Grado de formación académica**
Seleccione una de las siguientes opciones

Sin estudios
 Estudios primarios
 Estudios secundarios
 Estudios de bachillerato
 Módulo de grado superior
 Ingeniero Técnico/Diplomado
 Ingeniero/Licenciado
 Máster universitario
 Doctorado

***Marca y modelo de móvil utilizado habitualmente**

***¿Con qué frecuencia utiliza Internet (Wifi o 3G) en el móvil?
Seleccione una de las siguientes opciones**

- Nunca
- Rara vez
- A veces
- Mucho

***¿Con qué frecuencia utiliza el móvil para la formación online?
Seleccione una de las siguientes opciones**

- Nunca
- Rara vez
- A veces
- Mucho

Por favor, indique el/los sistema/s m-learning que utiliza



Si no utiliza ningún sistema m-learning, indique al menos qué utiliza para formación online (artículos científicos, wikipedia, búsqueda de información concreta en Google, etc.)

*

Por favor, indique su rol en la formación

Seleccione una de las siguientes opciones

- Profesor
- Alumno
- Ambas cosas

Guardar y Volver en otro momento

Siguiente >>

Salir y reiniciar la encuesta

Encuesta sobre la información general de un objeto docente

Esta es una encuesta a profesores y alumnos dirigida a formar parte de un experimento para la tesis de Eva García López.

0% 100%

Objetos docentes en general

Las siguientes preguntas van dirigidas sobre objetos docentes web, es decir, cuando son visualizados desde un navegador web. Por favor, indique su grado de conformidad con las siguientes afirmaciones(1=totalmente en desacuerdo; 5=totalmente de acuerdo).

***Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar el título del objeto docente**

1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre el título del objeto docente**

1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar el autor del objeto docente**

1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre el autor del objeto docente**

- 1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que siempre es NECESARIO (es decir, imprescindible) mostrar la fecha de última actualización del objeto docente**

- 1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) mostrar siempre la fecha de última actualización del objeto docente**

- 1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que sería NECESARIO (es decir, imprescindible) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web**

- 1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web**

1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***¿Qué otra información cree que es IMPRESCINDIBLE (es decir, usted lo incluiría siempre) en un objeto docente basado en web?**

? Si no cree que ninguna otra información sea imprescindible, por favor, responda "Ninguna".

***¿Qué otra información cree que sería RECOMENDABLE (es decir, no sería necesario incluirlo obligatorio pero sí sería positivo) en un objeto docente basado en web?**

? Si no cree que ninguna otra información sea recomendable, por favor, responda "Ninguna".

Guardar y Volver en otro momento

Siguiente >>

Salir y reiniciar la encuesta

Encuesta sobre la información general de un objeto docente

Esta es una encuesta a profesores y alumnos dirigida a formar parte de un experimento para la tesis de Eva García López.

0% 100%

Objetos docentes en m-learning

Las siguientes preguntas van dirigidas sobre objetos docentes web en m-learning, es decir, cuando son visualizados desde un dispositivo móvil. Por favor, indique su grado de conformidad con las siguientes afirmaciones (1=totalmente en desacuerdo; 5=totalmente de acuerdo).

***Creo que sería NECESARIO (es decir, imprescindible) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web cuando el objeto docente va a ser visualizado desde un dispositivo móvil**

1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

***Creo que sería ÚTIL (es decir, no obligatorio pero sí recomendable) poner el título del objeto docente en la ventana de la página web cuando el objeto docente va a ser visualizado desde un dispositivo móvil**

1 2 3 4 5

***Por favor, justifique su respuesta anterior**

Guardar y Volver en otro momento

Enviar

Salir y reiniciar la encuesta

Anexo 3: Encuesta de satisfacción del experimento 9.3.6

Perfil del sujeto

Nombre y apellidos	
---------------------------	--

Marcar con una cruz donde corresponda:

Género	Hombre	
	Mujer	
Edad	7-17	
	18-24	
	25-34	
	35-49	
	+50	
Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	
	Usuario intermedio	
	Usuario novato	
	No usuario	
Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Sin estudios	
	Estudios primarios	
	Estudios secundarios	
	Estudios de bachillerato	
	Módulo de grado superior	
	Ingeniero Técnico/Diplomado	
	Ingeniero/Licenciado	
	Máster Universitario	
Doctorado		
Marca y modelo de móvil utilizado habitualmente		
¿Con qué frecuencia utiliza Internet (Wifi o 3G) en el móvil?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
¿Con qué frecuencia utiliza el móvil para formación online?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
Si no contestó "Nunca" en la pregunta anterior, indique el sistema m-learning que utiliza		
¿Cómo visualizó el texto en el experimento? (Lo leyó, lo miró por encima, etc.)		

