

07-006

THE INFLUENCE OF ADAPTED INTERACTIVE ENVIRONMENTS IN CURRENT INDUSTRIAL INTERFACES ACCEPTANCE.

Mazmela Etxabe, Maitane⁽¹⁾; Lasa Erle, Ganix⁽¹⁾; Aranburu Zabalo, Erik⁽¹⁾; Gonzalez Ochoantesana, Itsaso⁽¹⁾; Val Jáuregui, Ester⁽¹⁾

⁽¹⁾Mondragon Unibertsitatea

User experience is a growing field of research, which in recent years has gained considerable interest. During the last two decades, various models have been proposed to understand why users accept technologies and interactive environments. This information may be relevant for companies that are integrating technological solutions in their organizations so that they can create systems that do not generate adoption barriers and improve current industrial interfaces.

This communication presents a study that analyzes the acceptance and behavioural intention to use an industrial interactive environment adapted to the users, focusing on the System Usability Scale (SUS). Based on obtained results, the study concludes that adapted interactive environments help to minimize the difficulty and effort perception.

Keywords: *Sistem Usability Scale; Technology acceptance; Usability; Interactive Environments, industrial HMI's*

LA INFLUENCIA DE LOS ENTORNOS INTERACTIVOS ADAPTADOS EN LA ACEPTACIÓN DE INTERFACES INDUSTRIALES ACTUALES.

La experiencia de usuario es un campo de investigación en crecimiento, que en los últimos años ha ganado considerable interés. Durante las dos últimas décadas, han sido planteados diversos modelos para entender el por qué los usuarios aceptan las tecnologías y entornos interactivos. Esta información puede ser relevante para las compañías que están integrando soluciones tecnológicas en sus organizaciones, de forma que podrán crear sistemas que no generen barreras de adopción y mejorar las interfaces industriales actuales.

Esta comunicación presenta un estudio que analiza la aceptación e intención de comportamiento durante el uso de un entorno interactivo industrial adaptado a los usuarios cogiendo como base la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS). En base a los resultados obtenidos, el estudio concluye que los entornos interactivos adaptados ayudan a minimizar la percepción de dificultad y esfuerzo.

Palabras clave: *Escala de evaluación de sistema; aceptación tecnológica; usabilidad; entornos interactivos; HMIs industriales*

Correspondencia: Maitane Mazmela Etxabe; mmazmela@mondragon.edu



©2018 by the authors. Licensee AEIPRO, Spain. This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introducción

En los últimos años la tecnología está evolucionando a un ritmo muy elevado. El mercado está siendo actualizado y renovado con una frecuencia desconocida hasta el momento y en el entorno industrial, son cada vez más las compañías que han comenzado a incorporar innovaciones tecnológicas con el fin de mejorar su productividad.

En el contexto industrial, existe preocupación acerca de asegurar la adopción exitosa de estas tecnologías o softwares, porque la tecnología impacta en el bienestar, que puede ser especialmente importante cuando se estudian las tecnologías de uso diario o frecuentes, como sistemas de trabajo y equipos. En esta comunicación, los HMIs industriales serán objeto de estudio, siendo el objetivo comprender los factores que influyen durante la interacción entre operarios e interfaces industriales y conocer la aplicabilidad de SUS (Escala de usabilidad del sistema) (Brooke, 1996) en la evaluación de dichas interfaces. Esto facilitará el desarrollo de nuevos entornos interactivos adaptados a las necesidades de las personas y permitirá así mejorar la experiencia de los trabajadores y por consiguiente la eficiencia (Davidson, 2009).

Para ello, es importante conocer las características, necesidades y contexto de uso en el que van a interactuar las personas que utilizarán el sistema. Un diseño orientado a cubrir las necesidades de usuario, favorece en el desarrollo de trabajadores más activos, críticos, participativos y motivados. Por ello, la usabilidad, podría ser considerada como la disciplina apropiada para aumentar las interacciones satisfactorias y a consecuencia de ello, la eficiencia.

Por todo ello, es necesario integrar HMIs industriales diseñados teniendo en cuenta aspectos de usabilidad. Siendo sistemas de uso cotidiano, deben ser interfaces sencillas, cómodas e intuitivas, ya que la facilidad de uso mejorará y debido a ello aumentará la eficiencia de los trabajadores. Así, los HMIs industriales deberán seguir los criterios de eficiencia (para obtener los resultados requeridos sin dificultad o esfuerzo excesivo por parte del operador), seguridad (permitir al usuario recuperarse fácilmente de errores), comodidad y adaptabilidad (adaptación del medio de trabajo a la persona), (Beltré, 2008).

