

03-028

**ANALYSIS OF HUMAN-COMPUTER INTERACTION IN THE CONTEXT OF THE  
INDUSTRY 4.0 IN THE PROVINCE OF GIPUZKOA**

Lasa Erle, Ganix ; Justel Lozano, Daniel ; Iriarte Azpiazu, Ion ; Sebastian  
Gómez, 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. This paper studies the current situation in the machine tool industry in Gipuzkoa, analyzed from the perspective of human-machine interaction and the user experience. The analysis is based on the results obtained through online surveys of manufacturers of Gipuzkoa.

**Keywords:** *interaction; industry 4.0; usability*

**ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN HOMBRE-MÁQUINA EN EL CONTEXTO DE LA  
INDUSTRIA 4.0 EN LA PROVINCIA DE GIPUZKOA**

En el actual panorama de la industria manufacturera, denominado como Industria 4.0, las empresas están integrando nuevas estrategias de desarrollo para profundizar en la actividad vinculada a la innovación. La industria 4.0 describe una realidad con un mayor grado de complejidad, donde los sistemas ciber-físicos conectan con los dispositivos que componen el sistema de fabricación. Esta comunicación estudia la situación actual en la industria de la Máquina Herramienta en el territorio de Gipuzkoa, analizada desde la perspectiva de la interacción Hombre-Máquina y la experiencia de uso. El análisis se basa en los resultados obtenidos mediante encuestas online realizadas a empresas fabricantes de Máquina Herramienta de Gipuzkoa.

**Palabras clave:** *interacción; industria 4.0; usabilidad*

Correspondencia: Ganix Lasa glasa@mondragon.edu

## 1. Introducción

La proyección de la industria centrada en la actividad de la Máquina-Herramienta (MH) es signo distintivo del País Vasco. Si se analiza la actividad industrial vasca, se observa que tanto la facturación (el 70%) como los puestos de trabajo (el 74%) de sector industrial en la Comunidad Autónoma del País Vasco (CAPV) están concentrados en industrias manufactureras, tal y como certifica el Instituto Vasco de Estadística (EUSTAT) en su Anuario Estadístico del 2012. Esta amplia presencia de industrias manufactureras se divide mayormente en Bizkaia y Gipuzkoa. Dentro de este sector específico, Gipuzkoa presenta mayor tasa de empleados que el resto de provincias de la CAPV (EUSTAT, 2012), lo que refleja lo importante que resulta el sector dentro de la actividad económica del territorio.

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 es necesario aplicar modelos complementarios que comprendan que la innovación no debe de provenir únicamente del avance puramente tecnológico y la optimización de los procesos. En su lugar, ésta 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 MH, denominado como Industria 4.0 (Wahlster, 2012). 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.

Uno de los ejemplos más destacados de la actualidad industrial es la nueva línea CELOS de la empresa DMG MORI SEIKI (Figura 1). Un nuevo concepto donde se han cuidado detalladamente todos los aspectos de la interacción hombre-máquina, consiguiendo así mayor facilidad en la gestión, documentación y visualización continua de los datos de pedidos, procesos y máquinas.

**Figura 1: CELOS de DMG MORI SEIKI.**



En este contexto, y para garantizar el liderazgo internacional de la industria manufacturera de Gipuzkoa en términos de innovación y competitividad, 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. 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, la inteligencia, el

proceso de aprendizaje y la toma de decisiones (Darwin, 1965; Goleman y Sutherland, 1996; Davidson et al., 2003). Además, está comprobado que las emociones positivas pueden aumentar la motivación e implicación de las personas (Isen, 2001), lo que mejoraría el rendimiento del operario y facilitaría el proceso de aprendizaje (Kort et al., 2000). Así, la experiencia de uso y el ámbito de la interacción se podrían considerar como las disciplinas apropiadas para generar afecto, eficiencia, interacciones satisfactorias y garantizar procesos de aprendizaje en sistemas tan complejos como los que se pueden encontrar en la MH.

Por todo ello, esta comunicación realiza un análisis de la situación de la experiencia de uso y la interacción hombre-máquina, así como su percepción por parte de las empresas de la provincia de Gipuzkoa, dentro del nuevo contexto de la Industria 4.0.