Encuesta de satisfacción

Cuestiones generales

Tras haber realizado el experimento, por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
1. El hecho de presentar todo el contenido en una <i>misma</i> página me ha parecido, en general, <i>cómodo y fácil de utilizar</i> para el experimento realizado.						
2. El hecho de presentar el contenido en <i>distintas</i> páginas me ha parecido, en general, <i>cómodo y fácil de utilizar</i> para el experimento realizado.						
3. El hecho de presentar todo el contenido en una <i>misma</i> página me ha parecido <i>eficiente</i> para encontrar las palabras.						
4. El hecho de presentar el contenido en <i>distintas</i> páginas me ha parecido <i>eficiente</i> para encontrar las palabras.						
5. El hecho de presentar todo el contenido en una <i>misma</i> página me ha parecido eficiente para responder las preguntas.						
6. El hecho de presentar el contenido en <i>distintas</i> páginas me ha parecido eficiente para responder las preguntas.						

Por favor, indique qué forma de presentación de contenidos elegiría para los siguientes tipos de páginas:

	Todo en una misma página	Paginación	Otra (especificar)
Homepages (la primera página que se ve al entrar a un sitio web)			
Páginas de navegación (fundamentalmente con enlaces)			
Páginas de "visión general" (overview pages)			
Páginas en las que necesita leer el contenido sin interrupciones			
Páginas que desea poder imprimir			

Por favor, justifique sus decisiones anteriores:

	Motivo
Homepages (la primera página que se ve al entrar a un sitio web)	
Páginas de navegación (fundamentalmente con enlaces)	

Páginas de "visión general" (overview pages)	
Páginas en las que necesita leer el contenido sin interrupciones	
Páginas que desea poder imprimir	

Cuestiones sobre m-learning

Para una página de presentación o visión general de un curso (como la que ha utilizado en el experimento), por favor, indique cómo de adecuada le parece cada tipo de presentación de la información, en una escala del 0 al 5 (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
Contenido dividido en varias páginas (paginación)						
Todo el contenido en la misma página						

Para el aprendizaje virtual mediante dispositivos móviles (m-learning), indique lo que prefiere en cada caso:

	Todo en una misma página (páginas largas)	Paginación (páginas cortas)	Otra (especificar)
Página de presentación o visión general del curso			
Un capítulo de un curso			
El curso en general (compuesto por varios capítulos)			

Por favor, justifique sus decisiones anteriores:

	Motivo
Página de presentación o visión general del curso	

Un capítulo de un curso	
El curso en general (compuesto por varios capítulos)	

Si hay algún detalle que quiera explicar, aclarar, concretar o añadir algo sobre sus decisiones o sobre el tipo de páginas adecuadas para m-learning, hágalo a continuación:

Si desea hacer constar algo sobre la prueba que ha experimentado, hágalo a continuación:

Anexo 4: Encuesta de satisfacción del experimento 9.3.7

Perfil del sujeto

Nombre y apellidos	
---------------------------	--

Marcar con una cruz donde corresponda:

Género	Hombre	
	Mujer	
Edad	7-17	
	18-24	
	25-34	
	35-49	
	+50	
Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	
	Usuario intermedio	
	Usuario novato	
	No usuario	
Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Sin estudios	
	Estudios primarios	
	Estudios secundarios	
	Estudios de bachillerato	
	Módulo de grado superior	
	Ingeniero Técnico/Diplomado	
	Ingeniero/Licenciado	
	Máster Universitario	
	Doctorado	

Encuesta de satisfacción

Tras haber realizado el experimento, por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
1. El método de <i>paginación</i> me ha parecido <i>cómodo y fácil de utilizar</i> para el experimento realizado.						
2. El método de <i>enlaces internos</i> me ha parecido <i>cómodo y fácil de utilizar</i> para el experimento realizado.						
3. El método de <i>scroll</i> me ha parecido <i>cómodo y fácil de utilizar</i> para el experimento realizado.						
4. El método de <i>paginación</i> me ha parecido <i>eficiente</i> para encontrar la información.						
5. El método de <i>enlaces internos</i> me ha parecido <i>eficiente</i> para encontrar la información.						
6. El método de <i>scroll vertical</i> me ha parecido <i>eficiente</i> para encontrar la información.						

Teniendo en cuenta que el experimento realizado se ha llevado a cabo para una página web cuyo contenido se encuentra dividido en secciones, y que pueden existir otro tipo de páginas web cuyo contenido no se encuentre repartido de esa manera, responda del 0 al 5 (0 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo):

	0	1	2	3	4	5
7. El método de <i>paginación</i> me parece adecuado para todo tipo de páginas web que se visualizaran en un dispositivo móvil.						
8. El método de <i>enlaces internos</i> me parece adecuado para todo tipo de páginas web que se visualizaran en un dispositivo móvil.						
9. El método de <i>scroll vertical</i> me parece adecuado para todo tipo de páginas web que se visualizaran en un dispositivo móvil.						
10. El método más adecuado a utilizar dependería del tipo de contenidos.						