1.1 Criterios de usabilidad y evaluación de interfaces

Las alternativas que permiten evaluar una interfaz gráfica se categorizan en tres grupos en base al tipo de procedimiento utilizado: (i) evaluación realizada por expertos; evaluación heurística (Nielsen y Molich, 1990), (ii) test de usuario y cuestionarios orientados a conocer el nivel de satisfacción de los usuarios y (iii) herramientas especializadas que facilitan una medición más precisa y automatizada de la usabilidad. Los cuestionarios se utilizan para comprobar la usabilidad del software y deberían ser diseñadas por expertos, siendo completadas por usuarios actuales o potenciales.

Existen diversos cuestionarios para evaluar la usabilidad de sistemas interactivos, tales como SUS (Brooke, 1996), QUIS (Chin, Diehl & Norman, 1988) CSUQ (Lewis, 1995), SUMI (Kirakowski, y Corbett, 1993), WAMMI (Kirakowski y Cierlik, 1998), MUMMS o Words de Microsoft (Benedek y Miner, 2002).

La principal ventaja de utilizar cuestionarios es que se consigue recoger respuestas concretas que aportan datos discretos comprobables mediante técnicas estadísticas. En esta comunicación se evaluarán dos interfaces industriales haciendo uso de un cuestionario orientado a evaluar la usabilidad del sistema, concretamente la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS).

1.2 Modelo de evaluación SUS

Tal y como se ha mencionado anteriormente, medir la usabilidad es un desafío continuo para las organizaciones que se preocupan por mejorar la experiencia del usuario. Los softwares a estudiar en este trabajo de investigación, se evaluarán mediante el modelo de evaluación SUS (Escala de Usabilidad del Sistema), (Brooke, 1996) utilizado para realizar mediciones rápidas sobre cuánto de usables consideran las personas los sistemas con los que interactúan. Ha demostrado ser una herramienta extremadamente simple y confiable (Brooke, 2013).

El SUS es una escala que consta de 10 preguntas que se valoran mediante una escala Likert de cinco puntos con un rango de puntuación ponderado de 0-100. La herramienta pide a los usuarios que califiquen su nivel de acuerdo o desacuerdo con las 10 afirmaciones, mitad redactada de manera positiva, mitad negativa, sobre el software a evaluar.

El SUS se considera el método de evaluación más adecuado para el presente estudio debido a los motivos que se listan a continuación:

- El cuestionario SUS es corto y la evaluación se realiza de forma rápida.
- SUS es confiable. Los usuarios responden de manera consistente a los ítems de la escala (Sauro, 2011)
- Los resultados obtenidos pueden ser comprensibles incluso para los no expertos.
- Se ha demostrado que es una medida notablemente robusta para medir la usabilidad del sistema (Bangor, Kortum y Miller, 2008; Lewis y Sauro, 2009; Tullis y Stetson, 2004), incluso con un tamaño de muestra pequeño (Tullis y Stetson, 2004; McLellan, Muddimer y Peres 2012).
- Se puede usar para evaluar la usabilidad de cualquier sistema de software, dispositivo o servicio.
- A diferencia de otros cuestionarios, se proporciona de forma gratuita bajo la única condición de la referencia de la fuente.
- Las puntuaciones del SUS no son porcentajes, a pesar de devolver un valor entre 0 y 100.

2. Objetivos

Este estudio se enmarca en identificar la diferencia en términos de usabilidad de dos softwares diseñados con un mismo objetivo y mismas funcionalidades, siendo la interfaz gráfica el distintivo entre ellos.

El objetivo de este trabajo es múltiple: (a) examinar la aplicabilidad del método SUS en el contexto de la evaluación de usabilidad percibida de los HMI industriales, (b) investigar sobre las asociaciones entre la puntuación SUS y las características de diseño de la interfaz gráfica mediante las dos versiones del software DoGrind.

3. Métodos de investigación

El procedimiento de investigación utilizado es el que se utiliza con la técnica de encuestas (Anguita et al., 2003): (i) identificación del problema, (ii) determinación del diseño de investigación, (iii) especificación de la hipótesis, (iv) definición de variables, (v) selección de la muestra, (vi) diseño del cuestionario, (vii) organización del trabajo de campo, (viii) obtención y tratamiento de los datos y (ix) análisis e interpretación de datos.