## **2. Objetivo**

Para poder actuar dentro del nuevo marco que define la transición hacia la Industria 4.0 es necesario conocer el nivel de sensibilidad de la industria respecto a los aspectos que condicionarán su desarrollo. Por ello, esta comunicación tiene como objetivo analizar la situación actual de la industria de la Máquina Herramienta en el territorio de Gipuzkoa, analizada desde la perspectiva de la interacción Hombre-Máquina. El análisis se basa en los resultados obtenidos mediante encuestas online realizadas a empresas fabricantes de Máquina Herramienta de Gipuzkoa.

## **3. Participantes**

Para llevar a cabo este análisis se ha contactado con 30 empresas que son parte representativa del tejido industrial manufacturero de Gipuzkoa y a su vez son miembros de la Asociación Española de Fabricantes de Máquinas-Herramienta (AFM). Después de haber contactado con los responsables de las empresas, se les ha facilitado el cuestionario de 13 preguntas a través del correo electrónico.

Finalmente, de las 30 empresas encuestadas el análisis se ha realizado a partir de las 11 respuestas obtenidas de empresas de gran escala, pymes y micro-pymes. En ellas han participado perfiles de diferentes rangos de responsabilidad como gerentes, directores de fabricación, directores de calidad, ingenieros de I+D o técnicos de planificación.

## **4. Método de investigación**

El método de investigación aplicado en este estudio, 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 para el tema de la interacción hombre-máquina en el contexto de Gipuzkoa, 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 conocer la percepción de la industria de Gipuzkoa sobre la interacción

Hombre-Máquina. Estableciendo una base para poder realizar un análisis a lo largo del tiempo.

## 5. Cuestionario

Tal y como se ha citado con anterioridad, el objetivo de la encuesta es conocer situación de la experiencia de uso y la interacción hombre-máquina en la realidad industrial de Gipuzkoa. Para poder, atraer al personal de las empresas se ha desarrollado un cuestionario sencillo, escueto, breve y fácil de rellenar. El cuestionario compuesto por trece preguntas se facilita en el anexo (Anexo 1).

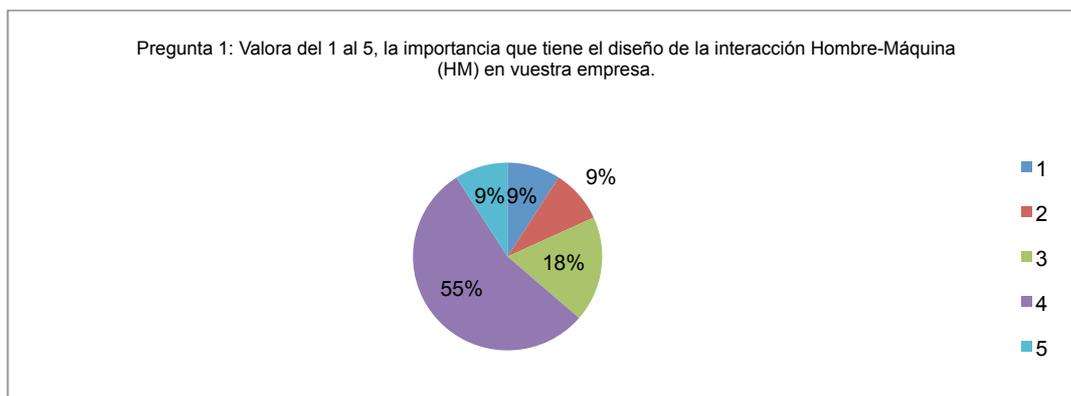
El cuestionario se divide en tres bloques principales: (i) percepción personal, (ii) percepción de la empresa y (iii) realidad de la empresa. El primer bloque, pretende identificar la percepción personal del profesional del sector respecto a la interacción (preguntas 2,3,5 y 6). El segundo bloque, se refiere a la percepción o posicionamiento de la empresa respecto a temas vinculados a la interacción (preguntas 1,11, 12 y 13). Y por último, el tercer bloque tiene como objetivo recopilar información sobre la situación actual o realidad de la interacción en la empresa (preguntas 4, 8,9 y 10).

## 6. Resultados

Tal y como se ha citado anteriormente, de las 30 empresas que se han encuestado, finalmente se han recogido 11 respuestas. Los resultados que se han obtenido para las 13 preguntas formuladas son expuestos y analizados a continuación.

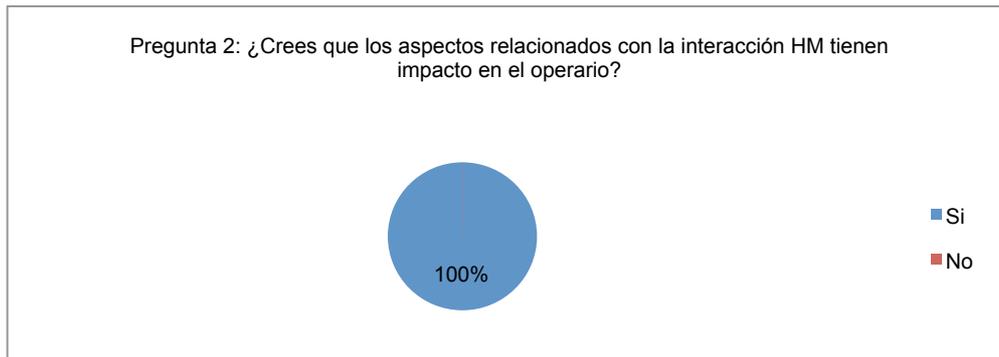
Un 9% valora con un 5 sobre 5 y un 55% con un 4 sobre 5 la importancia del diseño de interacción en sus empresas, tal y como muestra la Figura 2. Así, más de la mitad (64%) de las empresas considera que el diseño de la interacción entre el operario y la máquina tiene gran importancia en su empresa.

**Figura 2: Resultados para la pregunta 1.**



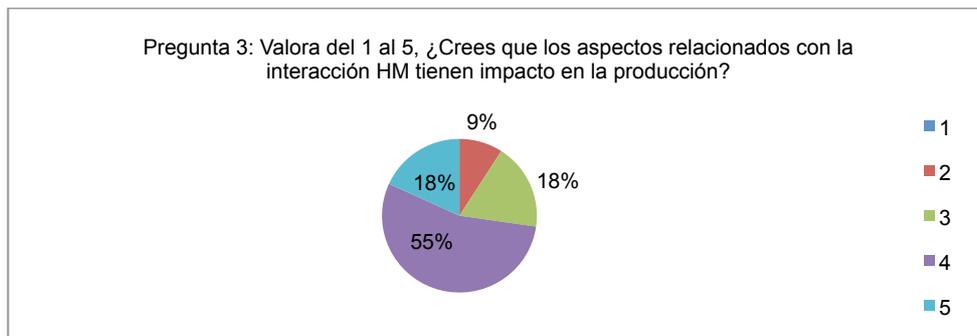
La mayoría de los encuestados creen que es importante para sus empresas, y el 100% cree que los aspectos vinculados a la interacción HM tienen impacto en el operario (Figura 3).

**Figura 3: Resultados para la pregunta 2.**



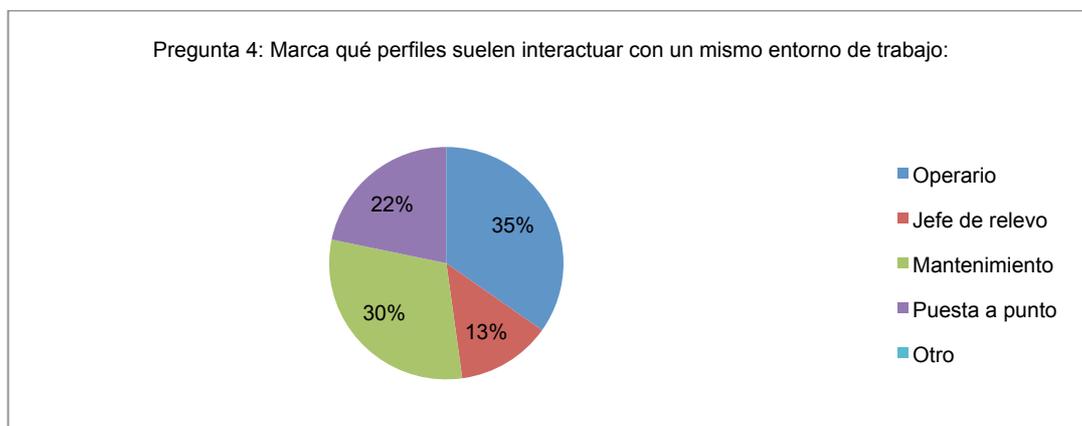
El 18% valora con un 5 sobre 5 y el 55% con un 4 sobre 5 el impacto sobre la producción de la interacción HM (Figura 3). De este modo, el 73% de las empresas que los aspectos relacionados con la interacción HM tiene gran impacto en la producción.

**Figura 4: Resultados para la pregunta 3.**



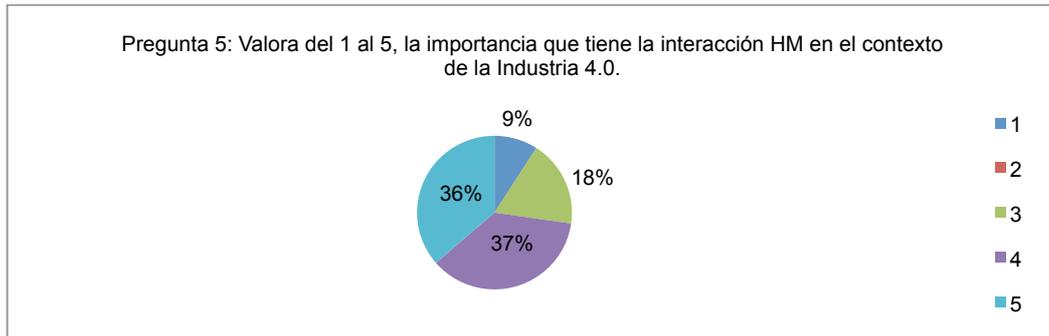
La pregunta 4 se refiere a la presencia de los diferentes perfiles sobre un mismo entorno de trabajo. El perfil con mayor presencia es el operario con un 35%, seguido del personal de mantenimiento con un 30% y la puesta punto con un 22% (Figura 5).

**Figura 5: Resultados para la pregunta 4.**



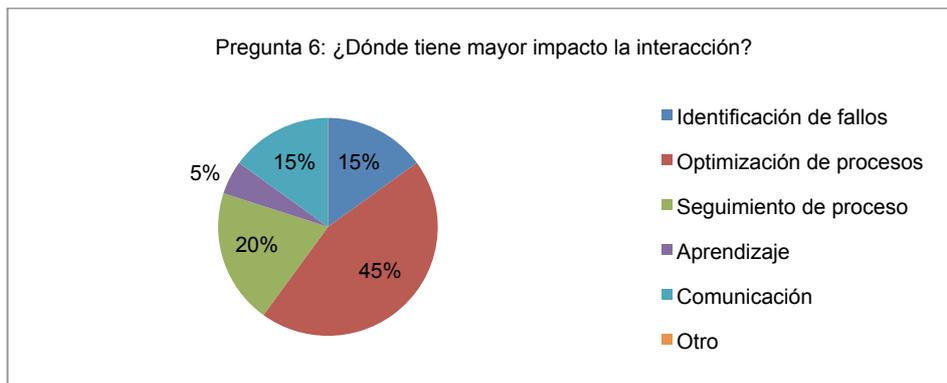
El 36% de las empresas considera muy importante la importancia que tiene la interacción HM en el nuevo contexto de la Industria 4.0, y el 37% como importante. Sólo el 9% cree que tiene poca importancia la interacción (Figura 6).

**Figura 6: Resultados para la pregunta 5.**



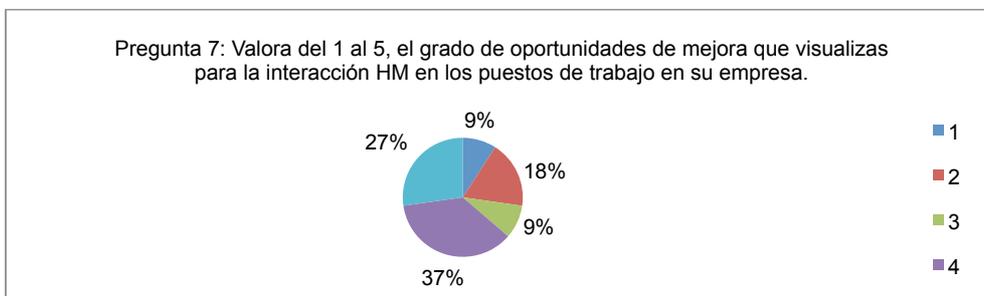
Dentro de la actividad de cada empresa, se identifican los aspectos en los que mayor impacto tiene la interacción. El 45% considera que la interacción tiene mayor impacto en la optimización de procesos. El 20% en el seguimiento del proceso, el 15% en la comunicación y otro 15 en la identificación de fallos (Figura 7).

**Figura 7: Resultados para la pregunta 6.**



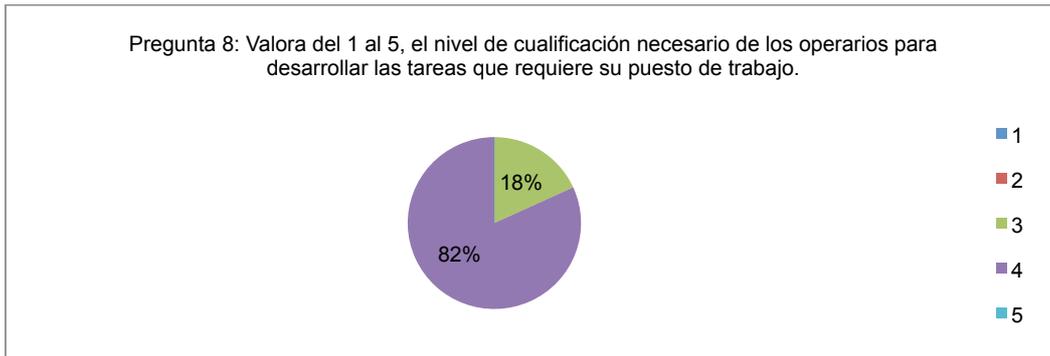
En cuanto al grado de oportunidades de mejora que identifican en sus empresas, respecto a al interacción HM, el 64% considera que existe un gran margen de mejora, valorando con 4 (37%) y 5 (27%) sobre 5. Un 9% considera que el grado de oportunidades es escaso (Figura 8).

**Figura 8: Resultados para la pregunta 7.**



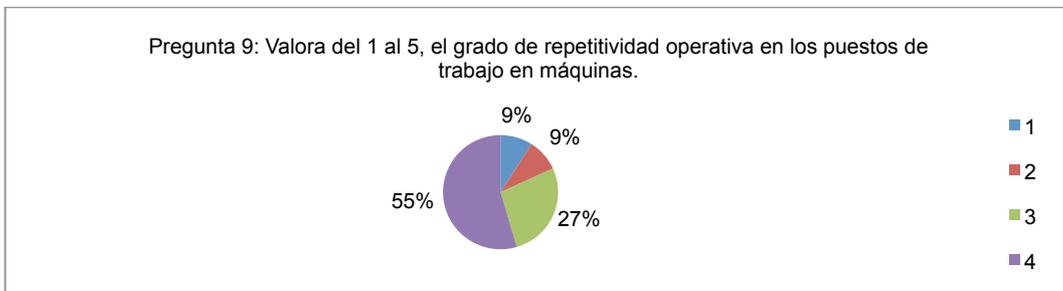
El 82% de los encuestados considera que el nivel de cualificación necesario para desarrollar las tareas que requiere su puesto de trabajo en alto, valorando con 4 sobre 5. El 18% restante lo valora 3 sobre 5 (Figura 9).

**Figura 9: Resultados para la pregunta 8.**



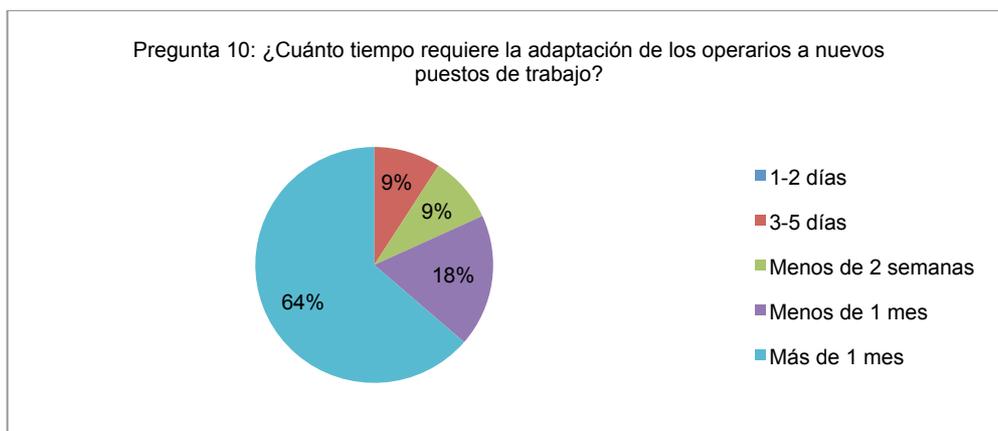
El grado de repetitividad operativa de los puestos de trabajo en máquinas es alto para un 55%, con un 4 sobre 5. Un 27% lo considera regular con un 3 sobre 5. Y el restante 18% considera que el grado de repetitividad es bajo (9%) o muy bajo (9%) (Figura 9).

**Figura 10: Resultados para la pregunta 9.**



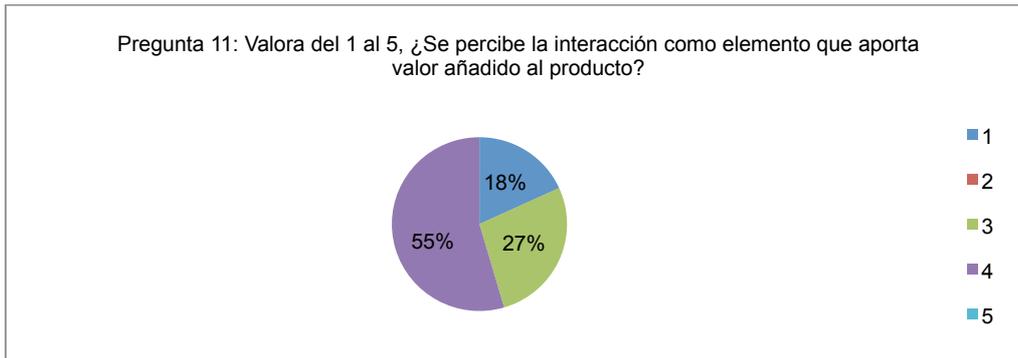
El 64% considera que es necesario más de un mes para que los operarios se adapten a nuevos puestos de trabajo. Mientras que sólo el 9% necesita entre 3 y 5 días, y otro 9 % menos de dos semanas (Figura 11).

**Figura 11: Resultados para la pregunta 10.**



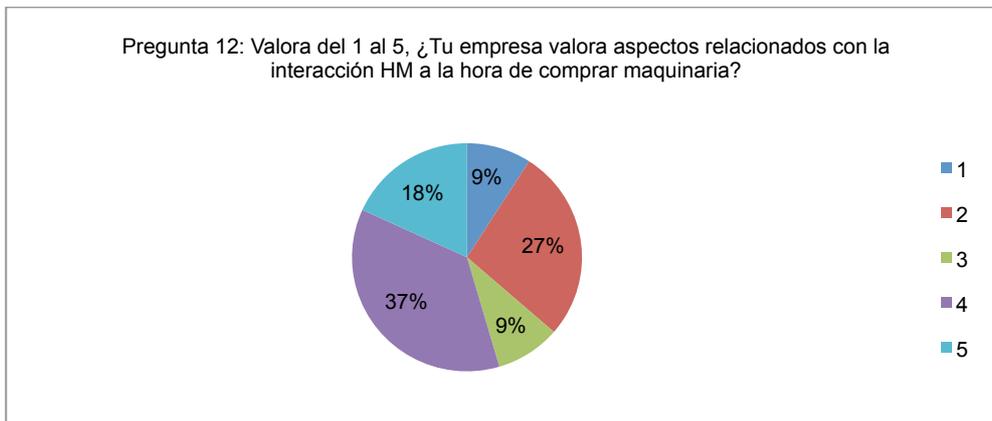
El 55% de los encuestados percibe que la interacción es un elemento que aporta valor al producto o máquina. El 27% valora con un 3 sobre 5 la interacción como elemento que aporta valor. Y el restante 18%, en cambio, cree que no aporta valor (Figura 12).

**Figura 12: Resultados para la pregunta 11.**



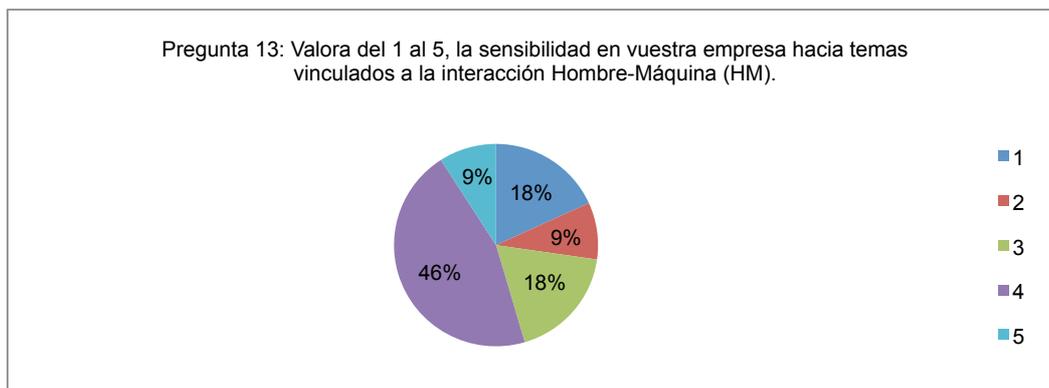
A la pregunta, si sus empresas valoran aspectos relacionados con la interacción HM a la hora de comprar maquinaria, el 18% valora con un 5 sobre 5, el 37% con un 4 sobre 5, el 9% con un 3, el 27% con un 2 sobre 5, y el restante 9% con un 1 (Figura 13).

**Figura 13: Resultados para la pregunta 12.**



Un 9% valora que existe una sensibilidad muy grande hacia temas vinculados a la interacción HM (5 sobre 5) y el 46% de los encuestados considera que existe una gran sensibilidad en su empresa valorando con un 4 sobre 5. Un 18% considera una sensibilidad moderada con un 3 sobre 5, un 9% ve poca sensibilidad, y el restante 18% ve muy poca sensibilidad hacia la interacción HM por parte de su empresa (Figura 14).

**Figura 14: Resultados para la pregunta 13.**



## 7. Conclusiones y líneas futuras

El diagnóstico de la realidad de las empresas de la provincia de Gipuzkoa ha ayudado a visualizar el posicionamiento de las empresas respecto a la interacción en el nuevo contexto de la industria manufacturera. Como primera valoración, se podría decir que las pocas respuestas obtenidas pueden ser síntoma de lo lejana que puede quedar la temática y la realidad de la Industria 4.0 para ciertas empresas del sector. Aún así, el muestrario de 11 empresas representa diferentes tipologías de empresas y hace que resulte interesante la lectura y análisis de las respuestas obtenidas.

Los resultados de este estudio descriptivo muestran que para las empresas de Gipuzkoa el aspecto de la interacción entre el usuario y la máquina tiene gran importancia, el 64% así lo ha expresado. Además, el 55% valora que es un aspecto que aporta valor al producto o servicio. En las empresas existe una gran sensibilidad y a la hora de comprar maquinaria es un aspecto que la gran mayoría tiene en cuenta. Todos los encuestados coinciden en que la interacción condiciona e impacta la actividad del operario, y el 73% considera que los aspectos relacionados a la interacción tienen gran impacto en la producción.

De los resultados se extrae que la presencia de los perfiles en el entorno específico de trabajo está equilibradamente dividido entre el operario (35%), personal de mantenimiento (30%) y la puesta a punto (22%). Esta división refleja la necesidad de crear entornos interactivos de gran flexibilidad y personalización. La creación de entornos específicos para los diferentes perfiles ayudará a mejorar el rendimiento de cada uno de ellos, facilitando la ejecución de las operaciones de modo más satisfactorio. Además, la alta repetitividad de los procesos (55%), el alto grado de cualificación (82%) y el largo periodo de adaptación que necesitan los operarios (más de un mes para el 64%), hace aún más evidente la profundización en esta línea de trabajo.

Las empresas entienden que la interacción tiene mayor impacto en la optimización de procesos (45%) y en el seguimiento de procesos (20%). Aún así, desde el diseño de la interacción se podrían trabajar aspectos que las empresas no identifican como relevantes como la comunicación (15%), identificación de fallos (15%) y procesos de aprendizaje (5%). Por ello, es necesario mostrar el verdadero potencial de la interacción y lograr una mayor sensibilidad por parte de las empresas.

Dentro del nuevo contexto denominado como Industria 4.0, el 73% cree que la interacción Hombre-Máquina tiene gran importancia. Junto a esta valoración, se extrae que el 54% considera que a día de hoy existen gran cantidad de oportunidades respecto al vínculo interactivo en sus empresas. Por todo ello, valoramos que es necesario impulsar sinergias que acerquen posiciones del diseño hacia la industria de la máquina herramienta, y así garantizar el liderazgo internacional en términos de innovación y competitividad de la actividad industrial local en el contexto de la Industria 4.0.

Siendo un estudio descriptivo y longitudinal, la investigación exige dar continuidad al análisis y detectar posibles cambios que se pueden dar a lo largo del tiempo. De este modo, los autores consideramos interesante por un lado, conseguir un mayor grado de colaboración por parte de las empresas y obtener estudios con mayor número de respuestas para futuras investigaciones. Por otro lado, vemos interesante analizar la realidad de la interacción HM y la evolución de la Industria 4.0 en otras provincias de la península, y así poder obtener un diagnóstico global de la situación del tejido empresarial de la Máquina-Herramienta a nivel estatal.

## Referencias

- Anguita, J. C., Labrador, J. R., & Campos, J. D. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención primaria*, 31(8), 527-538.
- Argimon Pallás, J. M., & Jiménez Villa, J. (2000). Métodos de investigación clínica y epidemiológica. Madrid. Visto en: Anguita, J. C., Labrador, J. R., & Campos, J. D. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención primaria*, 31(8), 527-538.
- 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.
- EUSTAT. (2012). *Anuario Estadístico 2012* [PDF]. Recuperado de [http://www.eustat.es/eustat\\_404.asp?404;http://eustat/document/datos/Anuario/Anuario\\_Estadistico\\_Vasco\\_2012/es/index.asp#axzz2QG9DU7K](http://www.eustat.es/eustat_404.asp?404;http://eustat/document/datos/Anuario/Anuario_Estadistico_Vasco_2012/es/index.asp#axzz2QG9DU7K). Consultado el 5 de Junio de 2014.
- Goleman, D., & Sutherland, S. (1996). *Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ*. London: Bloomsbury.
- 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.
- 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.
- Wahlster, W. (2012). From Industry 1.0 to Industry 4.0: Towards the 4th Industrial Revolution. In *Forum Business meets Research*.

## Agradecimientos

Los autores queremos agradecer la colaboración de la Asociación Española de Fabricantes de Máquinas-Herramienta (AFM) y las diferentes empresas que han participado en este trabajo de investigación.

Del mismo modo agradecemos la soporte recibido por el Diseinu Berrikuntza Zentroa (DBZ) de Mondragon Unibetsitatea y la Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea.

## Anexo 1

El cuestionario de trece preguntas diseñado para este estudio es el siguiente:

1. Valora del 1 al 5 la importancia que tiene el diseño de la interacción Hombre-Máquina (HM) en vuestra empresa.
2. ¿Crees que los aspectos relacionados con la interacción HM tienen impacto en el operario?
  - a. Sí
  - b. No
3. Valora del 1 al 5. ¿Crees que los aspectos relacionados con la interacción HM tienen impacto en la producción?
4. Marca qué perfiles suelen interactuar con un mismo entorno de trabajo:
  - a. Operario
  - b. Jefe de relevo
  - c. Mantenimiento
  - d. Puesta a punto
  - e. Otro
5. Valora del 1 al 5 la importancia que tiene la interacción HM en el contexto de la Industria 4.0.
6. ¿Dónde tiene mayor impacto la interacción?
  - a. Identificación de fallos
  - b. Optimización de procesos
  - c. Seguimiento de proceso
  - d. Aprendizaje
  - e. Comunicación
  - f. Otro
7. Valora del 1 al 5 el grado de oportunidades de mejora que visualizas para la interacción HM en los puestos de trabajo en su empresa.
8. Valora del 1 al 5 el nivel de cualificación necesario de los operarios para desarrollar las tareas que requiere su puesto de trabajo.
9. Valora del 1 al 5, el grado de repetitividad operativa en los puestos de trabajo en máquinas.
10. ¿Cuánto tiempo requiere la adaptación de los operarios a nuevos puestos de trabajo?
  - a. 1-2 días
  - b. 3-5 días
  - c. Menos de 2 semanas
  - d. Menos de 1 mes
  - e. Más de 1 mes
11. Valora del 1 al 5. ¿Se percibe la interacción como elemento que aporta valor añadido al producto?
12. Valora del 1 al 5. ¿Su empresa valora aspectos relacionados con la interacción HM a la hora de comprar maquinaria?
13. Valora del 1 al 5 la sensibilidad en vuestra empresa hacia temas vinculados a la interacción Hombre-Máquina (HM).