Por favor, justifique sus respuestas 7, 8, 9 y 10, indicando en qué distribución de contenidos (tipo de página web) estaba pensando cuando respondió.

Si desea hacer constar algo sobre la prueba que ha experimentado, hágalo a continuación:

Anexo 5: Encuesta de satisfacción del experimento 9.3.8

Perfil del sujeto

Nombre y apellidos	
---------------------------	--

Marcar con una cruz donde corresponda:

Género	Hombre	
	Mujer	
Edad	7-17	
	18-24	
	25-34	
	35-49	
	+50	
Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	
	Usuario intermedio	
	Usuario novato	
	No usuario	
Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Sin estudios	
	Estudios primarios	
	Estudios secundarios	
	Estudios de bachillerato	
	Módulo de grado superior	
	Ingeniero Técnico/Diplomado	
	Ingeniero/Licenciado	
	Máster Universitario	
Doctorado		
Marca y modelo de móvil utilizado habitualmente		
¿Con qué frecuencia utiliza Internet (Wifi o 3G) en el móvil?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
¿Con qué frecuencia utiliza el móvil para formación online?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
Si no contestó "Nunca" en la pregunta anterior, indique el sistema m-learning que utiliza		
¿Cómo visualizó el texto en el experimento? (Lo leyó, lo miró por encima, etc.)		

Encuesta de satisfacción

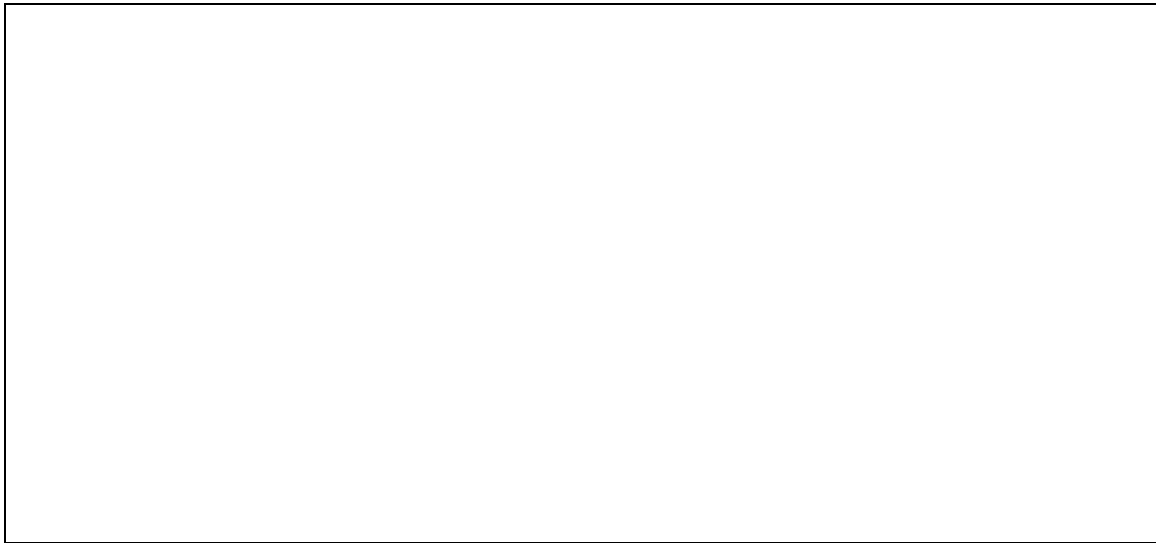
Tras haber realizado el experimento, por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
1. El <i>scroll horizontal</i> me ha parecido cómodo y fácil de utilizar para el experimento realizado con la pantalla en <i>vertical</i> .						
2. El <i>scroll horizontal</i> me ha parecido cómodo y fácil de utilizar para el experimento realizado con la pantalla en <i>horizontal</i> .						
3. El hecho de tener <i>scroll horizontal</i> cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en <i>vertical</i> me parece eficiente para encontrar la información.						
4. El hecho de <i>NO</i> tener <i>scroll horizontal</i> cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en <i>vertical</i> me parece eficiente para encontrar la información.						
5. El hecho de tener <i>scroll horizontal</i> cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en <i>horizontal</i> me parece eficiente para encontrar la información.						
6. El hecho de <i>NO</i> tener <i>scroll horizontal</i> cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en <i>horizontal</i> me parece eficiente para encontrar la información.						
7. Prefiero tener <i>scroll horizontal</i> a no tenerlo cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en <i>vertical</i> .						
8. Prefiero tener <i>scroll horizontal</i> a no tenerlo cuando utilizo el dispositivo con la pantalla en <i>horizontal</i> .						