Siendo la primera aproximación de estudio en este tema en concreto, como método de investigación se realiza un estudio descriptivo y longitudinal (Argimon-Pallás & Jiménez-

Villa, 2000). El estudio descriptivo permite identificar regularidades en los aspectos del objeto de estudio y plantear hipótesis que puedan ser validadas en estudios posteriores, sin crear relaciones causa-efecto.

De este modo, la presente investigación pretende ser la primera aproximación que permita medir la usabilidad de HMIs industriales mediante sistemas de evaluación SUS.

4. Participantes

El proceso de test de usabilidad ha sido aplicado a 15 usuarios seleccionados considerando sus perfiles, donde se ha solicitado a los participantes que evaluaran la usabilidad de las dos interfaces industriales completando el método de evaluación SUS.

Bangor (2008) examinó las posibles asociaciones entre el sexo o la edad y la puntuación SUS final. Encontraron una correlación negativa significativa entre el puntaje SUS y la edad pero ninguna diferencia significativa entre los puntajes medios del SUS obtenidos de las mujeres y los hombres.

Sauro (2011) examinó la influencia de la experiencia previa con un sitio web en las puntuaciones SUS de los usuarios. Utilizando un gran conjunto de datos de unos 2.000 usuarios que evaluaron la usabilidad de 62 sitios web y 16 productos de software, descubrió que los usuarios con experiencia previa califican los sitios web y productos de software de 6% a 15% más usables que los usuarios primerizos.

Debido a esto, para la investigación a realizar, los participantes son indistintamente mujeres y hombres con una edad comprendida entre 20-35 años, con un uso habitual de TICs y sin experiencia previa con sistemas industriales similares. En todos los estudios, la participación ha sido voluntaria.

5. Condiciones experimentales

5.1 Espacio

El estudio se ha llevado a cabo en un entorno de laboratorio. Las ventajas de este entorno consisten en:

- Buena percepción de lo que el usuario de test realiza por parte del evaluador.
- Una mayor interacción entre el especialista que conduce la prueba y el participante durante el proceso de test.
- El usuario de test se siente más cómodo en un entorno no real y controlado.
- Descubrir ineficiencias del sistema: En un test en laboratorio difícilmente se puede simular las condiciones reales del entorno industrial, pero se pueden recoger problemas como tiempos de espera excesiva o situaciones de indecisión.

Las desventajas consisten en:

- El espacio donde se ha ejecutado el test no proporciona las mismas características que un entorno de trabajo real.

5.2 Software – DoGrind vs Do2Grind

Para este estudio se ha seleccionado el software DoGrind de una máquina rectificadora real de la empresa Danobat S.Coop porque a) tenemos acceso a una gran variedad de recursos en la plataforma real y b) se querían obtener datos sobre su usabilidad percibida y utilizar las mismas para su posterior rediseño c) porque existe un prototipo (Do2Grind) diseñado tomando como base los requisitos de usabilidad con objetivo de mejorar el software DoGrind.

El software cuenta con las siguientes funcionalidades: Machine check, docs, servicio de asistencia, programado del trabajo, optimización de longevidad y calidad superficial de la herramienta.

A continuación, se muestran las dos interfaces industriales que han sido objeto de evaluación; DoGrind (Figura 1) y Do2Grind (Figura 2), la versión más renovada del software, que ha sido diseñada siguiendo la metodología UCAD (Aranburu. et al., 2017).

Figura 1: Interfaz gráfica del software DoGrind

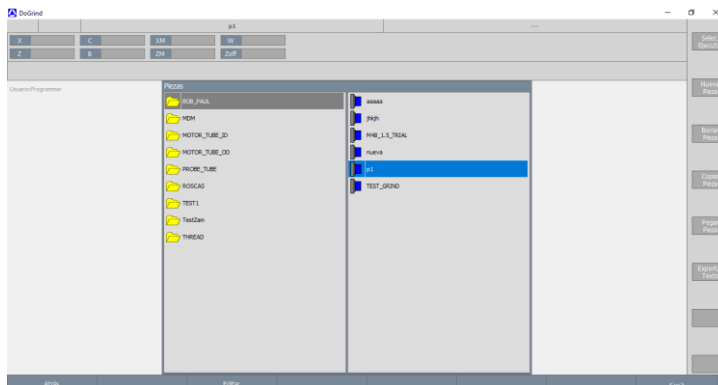
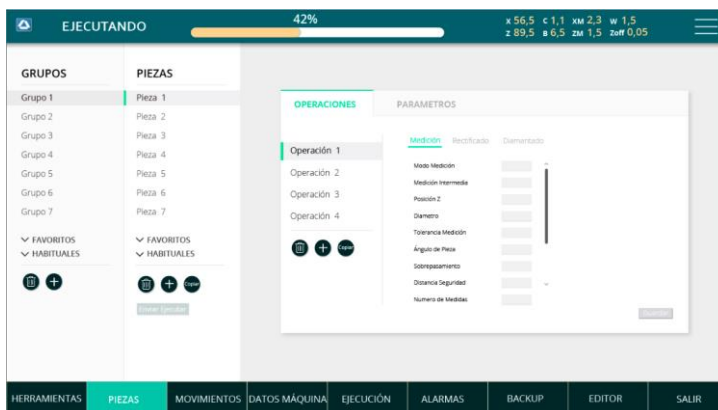


Figura 2: Interfaz gráfica del prototipo Do2Grind



5.3 Tarea

Para llevar a cabo el estudio, los usuarios han tenido que realizar cuatro tareas concretas para la posterior evaluación de usabilidad mediante SUS.

Tarea 1: Tras crear un nuevo grupo de piezas, generar una nueva pieza. Añadir las operaciones a realizar y tras ello, editar los parámetros y la propia pieza. Tras introducir los parámetros necesarios, enviar a ejecutar.

Tarea 2: crear una nueva herramienta spindle copiando una anterior. Editar parámetros (diámetro, seguridad X, id diamante, velocidad periférica, ratio diamantador, factor avance), introduciendo nuevos valores, importar el Dxf y para finalizar corregir la herramienta introduciendo otros valores.

Tarea 3: asignar la herramienta creada, realizar el setup de la herramienta e introducir valores.

Tarea 4: introducir datos de la máquina con los valores indicados.

5.4 Cuestionario

Durante el estudio, se ha proporcionado la versión original del cuestionario SUS en inglés para evitar posibles errores en la interpretación de los términos.

Se muestran a continuación las preguntas del cuestionario SUS:

1. Me gustaría utilizar este sistema con frecuencia / *I think that I would like to use this system frequently.*
2. El sistema me ha parecido innecesariamente complejo / *I found the system unnecessarily complex.*
3. El sistema me ha parecido fácil de usar / *I thought the system was easy to use.*
4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico/técnica para poder usar este Sistema / *I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system.*
5. Las diversas funciones del sistema están bien integradas / *I found the various functions in this system were well integrated.*
6. Me parece que existen demasiadas inconsistencias en este sistema / *I thought there was too much inconsistency in this system.*
7. Creo que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema rápidamente / *I would imagine that most people would learn to use this system very quickly.*
8. El uso del sistema me ha parecido muy engorroso / *I found the system very cumbersome to use.*
9. Me he sentido muy seguro al usar el sistema / *I felt very confident using the system.*
10. Sería necesario aprender algunos conceptos antes de hacer uso del sistema / *I needed to learn a lot of things before I could get going with this system.*

5.5 Procedimiento

Para ejecutar el testeo y recoger las puntuaciones y conclusiones del estudio, se han seguido los siguientes cuatro pasos:

1. Identificación de la muestra.
2. Preparación de las tareas a ejecutar.
3. Realización de un testeo piloto para encontrar posibles problemas y garantizar la fiabilidad de respuestas.
4. Análisis de datos.

6. Hipótesis

En la presente investigación, se pretende validar la siguiente hipótesis

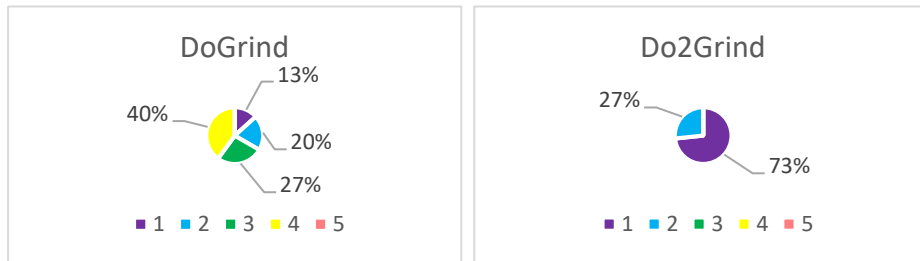
- Con Do2Grind, la ejecución de la tarea será más rápida y eficiente, se minimizarán los errores y se incrementará la satisfacción del usuario.

7. Resultados

Tal y como establece la evaluación SUS, cada una de las preguntas del cuestionario han sido puntuadas del 1 al 5, donde 1 significa *Total desacuerdo* y 5 *Total acuerdo*. Las valoraciones de los usuarios se han recogido en las siguientes gráficas:

1. Me gustaría utilizar este sistema con frecuencia

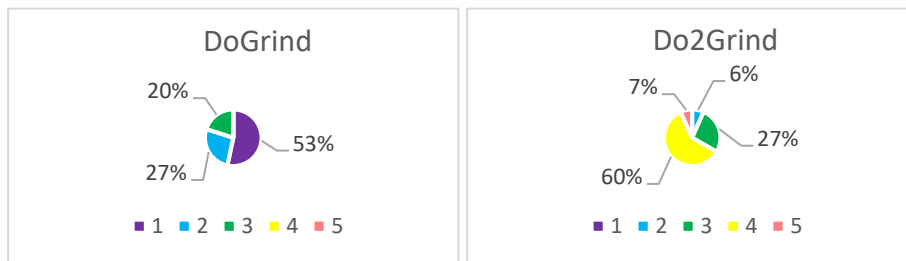
Gráfico 1: Me gustaria utilizar este sistema con frecuencia



Se puede apreciar que, al ejecutar las tareas en el nuevo software, el 40 % de las personas testeadas han indicado (marcando 4 en la escala de SUS) que querrían utilizar el nuevo sistema frecuentemente, mientras que están en desacuerdo (1 y 2 en la escala de SUS) con que quieran utilizar el software antiguo (Gráfico 1).

2. El sistema me ha parecido innecesariamente complejo

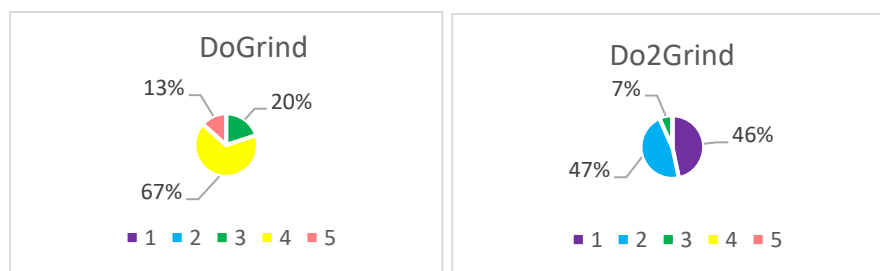
Gráfico 2: El sistema me ha parecido innecesariamente complejo



Los participantes indican que Do2Grind no tiene mayor complejidad de la requerida (el 53 % está en total desacuerdo con que es innecesariamente complejo), mientras que el software antiguo resulta muy complejo para el 60 % de ellas (marcando 4 en la escala de SUS) (Gráfico 2).

3. El sistema me ha parecido fácil de usar

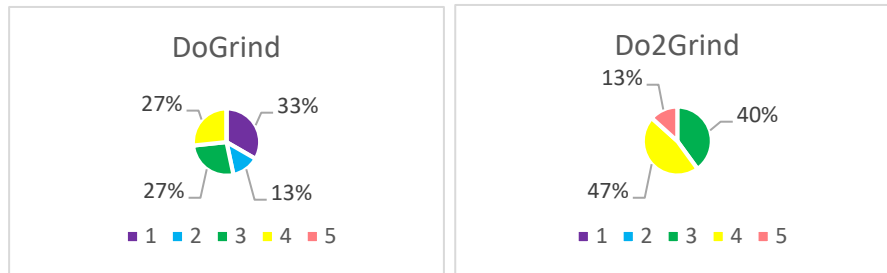
Gráfico 3: El sistema me ha parecido fácil de usar



Se puede apreciar que al 80 % de las personas testeadas les resulta fácil realizar las tareas en el nuevo software (marcando 4 y 5 en la escala de SUS), en cambio la gran mayoría indica que es complicado utilizar DoGrind (el 46 % ha marcado 1, el 47 % lo ha evaluado con un 2 y el 6 % ha marcado 3 en la escala de SUS). (Gráfico 3).

4. Creo que necesitaría el apoyo de un técnico/técnica para poder usar este sistema

Gráfico 4: Creo que necesitaría el apoyo de un técnico/técnica para poder usar este sistema



Hay una variedad de opiniones respecto a la pregunta de si necesitarían el apoyo de una persona técnica para utilizar el sistema. El 27 % ha indicado que necesitarían ayuda técnica en Do2Grind (marcando 4 en la escala de SUS), mientras que el 60 % considera que necesitaría ayuda para el uso de DoGrind (marcando 4 y 5). De todas formas, tal y como se ha indicado al describir la muestra, los participantes no tienen experiencia previa en la ejecución de tareas mediante HMIs industriales, lo cual ha podido interferir en la evaluación de esta cuarta pregunta (Gráfico 4).

5. Las diversas funciones del sistema están bien integradas

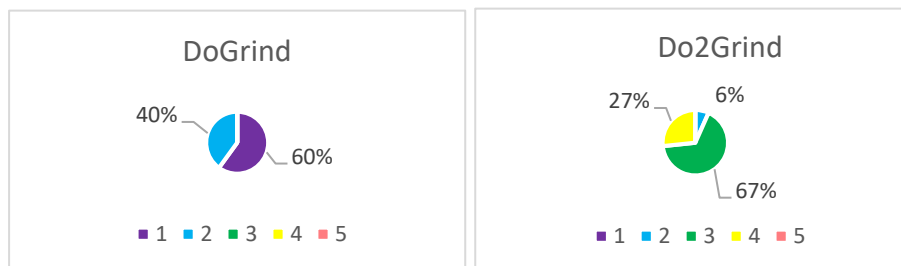
Gráfico 5: Las diversas funciones del sistema están bien integradas



Los usuarios indican que las diferentes funciones están correctamente integradas en Do2Grind, no así en la interfaz antigua (marcando 1, 2 y 3 en la escala de SUS) (Gráfico 5).

6. Me parece que existen demasiadas inconsistencias en este sistema

Gráfico 6: Me parece que existen demasiadas inconsistencias en este sistema



Se puede ver que las personas testeadas están en desacuerdo con que haya inconsistencias en el nuevo software (marcando 1 y 2). En el software antiguo, el 67 % se muestra imparcial (marcando 3 en la escala de SUS) y el 27 % indica que hay inconsistencias en el sistema (marcando 4 en la escala de SUS) (Gráfico 6).

7. Creo que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema rápidamente

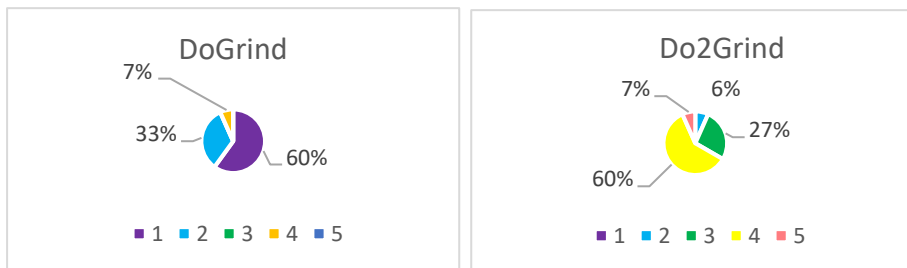
Gráfico 7: Creo que la mayoría de las personas aprenderían a usar este sistema rápidamente



En cuanto a la rapidez de aprendizaje de uso, el 93 % de las personas testeadas indican que las personas aprenderían rápidamente a utilizar el sistema (con puntuaciones de 4 y 5 en la escala de SUS). El 73 % en cambio, piensa que aprender a utilizar DoGrind requeriría más tiempo (marcando 1 y 2 en la escala de SUS), el 7 % a su vez, considera que sería un proceso rápido (marcando 4 en la escala de SUS) y el resto se muestra imparcial (Gráfico 7).

8. El uso del sistema me ha parecido muy engorroso

Gráfico 8: El uso del sistema me ha parecido muy engorroso



Se puede ver que el nuevo software no resulta pesado para el 93 % (han marcado 1 y 2 en la escala de SUS) y el resto indica que sí (marcando 4 en la escala). Sin embargo, el antiguo software resulta pesado para el 67 % de las personas testeadas (marcando 4 y 5 en la escala de SUS) (Gráfico 8).

9. Me he sentido muy seguro al usar el sistema

Gráfico 9: Me he sentido muy seguro al usar el sistema



Se puede apreciar que el 43 % de las personas testeadas se siente seguro y confiado utilizando el nuevo software (marcando 4 y 5 en la escala de SUS) y el 7 % no (marcando 2 en la escala de SUS), mientras que el resto se muestra imparcial.

En cambio, con el antiguo software, el 80 % indica que está en total desacuerdo con que se sienta seguro utilizando el sistema (marcando 1 la escala de SUS) y el resto tiene una opinión parecida (Gráfico 9).

10. Sería necesario aprender algunos conceptos antes de hacer uso del sistema

Gráfico 10: Sería necesario aprender algunos conceptos antes de hacer uso del sistema



Se puede ver que la mayoría de las personas testeadas no han necesitado tener conocimiento previo para hacer uso de Do2Grind, el 13 % al contrario, indica que la experiencia previa sería necesaria. En cuanto al antiguo software, el 27 % indica que necesitaría más conocimiento antes de su uso y la mayoría se muestra imparcial ante la pregunta (Gráfico 10).

Una de las fortalezas del método de evaluación SUS es que ofrece puntuación sobre la usabilidad de los sistemas. Tras analizar los resultados de cada pregunta, se ha calculado la puntuación media de cada software para comparar la usabilidad de ambos sistemas:

- DoGrind: **27,67**
- Do2Grind: **73,50**

Las 15 personas que han participado en el estudio, coinciden en que Do2Grind es una solución más amigable, usable y eficiente que DoGrind.

En el ranking de puntuación SUS y el rango de aceptabilidad de la puntuación propuesto por Bangor, Kortun y Miller (2009), los autores consideran que de 0-50 puntos el sistema no es aceptable, mientras que las puntuaciones entre 50-70 se consideran mediocres y el rango entre 70-100 aceptable. En la evaluación de los dos softwares de Danobatgroup S.Coop, se puede observar la diferencia de las mismas en términos de usabilidad. DoGrain, recibe una puntuación media de 27,67 sobre la escala SUS, no cumpliendo con los criterios de aceptabilidad, mientras que el nuevo diseño es puntuado con 73,5 por las personas evaluadas.

8. Conclusiones y líneas futuras

En el estudio llevado a cabo, se ha demostrado la aplicabilidad del método SUS para la evaluación de usabilidad de HMIs industriales.

Tras recoger y analizar los datos del estudio, se observa que existen asociaciones entre la puntuación SUS y las características de diseño de la interfaz gráfica, siendo el diseño centrado en las necesidades de los usuarios y adaptado a las características de uso, el que mejores puntuaciones capta, el Do2Grind en este caso.

Los entornos interactivos adaptados ayudan a minimizar la percepción de dificultad y esfuerzo. Esto es, facilitan el aprendizaje y los usuarios no expertos pueden alcanzar un nivel razonable del funcionamiento rápidamente. Nielsen (1996) considera el aprendizaje (*learnability*) como un criterio fundamental, ya que todos los sistemas tienen

que ser aprendidos para el uso eficiente de los mismos. Tras el estudio realizado, se ha demostrado que el diseño de la interfaz interfiere en el aprendizaje y por consiguiente en la rapidez con la que se ejecutan las tareas. Así, se valida la hipótesis formulada para esta experimentación.

Otra de las conclusiones extraídas de las evaluaciones con usuarios, ha sido que los sistemas adaptados a las necesidades de los usuarios ayudan a minimizar errores, considerándose este punto muy importante ya que impacta directamente en la motivación y satisfacción de los usuarios.

En cuestión de diseño visual, Do2Grind se ha percibido como más agradable a la hora de interactuar, siendo más satisfactorio para los participantes. Además, indican que el nuevo software es un sistema coherente y consistente y por lo tanto facilita la familiarización con los elementos del sistema. Esta identificación de elementos ayuda a que el sistema sea más usable y eficiente. El diseño visual a su vez interfiere en la capacidad del usuario de recordad cómo utilizar un sistema después de un periodo de tiempo.

Bangor (2008) examinó la asociación entre el sexo y la puntuación SUS final, no encontrando ninguna diferencia significativa entre las puntuaciones recogidas entre mujeres y hombres. Nuestro estudio corrobora dicha afirmación, ya que tampoco se observan diferencias entre las evaluaciones realizadas por participantes de ambos sexos.

Podemos concluir diciendo que los diseños adaptados a las necesidades de los usuarios pueden ser usados para conseguir sistemas más usables incorporando conocimientos y técnicas de diseño centrado en el usuario, ergonomía y experiencia de usuario (UX). La aplicación de estas disciplinas al diseño de sistemas interactivos incrementa la efectividad y eficiencia, mejora las condiciones del trabajo y tiene efecto positivo en el bienestar, seguridad y desempeño de los trabajadores.

Las líneas futuras a investigar resultantes del presente trabajo, se centran en comprender la adopción de nuevos HMIs industriales por parte de los usuarios. Para ello se investigarán los múltiples Modelos de Aceptación Tecnológica que describen que las relaciones entre las convicciones, actitud, intención y comportamiento de uso predicen la aceptación del usuario con respecto a las Tecnologías de la Información (Davis, Bagozzi et al., 1989).

9. Bibliografía

- Anguita, J. C., Labrador, J. R., Campos, J. D., Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención primaria*, 31(8), 527-538.
- Argimon Pallas, J. M., & Jiménez Villa, J. (2000). Métodos de investigación clínica y epidemiológica. *Madrid*.
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.
- Beltré Ferreras, H. J. (2008). *Aplicación de la usabilidad al proceso de desarrollo de páginas web* (Doctoral dissertation, Informatica).

- Benedek, J., & Miner, T. (2002). Measuring Desirability: New methods for evaluating desirability in a usability lab setting. *Proceedings of Usability Professionals Association, 2003*(8-12), 57.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry, 189*(194), 4-7.
- Brooke, J. (2013). SUS: a retrospective. *Journal of usability studies, 8*(2), 29-40.
- Chin, J. P., Diehl, V. A, & Norman, K. (1988). Development of an instrument measuring user satisfaction of the human-computer interface, *Proceedings of ACM CHI '88 (Washington, DC)*, pp. 213-218.
- Davidson, R. J., Sherer, K. R., & Goldsmith, H. H. (Eds.). (2009). *Handbook of affective sciences*. Oxford University Press.
- Davis, F. D., R. P. Bagozzi, et al. (1989). "User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models." *Management Science* 35(8): 982-1002.
- ISO/IEC 14598-1 (1999). Information Technology–Software Product Evaluation.
- ISO/IEC 9126-1 (2001). Software engineering —Product quality— Part 1: Quality model.
- ISO/IEC 25000 (2005). Software and Engineering-Software product Quality requirements and Evaluation (SquaRE) –Guide to SquaRE., *International Organization for Standardization, ISO 25000*, Ginebra, Suiza, 2005.
- Kirakowski, J., & Corbett, M. (1993). SUMI: The software usability measurement inventory. *British journal of educational technology, 24*(3), 210-212.
- Kirakowski, J and Cierlik, B. (1998) Measuring the usability of web sites. In *Proceedings of Human Factors and Ergonomics Society 42nd Annual Meeting*. Santa Monica, CA.
- Lewis, J. (1995). IBM Computer Usability Satisfaction Questionnaires: Psychometric Evaluation and Instructions for Use. *International Journal of Human-Computer Interaction, 7* (1,) 1995, 57-78.
- Lewis, J. R., & Sauro, J. (2009, July). The factor structure of the system usability scale. In *International conference on human centered design* (pp. 94-103). Springer, Berlin, Heidelberg.
- McLellan, S., Muddimer, A., & Peres, S. C. (2012). The effect of experience on System Usability Scale ratings. *Journal of usability studies, 7*(2), 56-67.
- Nielsen, J., & Molich, R. (1990, March). Heuristic evaluation of user interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 249-256). ACM.
- Nielsen, J. (1996). Usability metrics: Tracking interface improvements. *Ieee Software, 13*(6), 12.
- Piattini Velthuis, M. G., Garcia Rubio, F., & Caballero Muñoz-Reja, I. (2007). *Calidad de sistemas informáticos* (No. 004.05). Alfaomega Ra-Ma,.
- Sauro, J. (2011). *A practical guide to the System Usability Scale: Background, benchmarks, & best practices*. Denver, CO: Measuring Usability LLC.

- Sauro, J., & Lewis, J. R. (2011, May). When designing usability questionnaires, does it hurt to be positive?. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*(pp. 2215-2224). ACM.
- Tullis, T. S., & Stetson, J. N. (2004, June). A comparison of questionnaires for assessing website usability. In *Usability professional association conference* (pp. 1-12).
- Aranburu, E., Lasa, G., Reguera, D., Gerrikagoitia, J. K., & Iruretagoiena, G. (2017). Metodología UCAD: nuevo procedimiento de diseño de interfaces centrado en el usuario para la industria 4.0. *Dyna new technologies*, 4(1).

Agradecimientos

Los autores agradecemos el apoyo recibido por el Diseinu Berrikuntza Zentroa (DBZ) de Mondragon Unibetsitatea y la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea.