

REDESING OF MANUFACTURING WORK ENVIRONMENTS BASED ON USABILITY PRINCIPLES OF INTERACTION

Lasa Erle, Ganix; Justel Lozano, Daniel; Iruretagoiena, Garikoitz; Sebastián, Ander
Mondragon Unibertsitatea

In the current scenario of manufacturing, known as Industry 4.0, companies are integrating new development strategies to deepen the activity linked to innovation. The industry 4.0 describes a reality with a higher degree of complexity, where cyber-physical systems connected to the devices in the manufacturing system. In this context, the problem requires deepening the creation of new working environments that involving the operator in a more friendly and intuitive space. Increasing the effectiveness of processes and the emotional motivation of each operator.

This paper reflects the process of redesigning the working environment of the machine Fagor CNC Pegamo TN04, based on usability principles defined in the field of interaction. As a result the main problems that have been identified in relation to the principles of usability have been solved. Thus, is proposed a more friendly work environment, optimizing the effectiveness of operations.

Keywords: interaction; industry 4.0; usability

REDISEÑO DE ENTORNOS DE TRABAJO EN BIENES DE EQUIPO PARTIENDO DE LOS PRINCIPIOS DE USABILIDAD DE LA INTERACCIÓN

Dentro de la nueva era de la Industria 4.0, la industria manufacturera está evolucionando hacia la fabricación inteligente y la monitorización de los procesos. Los procesos han aumentado su grado de complejidad y los operarios se encuentran cada día con un mayor número de parámetros y variables a controlar. En este contexto, la problemática exige profundizar en la creación de nuevos entornos de trabajo que ayuden a envolver al operario en un espacio más amigable e intuitivo. Aumentando así, la efectividad de los procesos y la motivación emocional del operario en el día a día.

Esta comunicación recoge el proceso de rediseño del entorno de trabajo de la máquina CNC Pegamo TN04 de Fagor, partiendo de los principios de usabilidad que se definen en el campo de la interacción. Como resultado se obtienen nuevas soluciones para los diferentes problemas que se han identificado en relación a los principios de usabilidad. Consiguiendo así, un entorno de trabajo más amigable y optimizando la efectividad de las operaciones.

Palabras clave: interacción; industria 4.0; usabilidad

Correspondencia: Ganix Lasa glasa@mondragon.edu

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

1. Introducción

La industria manufacturera ha centrado la mayoría de sus recursos a la optimización de los procesos industriales y durante muchos años la investigación puramente tecnológica ha sido considerada como única vía para la innovación. Sin embargo, en el actual contexto económico, donde los recursos para la innovación son escasos, es necesario aplicar modelos complementarios, comprendiendo así que la innovación no debe de provenir únicamente del avance puramente tecnológico y la optimización de los procesos, sino que esta debe completarse por factores de otra naturaleza que puedan aportar igualmente valor al producto y sus procesos.

Siendo conscientes de la necesidad de ampliar la actividad vinculada a la innovación, existen empresas que ya han integrado nuevas estrategias de desarrollo para posicionarse dentro del actual panorama de la Máquina Herramienta (MH), denominado como Industria 4.0 (Manufacturing 4.0). Un panorama que evoluciona hacia un mayor grado de complejidad, y donde los sistemas ciber-físicos conectan los diferentes dispositivos que completan el sistema de fabricación.

En este contexto, y para garantizar el liderazgo internacional en términos de innovación y competitividad de la actividad industrial, los conocimientos que pueda aportar la disciplina del diseño son cruciales. Y uno de los ámbitos que mayor potencial muestra para innovar en los entornos interactivos de la maquinaria es la experiencia de uso o la usabilidad. La experiencia de uso se podría considerar el eslabón que mayor vínculo genera entre el producto y el ser humano, y el lugar donde mayor presencia tienen las emociones humanas. Estudios psicológicos señalan la importancia que las emociones tienen en el conocimiento humano, el proceso de aprendizaje, la toma de decisiones e inteligencia (Darwin, 1965; Goleman y Sutherland, 1996; Davidson et al., 2003). Además, se conoce que las emociones positivas pueden aumentar la motivación e implicación de las personas (Isen, 2001), facilitando así procesos de aprendizaje (Kort et al., 2000). Por ello, la usabilidad, el diseño de experiencias y el ámbito de la interacción se podrían considerar como la disciplina apropiada para generar afecto, eficiencia, interacciones satisfactorias y garantizar procesos de aprendizaje en sistemas tan complejos como los que se pueden encontrar en la MH.

De este modo, esta comunicación pretende exponer una de las posibles fórmulas que existen para catalizar una transformación en las prácticas de innovación del sector de la MH. En base, al uso del proceso de diseño, los conocimientos vinculados a la usabilidad, experiencia de uso y la interacción, los avances tecnológicos y considerando su rentabilidad económica.

2. Objetivo

Esta comunicación tiene como objetivo exponer el proceso de rediseño del entorno de trabajo de la máquina CNC Pegamo TN04 de Fagor, partiendo de los principios de usabilidad que se definen en el campo de la interacción (Nielsen, 1994). Como resultado se obtienen nuevas soluciones para los diferentes problemas que se han identificado en relación a los principios de usabilidad. Consiguiendo así, un entorno de trabajo más amigable y optimizando la efectividad de las operaciones.

3. Principios de usabilidad

La usabilidad es una traducción de la palabra en inglés *usability*, que se entiende como facilidad de uso. Bevan, Kirakowski, y Maissel (1991) señalan que el término

tiene su origen en la expresión user friendly, que es reemplazada por sus connotaciones vagas y subjetivas.

Diferentes autores han propuesto diversas definiciones de usabilidad, normalmente a través de la enumeración de los diferentes atributos mediante los que puede ser evaluada, dependiendo finalmente cada definición del enfoque con el que pretende ser medida (Folmer y Bosch, 2003).

La definición más extendida y aceptada es la que recoge la norma ISO y define usabilidad de la siguiente manera: "grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que usuarios específicos pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específicos".

Como se indica en la definición, la usabilidad de una aplicación debe ser entendida siempre en relación con la forma y condiciones de uso por parte de sus usuarios, así como con las características y necesidades propias de estos usuarios. Un diseño no es en sí mismo usable: " lo es para usuarios específicos en contextos de uso específicos ".

Diversos autores han propuesto diferentes conjuntos de heurísticos o principios de usabilidad para evaluar la usabilidad. Nielsen (1994) propone los siguientes 10 principios:

1. Visibilidad del estado del sistema: El sistema (o sitio web) siempre debe informar al usuario acerca de lo que está sucediendo.
2. Lenguaje común entre sistema y usuario : El sistema debe hablar el lenguaje del usuario, huyendo de tecnicismos incomprensibles o mensajes crípticos.
3. Libertad y control por parte del usuario : El usuario debe tener el control del sistema, no se puede limitar su actuación.
4. Consistencia y estándares : La consistencia se refiere a, por ejemplo, no utilizar dos rótulos distintos para referirse a un mismo contenido, o no usar estilos diferentes dentro de un mismo sitio. Además el sitio web debe seguir estándares o convenciones de diseño ampliamente aceptados. Cuanto más se parezca un diseño y su funcionamiento al resto de sitios web, más familiar y fácil de usar resultará para el usuario.
5. Prevención de errores : Mejor que un buen mensaje de error es un diseño que prevenga que ocurra el error.
6. Es mejor reconocer que recordar : Este principio hace mención a la visibilidad de las diferentes opciones, enlaces y objetos. El usuario no tiene por qué recordar dónde se encontraba cierta información, o cómo se llegaba a determinada página.
7. Flexibilidad y eficiencia de uso : El sitio debe ser fácil de usar para usuarios novatos, pero también proporcionar atajos o aceleradores para usuarios avanzados.
8. Diseño minimalista : Cualquier tipo de información que no sea relevante para el usuario y que sobrecargue la interfaz debe ser eliminada.
9. Permitir al usuario solucionar el error : Por ejemplo, cuando un usuario introduce una consulta en un buscador y no obtiene ningún resultado, se debe informar al usuario sobre cómo solucionar el problema, por ejemplo con mensajes del tipo "introduzca algún sinónimo" o "quiso Ud. decir...".
10. Ayuda y Documentación : Siempre es mejor que un sitio web se pueda utilizar sin necesidad de ayuda o documentación, aunque en sitios web extensos o en procesos de interacción complejos, se debería de proporcionar información de ayuda al usuario/operario.

4. Proceso de rediseño y resultados

Partiendo de los 10 principios que se han identificado, se rediseña el espacio de trabajo de la máquina CNC Pegamo TN04 de Fagor y se proponen una serie de mejoras para cada principio de usabilidad.

4.1 Exploración

La fase de exploración o análisis se realizó con la participación de un usuario de la máquina, partiendo del enfoque de diseño centrado en el usuario. Un operario que está en contacto diariamente con la máquina, y que permitió conocer con exactitud el funcionamiento de la máquina y la interacción usuario-máquina.

Mediante la técnica de observación se analizó el proceso de fabricación de una pieza por parte del operario en el Torno CNC Pegamo TN04 de Fagor. Recopilando incluso con videos y fotos las tareas realizadas: programar las funciones que tenía que realizar la máquina, que herramientas tenía que utilizar, etc.

4.2 Propuesta de mejoras para el entorno analizado

Viendo las diferentes ideas encontradas para cada principio de usabilidad, se ha decidido realizar y proponer mejoras para los diez principios identificados partiendo de la guía que proponen González, Pascual y Lorés (2001). Después de la realización de un brainstorming para la obtención de ideas de mejora, esas ideas han sido clasificadas y desarrolladas. A continuación se exponen las propuestas de rediseño para la máquina analizada.

4.2.1 Principio 1: Visibilidad del estado del sistema y orientación inmediata

Una de las cosas más distintivas que se apreció en la exploración fue la poca comprensibilidad de los elementos en general y la falta de información respecto a la ubicación en la aplicación. Una de las mejoras que se propone para solventar este problema es la utilización de pestañas de ubicación (Figura 1). En la Figura 2 se puede visualizar cómo sería el entorno de trabajo con la propuesta de mejora para este principio.

Figura 1: Mejora para principio 1.

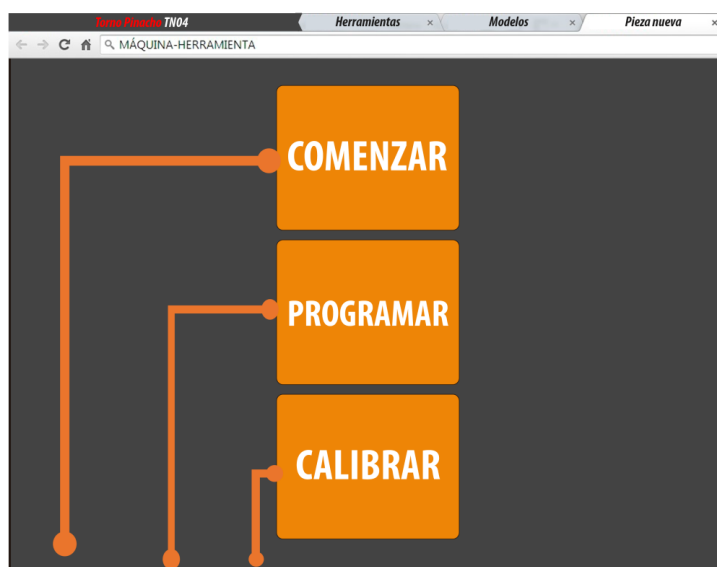


Figura 2: Visualización en máquina de la mejora para principio 1.



Para este principio en concreto, también se vio necesario ayudar en la visualización de la programación con una simulación simultánea dividiendo la pantalla en dos, para poder apreciar errores fácilmente y prevenirlos (Figura 3).

Figura 3: Mejora simulación para principio 1.



4.2.2 Principio 2: Adecuación al mundo y a los objetos mentales del usuario/ lógica de la información

En la propuesta actual de la máquina no existe asociación alguna entre la tipología de botones y su funcionamiento. En la actualidad el lenguaje y la utilización de los colores no es nada claro y mantiene una lógica universal. Por ejemplo, el rojo es un color que se asocia con el error o un elemento que debe ser accionado en caso de urgencia, y sin embargo, en la máquina analizada hay varios botones de ese color que no están relacionados con ninguno de los conceptos mencionados.

Por ello, se propone una agrupación de botones en base a códigos de colores, con el objetivo de mejorar la efectividad, agilizar la comprensión por parte de los operarios y prevenir errores (Figura 4).

Figura 4: Mejora para principio 2.



4.2.3 Principio 3: Reconocimiento mejor que recuerdo/ memoria

Se propone una mejora para evitar el giro de cabeza/cuerpo constante de 90° para poder visualizar la pantalla del monitor mientras el operario está con la pieza. Se trata de un movimiento crítico desde la perspectiva de la ergonomía, pero además puede crear sentimientos de frustración e inoperatividad por la falta de recuerdo de datos y la pérdida de detalle entre los dos espacios que componen el entorno. Para ello, se ha pensado en sintetizar el cristal de la puerta con la pantalla, pudiendo ver donde nos ubicamos realmente y también los puntos exactos de los ejes X y Z, tal y como se muestra en la Figura 5.

Figura 5: Mejora para principio 3.



4.2.4 Principio 4: Control y libertad para el usuario

Referente al control y la libertad para el usuario, se observó una problemática de gran importancia durante el diseño del proceso de fabricación de la pieza: programación, simulación, ejecución, etc.

Durante el proceso no se notificaba al operario la ubicación o estado del proceso y no existía opción alguna de volver a pasos anteriores del proceso. Por eso y tratando de facilitar un poco más el uso de la máquina, se ha pensado en implementar un modo más sencillo. La propuesta de mejora propone la visualización del proceso como un proceso lineal, como la mayoría de procesos de compra online. La solución invita a navegar por las diferentes pestañas que componen el proceso (Figura 6).

Figura 6: Mejora para principio 4.



Otro concepto sencillo de implementar y que facilitaría mucho las cosas sería el elemento de volver a una pantalla de inicio en cualquier momento de la navegación, mediante un botón que significa home/ inicio (Figura 7).

Figura 7: Mejora botón inicio para principio 4.



4.2.5 Principio 5: Consistencia y estándares

Como posible mejora en este apartado, se ha identificado que los errores o la insuficiencia de elementos, como la falta de aceite, no se notifica adecuadamente, o no se captan visualmente de modo efectivo. Para ello se ha decidido diseñar una nueva propuesta para visualizar esos mensajes que la máquina necesita notificar para garantizar su funcionamiento. Se opta por proponer una ventana emergente en la parte inferior de la pantalla, cada vez que se inicie la máquina se visualicen los diferentes avisos con opción de actuar y repararlos (Figura 8).

Figura 8: Mejora de avisos para principio 5.



4.2.6 Principio 6: Prevención de errores

Otro principio a analizar es el modo de actuar frente a los errores. En la fase de exploración, se pudo percibir que independientemente de la información que se introdujese en la máquina, ésta trataba de ejecutar la orden a pesar de su posible inviabilidad/incoherencia, y como consecuencia podría producirse el deterioro de la máquina. Por ello, como posible mejora, se propone alertar al operario con una notificación directa y la indicación del posible fallo (Figura 9).

Figura 9: Mejora de errores para principio 6.



4.2.7 Principio 7: Flexibilidad y eficiencia de uso

Frente a la flexibilidad y la eficiencia de uso, y viendo la compleja tarea de programar y definir el proceso, se propone incluir como mejora un accesorio inteligente. Se trata de una herramienta de ayuda, para cuando estas programando sobretodo. En el momento de registrar una operación específica la aplicación facilitará la escritura, intuyendo lo que se escribe a partir de las primeras letras (Figura 10).

Figura 10: Mejora para principio 7.



4.2.8 Principio 8: Eficacia de los mensajes de error

Como se ha mencionado en el principio de consistencia y estándares, el sistema de error, es decir, la manera de expresar el error no del todo efectiva. Por lo que se propone un nuevo diseño, cambiando los colores, la tipografía, el tamaño y la presencia en pantalla. En la Figura 11 se puede visualizar el modo en el que un aviso importante requiere ser notificado, ya que pudiera poner en peligro el funcionamiento de la máquina o la integración física del operario.

Figura 11: Mejora para principio 8.



4.2.9 Principio 9: Información y diseño minimalista

La información de la pantalla del monitor estaba ordenada poco estructurada y con elementos que podrían distraer la atención. Los pasos de ejecución no se mostraban de manera clara y los tamaños no eran los adecuados, si se tiene en cuenta la importancia de los elementos. Como solución, se propone reubicar las diferentes zonas de la pantalla, ordenarlos por prioridad y tamaño; y descartar botones aquellos que no tienen uso como por ejemplo, los botones de las teclas “Q”, “W” o “E” (Figura 12).

Figura 12: Mejora para principio 9.



4.2.10 Principio 10: Ayuda y documentación

Finalmente, como último aspecto de mejora en base a los principios, se propone la alternativa de modificar el botón de ayuda debido a su escasa visibilidad. Además, en cuanto a la asociación de colores, el botón actual no tiene ningún color definido y en su lugar se propone el color amarillo, tal y como marcan los estándares.

Del mismo modo, se propone situar el botón en un lugar más alejado del área donde se encuentran ubicados el resto de botones, y así facilitar su visualización en caso de ser necesario (Figura 13).

Figura 13: Mejora para principio 10.



5. Conclusiones y líneas futuras

Las empresas del ámbito de la MH están integrando nuevas estrategias de desarrollo dentro de sus procesos de innovación, empujados en gran medida por la complejidad del nuevo panorama de la Industria 4.0 y la integración de conexiones entre diferentes elementos que componen el sistema. Y uno de los elementos que tendrá un papel fundamental en términos de innovación dentro de la industria es el diseño y su conocimiento.

Esta comunicación muestra el proceso de rediseño de una máquina herramienta específica mediante la aplicación de los principios de usabilidad que se definen dentro del mundo de la interacción hombre-máquina. Así, se demuestra que partiendo de la metodología de diseño, aplicando alguna de las herramientas que distinguen a la actividad y utilizando la teoría (principios) como base, se puede innovar y se pueden optimizar los espacios de trabajo que caracterizan a este tipo de instalaciones.

Como línea futura, se pretende profundizar en el análisis de los principios que se han identificado y se pretende reforzar la fase de exploración, analizando diferentes perfiles de operarios. Así, se obtendrá más cantidad de información y entender los cambios que pueden existir en el comportamiento de los operarios en base a su experiencia.

Referencias

- Bevan, N, Kirakowski, J and Maissel, J, 1991, What is Usability?, in H.-J. Bullinger, (Ed.). Human Aspects in Computing: Design and use of interactive systems and work with terminals, Amsterdam: Elsevier.
- Darwin, C. (1965). The expression of the emotions in man and animals (Vol.526). University of Chicago press.
- Davidson, R. J., Scherer, K. R., & Goldsmith, H. (2003). Handbook of affective sciences. Oxford University Press.
- Folmer, E., & Bosch, J. (2003, September). Usability patterns in software architecture. In Proceedings of the Human Computer Interaction International (pp. 93-97).
- Goleman, D., & Sutherland, S. (1996). Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ. London: Bloomsbury.

González, M. P., Pascual, A., & Lorés, J. (2001). Evaluación heurística. 2001. Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. AIPO: Asociación Interacción Persona-Ordenador.

Isen, A. M. (2001). An influence of positive affect on decision making in complex situations: Theoretical issues with practical implications. *Journal of Consumer Psychology*, 11(2), 75-85.

ISO 9241-11. (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT)s - Part 11 Guidance on usability, 1998.

Kort, B., Reilly, R., & Picard, R. W. (2001). External representation of learning process and domain knowledge: Affective state as a determinate of its structure and function. AI-ED, San Antonio, Texas.

Nielsen, J. (1994). Ten Usability Heuristics . Disponible en: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html