Teniendo en cuenta que el experimento realizado se ha llevado a cabo para una página web cuyo contenido era todo texto, y que pueden existir otro tipo de páginas web cuyo contenido sea mixto (por ejemplo, texto, imágenes, tablas, etc.), responda del 0 al 5 (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
9. El hecho de disponer de <i>scroll horizontal</i> me parece adecuado para todo tipo de páginas web que se visualizaran en un dispositivo móvil con la pantalla en <i>vertical</i> .						
10. El hecho de disponer de <i>scroll horizontal</i> me parece adecuado para todo tipo de páginas web que se visualizaran en un dispositivo móvil con la pantalla en <i>horizontal</i> .						
11. La utilización más adecuada del <i>scroll horizontal</i> (es decir, si debe usarse o no) depende del tipo de contenidos mostrados en la web.						
12. En un dispositivo móvil prefiero tener <i>scroll vertical</i> a <i>scroll horizontal</i> para navegar.						
13. En un dispositivo móvil prefiero tener <i>scroll horizontal</i> a <i>scroll vertical</i> para navegar.						
14. Pienso que el <i>scroll</i> no debe evitarse (para navegar) en un dispositivo móvil, pero es mejor tener solamente uno de los dos tipos de <i>scroll</i> (<i>horizontal</i> o <i>vertical</i>), no ambos a la vez.						

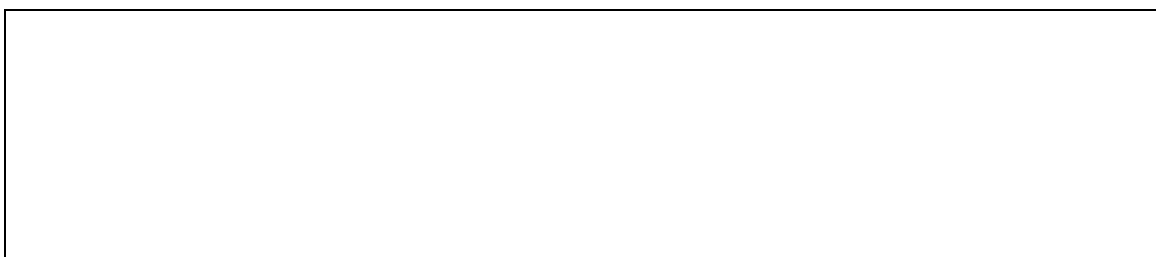
Por favor, indique para qué tipos de contenidos (tipo de página web) cree que sería más adecuado utilizar **scroll horizontal** y para cuáles no; así como la utilización del dispositivo con **orientación** horizontal o vertical.



Por favor, indique qué tipo de estructura (**con scroll o sin scroll horizontal**) cree que sería más adecuada para la formación mediante sistemas **m-learning**, así como la orientación del dispositivo (**vertical u horizontal**) que piensa que puede ser más adecuada para ello. Justifíquelo.



Si desea hacer constar algo sobre la prueba que ha experimentado, hágalo a continuación:



Anexo 6: Encuesta de satisfacción del experimento 9.4.10

Perfil del sujeto

Nombre y apellidos	
---------------------------	--

Marcar con una cruz donde corresponda:

Género	Hombre	<input type="checkbox"/>
	Mujer	<input type="checkbox"/>
Edad	7-17	<input type="checkbox"/>
	18-24	<input type="checkbox"/>
	25-34	<input type="checkbox"/>
	35-49	<input type="checkbox"/>
	+50	<input type="checkbox"/>
Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	<input type="checkbox"/>
	Usuario intermedio	<input type="checkbox"/>
	Usuario novato	<input type="checkbox"/>
	No usuario	<input type="checkbox"/>
Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Sin estudios	<input type="checkbox"/>
	Estudios primarios	<input type="checkbox"/>
	Estudios secundarios	<input type="checkbox"/>
	Estudios de bachillerato	<input type="checkbox"/>
	Módulo de grado superior	<input type="checkbox"/>
	Ingeniero Técnico/Diplomado	<input type="checkbox"/>
	Ingeniero/Licenciado	<input type="checkbox"/>
	Máster Universitario	<input type="checkbox"/>
Doctorado	<input type="checkbox"/>	
Marca y modelo de móvil utilizado habitualmente		
¿Con qué frecuencia utiliza Internet (Wifi o 3G) en el móvil?	Nunca	<input type="checkbox"/>
	Rara vez	<input type="checkbox"/>
	A veces	<input type="checkbox"/>
	Mucho	<input type="checkbox"/>
¿Con qué frecuencia utiliza el móvil para formación online?	Nunca	<input type="checkbox"/>
	Rara vez	<input type="checkbox"/>
	A veces	<input type="checkbox"/>
	Mucho	<input type="checkbox"/>
Si no contestó "Nunca" en la pregunta anterior, indique el sistema m-learning que utiliza		

Encuesta de satisfacción

Tras haber realizado el experimento, por favor, responda a las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuántas veces ha utilizado el navegador de cada plataforma (antes del experimento)?

	Nunca	Rara vez	A veces	Mucho
iPhone				
Windows Phone				
Android				
BlackBerry con teclado				
BlackBerry táctil				
Symbian				

2. A veces puede resultar algo incómodo el hecho de que un enlace se abra en una nueva ventana, dependiendo de la comodidad del navegador para cambiar entre ventanas. Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, por favor, indique para cada uno de los navegadores de las siguientes plataformas si haría clic en el enlace si le interesara, sólo cuando fuera estrictamente necesario, o en otro caso.

	Sólo si me interesara el enlace	Sólo si fuera estrictamente necesario	En otro caso (especificar)
iPhone			
Windows Phone			
Android			
BlackBerry con teclado			
BlackBerry táctil			
Symbian			

3. Por favor, justifique sus respuestas anteriores.

	Justificación
iPhone	
Windows Phone	
Android	
BlackBerry con teclado	

BlackBerry táctil	
Symbian	

4. ¿Preferiría que se le avisara previamente (por ejemplo, mediante un icono al lado del enlace) cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?

	Nunca	Siempre	En otro caso (especificar)
iPhone			
Windows Phone			
Android			
BlackBerry con teclado			
BlackBerry táctil			
Symbian			

5. ¿Cómo preferiría que se le avisara cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?

	Mediante texto	Mediante un icono	De otra forma (especificar)
iPhone			
Windows Phone			
Android			
BlackBerry con teclado			
BlackBerry táctil			
Symbian			

PREGUNTAS SOBRE M-LEARNING

Por favor, responda a las siguientes cuestiones pensando ahora que está utilizando un **sistema m-learning** (Moodle, Blackboard, etc. desde el móvil).

1. En m-learning, sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, por favor, indique para cada uno de los navegadores de las siguientes plataformas si haría clic en el enlace si le interesara, sólo cuando fuera estrictamente necesario, o en otro caso.

	Sólo si me interesara el enlace	Sólo si fuera estrictamente necesario	En otro caso (especificar)
iPhone			
Windows Phone			
Android			
BlackBerry con teclado			
BlackBerry táctil			
Symbian			

2. Por favor, justifique sus respuestas anteriores.

	Justificación
iPhone	
Windows Phone	
Android	
BlackBerry con teclado	
BlackBerry táctil	
Symbian	

3. En m-learning, ¿preferiría que se le avisara previamente (por ejemplo, mediante un icono al lado del enlace) cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?

	Nunca	Siempre	En otro caso (especificar)
iPhone			
Windows Phone			
Android			
BlackBerry con teclado			
BlackBerry táctil			
Symbian			

4. En m-learning, suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir una nueva página, considera que es **necesario** (es decir, obligatorio) que se le avise...

	Nunca	Si la página que se va a abrir es externa al curso	Siempre	En otro caso (especificar)
iPhone				
Windows Phone				
Android				
BlackBerry con teclado				
BlackBerry táctil				
Symbian				

5. En m-learning, suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir una nueva página, considera que es **útil** (es decir, no es obligatorio pero sí sería positivo) que se le avise...

	Nunca	Si la página que se va a abrir es externa al curso	Siempre	En otro caso (especificar)
iPhone				
Windows Phone				
Android				
BlackBerry con teclado				

BlackBerry táctil				
Symbian				

PREGUNTAS SOBRE NAVEGACIÓN EN PC

Por favor, responda a las siguientes cuestiones pensando ahora en un PC, es decir, cuando navega **mediante un ordenador**.

1. Sabiendo que un enlace se abrirá en una nueva ventana, por favor, indique si haría clic en el enlace si le interesara, sólo cuando fuera estrictamente necesario, o en otro caso.

	Seleccionar una
Sólo si me interesara el enlace	
Sólo si fuera estrictamente necesario	
En otro caso (especificar)	

2. Por favor, justifique su respuesta anterior.

3. ¿Preferiría que se le avisara previamente (por ejemplo, mediante un icono al lado del enlace) cuando se fuera a abrir una nueva ventana o pestaña al pulsar un enlace?

	Seleccionar una
Nunca	
Siempre	
En otro caso (especificar)	

4. En e-learning, suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir una nueva página, considera que es **necesario** (es decir, obligatorio) que se le avise...

	Seleccionar una
Nunca	
Si la página que se va a abrir es externa al curso	
Siempre	
En otro caso (especificar)	

5. En e-learning, suponiendo que está viendo un curso y si hace clic en el enlace se le va a abrir una nueva página, considera que es **útil** (es decir, no es obligatorio pero sí sería positivo) que se le avise...

	Seleccionar una
Nunca	
Si la página que se va a abrir es externa al curso	
Siempre	
En otro caso (especificar)	

Por favor, dé su opinión general sobre el hecho de informársele o no cuando un enlace se va a abrir en una nueva ventana **en un dispositivo móvil**, justificándolo:

Si desea hacer constar algo sobre la prueba que ha experimentado, hágalo a continuación:

Anexo 7: Encuesta de satisfacción del experimento 9.4.13

Perfil del sujeto

Nombre y apellidos	
---------------------------	--

Marcar con una cruz donde corresponda:

Género	Hombre	
	Mujer	
Edad	7-17	
	18-24	
	25-34	
	35-49	
	+50	
Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	
	Usuario intermedio	
	Usuario novato	
	No usuario	
Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Sin estudios	
	Estudios primarios	
	Estudios secundarios	
	Estudios de bachillerato	
	Módulo de grado superior	
	Ingeniero Técnico/Diplomado	
	Ingeniero/Licenciado	
	Máster Universitario	
Doctorado		
Marca y modelo de móvil utilizado habitualmente		
¿Con qué frecuencia utiliza Internet (Wifi o 3G) en el móvil?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
¿Con qué frecuencia utiliza el móvil para formación online?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
Si no contestó "Nunca" en la pregunta anterior, indique el sistema m-learning que utiliza		
¿Cómo visualizó el texto en el experimento? (Lo leyó, lo miró por encima, etc.)		

Encuesta de satisfacción

Cuestiones sobre la visualización de enlaces cortos

¿Cuántos enlaces cree que tiene el texto?	
¿Su respuesta anterior es segura 100% o tiene dudas en algún enlace? ¿En cuál tiene dudas?	

¿De qué enlaces no se imagina cuál puede ser su destino? Es decir, si pulsara en el enlace, no se imagina lo que se le mostraría en la página de destino.

Con esta configuración de enlaces cortos, ¿qué piensa, en general, que va a obtener si hace click en el enlace? (una definición, un artículo donde se explica o justifica el contenido, etc.)

¿Hay algún enlace en particular que le parece que esté mal indicado? ¿Cuál? ¿Por qué?

Por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
1. Un texto con enlaces cortos es cómodo de leer.						
2. El destino de los enlaces cortos es fácilmente comprensible.						

Por favor, indique su opinión general acerca de los enlaces cortos:

Cuestiones sobre la visualización de enlaces medios

¿Cuántos enlaces cree que tiene el texto?	
¿Su respuesta anterior es segura 100% o tiene dudas en algún enlace? ¿En cuál tiene dudas?	

¿De qué enlaces no se imagina cuál puede ser su destino? Es decir, si pulsara en el enlace, no se imagina lo que se le mostraría en la página de destino.

Con esta configuración de enlaces medios, ¿qué piensa, en general, que va a obtener si hace click en el enlace? (una definición, un artículo donde se explica o justifica el contenido, etc.)

¿Hay algún enlace en particular que le parece que esté mal indicado? ¿Cuál? ¿Por qué?

Por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
1. Un texto con enlaces de tamaño medio es cómodo de leer.						
2. El destino de los enlaces medios es fácilmente comprensible.						

Por favor, indique su opinión general acerca de los enlaces medios:

Cuestiones sobre la visualización de enlaces largos

¿Cuántos enlaces cree que tiene el texto?	
¿Su respuesta anterior es segura 100% o tiene dudas en algún enlace? ¿En cuál tiene dudas?	

¿De qué enlaces no se imagina cuál puede ser su destino? Es decir, si pulsara en el enlace, no se imagina lo que se le mostraría en la página de destino.

Con esta configuración de enlaces largos, ¿qué piensa, en general, que va a obtener si hace click en el enlace? (una definición, un artículo donde se explica o justifica el contenido, etc.)

¿Hay algún enlace en particular que le parece que esté mal indicado? ¿Cuál? ¿Por qué?

Por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (0 = *totalmente en desacuerdo*; 5 = *totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
1. Un texto con enlaces largos es cómodo de leer.						
2. El destino de los enlaces largos es fácilmente comprensible.						

Por favor, indique su opinión general acerca de los enlaces largos:

Cuestiones sobre la visualización de enlaces largos (con alineación justificada)

¿Cuántos enlaces cree que tiene el texto?	
¿Su respuesta anterior es segura 100% o tiene dudas en algún enlace? ¿En cuál tiene dudas?	

¿De qué enlaces no se imagina cuál puede ser su destino? Es decir, si pulsara en el enlace, no se imagina lo que se le mostraría en la página de destino.

Con esta configuración de enlaces largos con alineación justificada, ¿qué piensa, en general, que va a obtener si hace click en el enlace? (una definición, un artículo donde se explica o justifica el contenido, etc.)

¿Hay algún enlace en particular que le parece que esté mal indicado? ¿Cuál? ¿Por qué?

Por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (0 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo):

	0	1	2	3	4	5
1. Un texto con enlaces largos y alineación justificada es cómodo de leer.						
2. El destino de los enlaces largos y alineación justificada es fácilmente comprensible.						

Por favor, indique su opinión general acerca de los enlaces largos con alineación justificada:

Anexo 8: Encuesta de satisfacción del experimento 9.5.1

Perfil del sujeto

Nombre y apellidos	
---------------------------	--

Marcar con una cruz donde corresponda:

Género	Hombre	
	Mujer	
Edad	7-17	
	18-24	
	25-34	
	35-49	
	+50	
Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	
	Usuario intermedio	
	Usuario novato	
	No usuario	
Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Sin estudios	
	Estudios primarios	
	Estudios secundarios	
	Estudios de bachillerato	
	Módulo de grado superior	
	Ingeniero Técnico/Diplomado	
	Ingeniero/Licenciado	
	Máster Universitario	
Doctorado		
Marca y modelo de móvil utilizado habitualmente		
¿Con qué frecuencia utiliza Internet (Wifi o 3G) en el móvil?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
¿Con qué frecuencia utiliza el móvil para formación online?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
Si no contestó "Nunca" en la pregunta anterior, indique el sistema m-learning que utiliza		

Encuesta de satisfacción

Cuestiones generales sobre la adecuación del componente al tipo de dato a introducir

Por favor, evalúe (según su criterio) la adecuación de cada elemento para cada dato introducido en una escala del 0 al 5 (*0 = totalmente inadecuado; 5 = totalmente adecuado*):

	Campo de texto	Lista desplegable	Radiobutton
1. Sexo			
2. Edad			
3. País de nacimiento			
4. Provincia de la vivienda habitual			

¿Qué componente le ha sido más cómodo para introducir los datos en cada caso? (*Señalar únicamente una X por cada fila*)

	Campo de texto	Lista desplegable	Radiobutton
1. Sexo			
2. Edad			
3. País de nacimiento			
4. Provincia de la vivienda habitual			

Por favor, justifique por qué eligió cada componente en la pregunta anterior:

	Justificación
1. Sexo	
2. Edad	
3. País de nacimiento	
4. Provincia de la vivienda habitual	

Cuestiones sobre la adecuación del componente al tipo de dato a introducir, en el caso concreto de visualizarse en un dispositivo móvil

Por favor, indique su grado de conformidad con la afirmación siguiente (*0 = totalmente de desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
En un dispositivo móvil los elementos de entrada adecuados para cada caso (radiobutton, campos de texto, etc.) deberían ser iguales que en un PC, es decir, lo que es más adecuado en un PC para un determinado caso (tipo de dato a introducir), también lo es en un dispositivo móvil						

Por favor, justifique su anterior respuesta:

Si desea hacer constar algo sobre la prueba que ha experimentado, o aclarar algo sobre alguna de sus respuestas anteriores, hágalo a continuación:

Por favor, indique sus datos correctos:

Sexo:

Edad:

País de nacimiento:

Provincia de la vivienda habitual:

Anexo 9: Encuesta de satisfacción del experimento 9.6.6

Perfil del sujeto

Nombre y apellidos	
---------------------------	--

Marcar con una cruz donde corresponda:

Género	Hombre	
	Mujer	
Edad	7-17	
	18-24	
	25-34	
	35-49	
	+50	
Experiencia utilizando dispositivos móviles	Usuario experto	
	Usuario intermedio	
	Usuario novato	
	No usuario	
Grado de formación académica (indique únicamente la titulación más alta alcanzada)	Sin estudios	
	Estudios primarios	
	Estudios secundarios	
	Estudios de bachillerato	
	Módulo de grado superior	
	Ingeniero Técnico/Diplomado	
	Ingeniero/Licenciado	
	Máster Universitario	
Doctorado		
Marca y modelo de móvil utilizado habitualmente		
¿Con qué frecuencia utiliza Internet (Wifi o 3G) en el móvil?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
¿Con qué frecuencia utiliza el móvil para formación online?	Nunca	
	Rara vez	
	A veces	
	Siempre	
Si no contestó "Nunca" en la pregunta anterior, indique el sistema m-learning que utiliza		
¿Cómo visualizó el texto en el experimento? (Lo leyó, lo miró por encima, etc.)		

Encuesta de satisfacción

Cuestiones generales

Tras haber realizado el experimento, por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (*0 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo*), teniendo en cuenta que se habla sobre el **dispositivo táctil** que utiliza "pinch zoom" (pellizco) para ampliar y reducir el tamaño del texto:

	0	1	2	3	4	5
1. Me resulta <i>cómodo</i> el método de hacer <i>zoom</i> para ampliar y/o reducir el texto.						
2. Me resulta <i>cómodo</i> el método de utilizar los <i>botones A+ y A-</i> para ampliar y/o reducir el texto.						
3. Me resulta <i>eficiente</i> el método de hacer <i>zoom</i> para ampliar y/o reducir el texto.						
4. Me resulta <i>eficiente</i> el método de utilizar los <i>botones A+ y A-</i> para ampliar y/o reducir el texto.						

Por favor, repita lo anterior pero esta vez pensando en un **dispositivo no táctil** como el que ha utilizado durante el experimento:

	0	1	2	3	4	5
5. Me resulta <i>cómodo</i> el método de hacer <i>zoom</i> para ampliar y/o reducir el texto.						
6. Me resulta <i>cómodo</i> el método de utilizar los <i>botones A+ y A-</i> para ampliar y/o reducir el texto.						
7. Me resulta <i>eficiente</i> el método de hacer <i>zoom</i> para ampliar y/o reducir el texto.						
8. Me resulta <i>eficiente</i> el método de utilizar los <i>botones A+ y A-</i> para ampliar y/o reducir el texto.						

Cuestiones enfocadas al m-learning

Suponiendo ahora que se trata de sistemas m-learning (aprendizaje virtual a través de un dispositivo móvil), y centrándose en un **dispositivo táctil**, por favor, indique su grado de conformidad con las afirmaciones siguientes (*0 = totalmente en desacuerdo; 5 = totalmente de acuerdo*):

	0	1	2	3	4	5
9. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría el <i>zoom</i> del propio dispositivo.						
10. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría los <i>botones</i> de ampliar y reducir texto (<i>A+ y A-</i>).						

Por favor, justifique sus respuestas anteriores:

Por favor, repita lo anterior pero esta vez pensando en un **dispositivo no táctil** como el que ha utilizado durante el experimento:

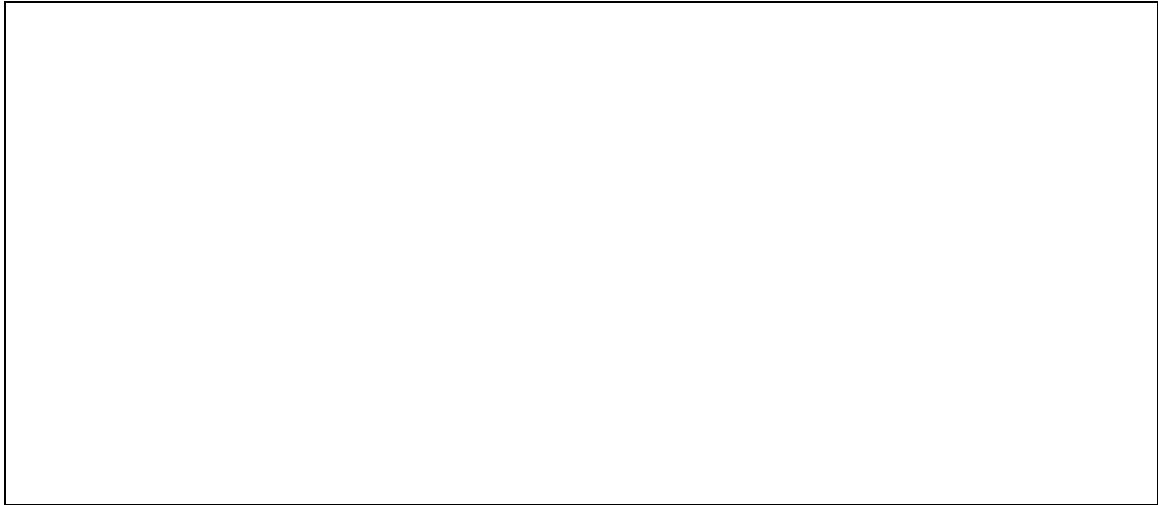
	0	1	2	3	4	5
11. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría el <i>zoom</i> del propio dispositivo.						
12. Para ampliar el texto en un sistema m-learning utilizaría los <i>botones</i> de ampliar y reducir texto (A+ y A-).						

Por favor, justifique sus respuestas anteriores:

Por favor, indique qué **ventajas** cree que tiene el método de ampliar el texto con el **zoom** del propio dispositivo (recuerde que es diferente en un dispositivo táctil que en uno que no lo es).

Por favor, indique qué **desventajas** cree que tiene el método de ampliar el texto con el **zoom** del propio dispositivo (recuerde: es diferente en un dispositivo táctil que en uno que no lo es).

Por favor, indique qué **ventajas** cree que tiene el método de ampliar el texto con los **botones** A+ y A- (recuerde que es diferente en un dispositivo táctil que en uno que no lo es).



Por favor, indique qué **desventajas** cree que tiene el método de ampliar el texto con los **botones** A+ y A- (recuerde que es diferente en un dispositivo táctil que en uno que no lo es).



Si desea hacer constar algo sobre la prueba que ha experimentado, o aclarar alguna de sus respuestas anteriores, hágalo a continuación:

