

DISEÑO DE HERRAMIENTAS DE TRABAJO APROPIADAS PARA EL CIERRE Y SELLADO DE RECIPIENTES EN LA INDUSTRIA QUÍMICA

Design of appropriate work tools for closing and sealing containers in the chemical industry

Paola Andrea Calle Pinto¹

Resumen

El objetivo de este estudio es establecer de manera participativa los requerimientos y determinantes de diseño necesarios para la futura implementación de nuevas herramientas que faciliten el desarrollo de la actividad de cierre y sellado de recipientes, desarrollada por auxiliares de alistamiento de material de una empresa dedicada a la producción y venta de productos químicos para uso alimentario. Mediante observación, listas de chequeo y entrevistas con los trabajadores, se caracterizó la actividad y se evaluaron las herramientas usadas utilizando diferentes parámetros de referencia. A partir del análisis de esta información y de los requerimientos presentados por los mismos trabajadores, se elaboró una propuesta de herramienta que posteriormente fue evaluada en un taller, donde se obtuvieron requerimientos adicionales para el diseño de la herramienta y la organización de la actividad. Los resultados corroboraron la importancia de la participación de los trabajadores en los procesos de cambio en las organizaciones, a fin de realizar intervenciones pertinentes y con mayor nivel de aceptación por parte de los mismos trabajadores.

Palabras clave: Diseño de herramientas, ergonomía participativa, usabilidad.

¹ Mg. en Ergonomía, Bogotá, Colombia. Dirección postal: 111411. paocallepinto@gmail.com

Abstract

The objective of this study was to establish, through a participatory approach, the design requirements for the implementation of new tools to facilitate containers closing and sealing. These tasks were developed by the material preparation assistants of a company dedicated to the production and sale of chemical products for food use. Through observation, checklists and interviews with workers, the activity was characterized and the tools used were evaluated using different reference parameters. From the analysis of this information and the requirements presented by the workers themselves, a tool proposal was prepared, that later was evaluated at the work site. During this participatory essay additional requirements for the tool design were made by the workers for further improvements of the tool and the organization of the activity. The results confirm the importance of the participation of workers in the processes of change in organizations, in order to carry out relevant interventions, with a higher level of acceptance by the workers.

Keywords: Tool design, participatory ergonomics, usability.

Fecha recepción: 03/04/2018 Fecha revisión: 24/05/2018 Fecha aceptación: 20/07/2018

Introducción

La fabricación y uso de herramientas es una de las características que distingue y hace especial a la raza humana sobre otras especies de animales, dado que los seres humanos utilizan herramientas para la fabricación o modificación de otros objetos y utensilios. Las herramientas, en general, son objetos creados para facilitar una tarea, así como también artefactos que al ser impulsados y controlados por seres humanos, extienden las capacidades técnicas y mecánicas de los mismos en tareas de fuerza y precisión.

Es importante que las herramientas estén bien diseñadas y permitan a los trabajadores optimizar su potencial con el menor esfuerzo posible, haciendo más productivos los procesos y evitando

lesiones, accidentes o enfermedades relacionadas con repetitividad, posturas forzadas o inadecuada aplicación de fuerzas.

En búsqueda del bienestar laboral de los trabajadores de una empresa dedicada a la producción y venta de productos químicos para uso alimentario, un equipo interdisciplinar de ergonomía y salud osteomuscular evaluó el riesgo biomecánico de los puestos de trabajo de los auxiliares de alistamiento de material mediante el método REBA (Hignett, S. y McAtamney, L, 2000) y calificó con prioridad de intervención “inmediata” la tarea de llenado y estibado de recipientes.

A partir de los resultados de esta evaluación, se estableció de manera conjunta con la empresa, la aseguradora de riesgos laborales y el equipo interdisciplinar de ergonomía, un plan de acción para reducir los riesgos biomecánicos identificados de las diferentes actividades de la organización.

Este plan de acción incluyó como una de sus actividades la generación de requerimientos y determinantes de diseño para mejorar la funcionalidad y manipulación de la herramienta usada para cerrar y sellar los recipientes con productos (canecas y tambores), actividad realizada en el llenado y estibado de recipientes.

Por lo tanto, el objetivo general de este estudio es establecer de manera participativa, en base a la percepción de los trabajadores, los requerimientos y determinantes de diseño necesarios, la futura implementación de nuevas herramientas que faciliten el desarrollo de la actividad de cierre y sellado de recipientes, teniendo en cuenta la comodidad, la salud, la seguridad y la productividad de los trabajadores.

Para llevar a cabo este objetivo, se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Describir el contexto, las actividades y las herramientas usadas por los auxiliares de producción y alistamiento de material.
- Identificar los puntos críticos del diseño de la actividad y las herramientas usadas.
- Generar propuestas de intervención pertinentes encaminadas a mejorar la actividad y las herramientas usadas.
- Definir en conjunto con los trabajadores las mejores alternativas de intervención para el mejoramiento del bienestar de los trabajadores y la productividad de la empresa.

Materiales y métodos

Para establecer en conjunto con los trabajadores los requerimientos de diseño necesarios para la implementación de nuevas herramientas, se llevó a cabo la siguiente metodología:

- **Inspección y descripción de la empresa y la actividad.** Se realizó visita de inspección al área operativa en la tarea de llenado y estibado de recipientes, en la cual se incluyó observación directa y entrevistas a 2 trabajadores del área para obtener información sobre la actividad; la configuración de los puestos de trabajo; los elementos usados; las tipologías de herramientas existentes; y los requerimientos preliminares de los trabajadores frente a la propuesta de intervención.
- **Caracterización de herramientas y análisis de puntos críticos.** Se caracterizaron las herramientas existentes en la empresa para el cierre y sellado de recipientes, a través de la observación directa a los trabajadores del área y a partir de la percepción de los mismos.
- **Generación de propuestas.** A partir de la información obtenida, se generan requerimientos de diseño y propuestas preliminares para la intervención de la actividad analizada.
- **Exposición de resultados y propuestas.** Se expone a los trabajadores de área y a los encargados de producción, y seguridad y salud en el trabajo de la empresa, las diferentes propuestas de intervención.
- **Evaluación de propuestas por parte de los trabajadores.** Se efectúa un taller en el cual los trabajadores opinan y evalúan las propuestas presentadas para definir de manera participativa la propuesta con mayor pertinencia de intervención, así como las iteraciones que deben efectuarse para asegurar el mejoramiento del bienestar y productividad de la actividad.

Los materiales y métodos usados como apoyo a este estudio de caso se exponen en la tabla 1.

Factor a verificar	Referente de evaluación	Métodos y materiales a usar
Evaluación de herramientas	Checklist para Herramientas NIOSH (2004)	Valoración de herramientas mediante Checklist NIOSH (2004) impreso y observación directa (registro fotográfico).

Evaluación de puesto de trabajo y herramientas	Entrevista Semiestructurada	Entrevista Semiestructurada – Obtención de información relevante de las actividades, puesto de trabajo y herramientas. Se utiliza grabadora, lápiz y papel.
Usabilidad de herramientas actuales	Matriz Funcional de Evaluación de Usabilidad (Bordass, Leaman & Bunn, 2007)	Aplicación de Matriz Funcional de Evaluación de Usabilidad (Bordass, Leaman, & Bunn, 2007). Se utiliza matriz impresa.
Usabilidad de Propuestas	Matriz Funcional de Evaluación de Usabilidad (Bordass, Leaman & Bunn, 2007)	Aplicación de Matriz Funcional de Evaluación de Usabilidad (Bordass, Leaman, & Bunn, 2007). Se utiliza matriz impresa.
Participación de los trabajadores en la evaluación de propuestas	Modelo de ergonomía participativa en procesos de diseño (Broberg, Andersen y Seim, 2011)	Aplicación de Modelo de ergonomía participativa en procesos de diseño (Broberg, Andersen y Seim, 2011)

Tabla 1. Materiales y métodos usados en el estudio.

Resultados y discusión

1. Descripción del contexto y actividades asociadas al cierre y sellado de recipientes

1.1 Descripción de contexto de la empresa y la actividad

La empresa se dedica a la fabricación y venta de productos químicos de limpieza y desinfección, principalmente para la industria alimenticia. Produce diariamente 20.000 litros de diferentes químicos en 5 tolvas de fabricación, y así mismo vende diariamente alrededor de 25.000 litros de productos químicos importados. Estos productos son entregados en tambores, canecas, cuñetes o galones, de acuerdo a la presentación requerida y acordada con el cliente. Para ello, cuenta con 110 personas en áreas operativas, logísticas y administrativas.

El proceso general de funcionamiento de la empresa se sintetiza en la figura 1.

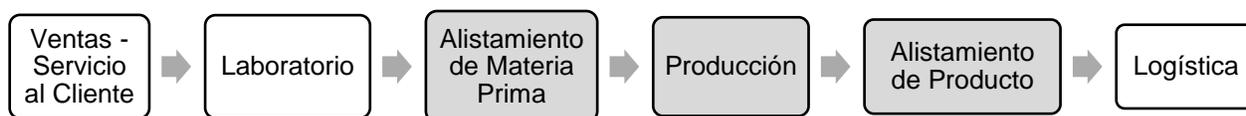


Figura 1. Funcionamiento del sistema de la empresa.

Dentro de este proceso, corresponden a los auxiliares de producción y alistamiento, las funciones de alistamiento de materia prima, producción y alistamiento de material.

Cada una de las 5 líneas de producción que tiene la empresa tiene solo un trabajador a cargo por jornada. En este sentido, el mismo trabajador que realiza el proceso de alistamiento de materia prima, trabaja en producción y en el alistamiento de producto.

Llenado y estibado de productos

El proceso de alistamiento de material tiene como funciones principales el envase, etiquetado y entrega al área de logística, químicos de acuerdo a las órdenes de producción.

En el alistamiento de productos, el trabajador debe envasar manualmente el producto realizado en las diferentes presentaciones (tambor y caneca) que ofrece la empresa, de acuerdo a la solicitud del cliente. El envasado manual de productos incluye el alistamiento de recipientes vacíos, el llenado de recipientes, el cerrado y sellado de los recipientes, el etiquetado del producto, el estibado de los productos y el traslado de los recipientes con producto hasta el área de logística. Las actividades incluidas en el llenado y estibado de tambores y canecas se resumen en las siguientes figuras.



Figura 2. Secuencia de actividades del llenado y estibado de tambores.

En relación a la figura 2, cabe destacar que cada tambor tiene una capacidad de 200 litros y que el proceso se repite hasta completar el pedido o lote, que puede ser hasta de 50 tambores en media jornada (mañana o tarde).



Figura 3. Secuencia de actividades del llenado y estibado de canecas.

Ahora, en cuanto a la figura 3, la capacidad máxima del recipiente es de 70 litros, y se completan hasta 9 unidades por estiba. El proceso anterior se repite hasta completar el pedido o lote, que puede ser hasta de 60 tambores en media jornada (mañana o tarde).

1.2 Descripción de actividad de tapado y sellado de recipientes

El tapado y sellado de recipientes es una de las actividades incluidas en el proceso de llenado y estibado de recipientes descrito con antelación.

Actualmente se utilizan dos modelos diferentes de herramientas artesanales para el tapado y sellado de recipientes; ambas herramientas utilizadas para 2 tipologías de tapones existentes y una única tipología de sellos.



Figura 4. Recipientes, tapones y sellos usados en la actividad.

La acción de tapado consiste en el aseguramiento del tapón roscado del recipiente mediante un movimiento giratorio realizado por el trabajador con una llave artesanal, de manera similar al movimiento que se realiza al ajustar una tuerca con una llave.



Figura 5. Tapado de recipientes con herramienta 1 y 2 respectivamente.

Posteriormente debe realizarse la acción de sellado; esta acción consiste en el aseguramiento (a presión) del sello del recipiente, acción realizada con un movimiento percutor similar al golpe de un martillo, con el reverso de la misma herramienta usada para el tapado de recipientes.



Figura 6. Secuencia de acciones del sellado de recipientes.

1.3 Descripción de las herramientas actuales

La herramienta 1 es una herramienta artesanal compuesta por un vástago cilíndrico metálico de 46 centímetros (cm) de largo y de 16 milímetros (mm) de grosor, y un cabezal cilíndrico móvil de 60 mm de alto y 30 mm de espesor que se desplaza a lo largo del vástago, con un peso total de 850 gramos (gr). El cabezal de la herramienta posee en su extremo una horma de hierro en forma de x, con secciones de 60 mm de largo, 15 mm de ancho y 6 mm de alto cada una. La horma en forma de x se utiliza para el cierre de las tapas, y la acción de golpe para el sellado se realiza con esta misma horma o con el anverso de la herramienta.



Figura 7. Herramienta 1.

La herramienta 2 también es una herramienta artesanal conformada por un cuerpo metálico compacto de 21 cm de longitud, de sección cuadrada con aristas pronunciadas de 20 mm de grosor, y un cabezal de sección cilíndrica hueca de 55 mm de alto y 60 mm de espesor que se direcciona a 110° del plano del vástago, con un peso total de 750 gr. Esta sección tiene un corte transversal paralelo al mango que genera una diagonal en el cilindro. Este cabezal tiene en su extremo 4 dientes de sección cuadrada de 10 mm de longitud distribuidos en cada uno de los cuadrantes de la

circunferencia. Esta sección circular con dientes se utiliza para la sujeción del tapón en el cierre del recipiente, y la acción de golpe en el sellado se realiza con el anverso de dicha sección. Los dientes de la herramienta tienen menor tamaño que la cuña de los tapones. De manera adicional, esta herramienta tiene 2 pestañas que se usan para destapar los sellos de las canecas.



Figura 8. Herramienta 2.

2. Evaluación e identificación de puntos críticos en las herramientas usadas en el tapado y sellado de recipientes

De acuerdo a la evaluación de las herramientas usadas en la empresa en base a variables objetivas, mediante la aplicación de la lista de chequeo, se encontró que no poseen el diámetro sugerido para su agarre; no poseen un mango redondeado; no son de material suave y antideslizante; y no permiten su utilización con la muñeca en posición neutra al poseer un mango recto para la realización de trabajos en el plano horizontal. Con la Herramienta 1 se perciben importantes posturas en extensión de muñeca con desviaciones radiales y cubitales, y adicionalmente aducciones de hombro; con la Herramienta 2, se observan marcadas extensiones de muñeca con desviaciones radiales y cubitales.

A partir de la aplicación, a dos trabajadores del área, de la matriz funcional de evaluación de usabilidad (Bordass et al, 2007) aplicada a las dos herramientas para las funciones de tapado y sellado de recipientes, es posible inferir que las herramientas tienen un regular desempeño para la función de tapado de recipientes, y un pobre desempeño para la función de sellado.

Los trabajadores expresan a través de los resultados de la matriz que la herramienta 1 es difícil de usar y que tiene un uso inexacto, por otra parte, respecto a la herramienta 2, manifiestan que es

poco intuitiva y que tiene un ajuste inexacto debido a la forma del cabezal que no coincide con la forma de la cuña del tapón.

En referencia a la función de sellado de recipientes, las herramientas evaluadas no poseen como herramientas percutoras, activación intuitiva, claridad del propósito, facilidad de uso o exactitud.

Finalmente, se consultó de forma directa a los empleados acerca de la opinión que tienen de las herramientas evaluadas, para lo que se compararon aspectos positivos y negativos de cada herramienta.

En relación a la herramienta 1, los aspectos positivos referidos por los trabajadores son que, esta herramienta corresponde a la forma de la cuña del tapón; y que se realizan menos movimientos que con la herramienta 2. No obstante indican que, es más pesada que la herramienta 2; se genera inestabilidad en el uso debido a la movilidad del cabezal; no presenta una forma adecuada para realizar el golpe en el sellado de recipientes; y ocasiona posturas forzadas.

En relación a la herramienta 2, los aspectos positivos referidos por los trabajadores son que, tiene pestañas para el destapado de recipientes; es más liviana; su longitud es de mayor facilidad de uso; y tiene un mayor balance. Pero, en su contraparte indican que, se realizan más movimientos que con la herramienta 1; genera presión en tejidos blandos; no presenta una forma adecuada para realizar el golpe en el sellado de recipientes; ocasiona posturas forzadas; y se genera inestabilidad en el uso debido al tamaño de los dientes.

En base a la evaluación hecha a las herramientas desde el punto de vista del ergónomo y de los empleados, los puntos críticos de las herramientas evaluadas se resumen en:

- Las herramientas existentes no cuentan con un principio formal claro que permita la adecuada función de percusión necesaria en la acción de sellado.
- Las herramientas existentes no coinciden de forma precisa con las dos tipologías de tapones usados en la empresa. Tienen mayor compatibilidad con uno de los diseños de tapones.
- El grosor del mango de las herramientas evaluadas no es eficiente en la optimización de energía y fuerza requerida para la tarea.

- La herramienta no tiene un material suave y antideslizante en el mango, el material metálico y rígido de los mangos transmiten el impacto de percusión efectuada en la actividad de sellado al trabajador.
- En referencia al desarrollo de las acciones correspondientes al tapado de recipientes con la Herramienta 1, se perciben importantes posturas en extensiones de muñeca con desviaciones radiales y cubitales y adicionalmente aducciones de hombro.
- Se percibe inestabilidad en el uso de la herramienta 1 causada por la movilidad del cabezal respecto al vástago.
- En referencia al desarrollo de las acciones correspondientes al tapado de recipientes con la Herramienta 2, se observan marcadas extensiones de muñeca con desviaciones radiales y cubitales.
- Los dientes de la herramienta 2 tienen menor tamaño que la cuña de las tapas, lo que genera que la herramienta se “salte” ocasionalmente del tapón, situación que podría ocasionar un golpe o accidente.
- Finalmente, la sección cuadrada o angosta en el mango de las herramientas genera presión sobre los tejidos blandos de las manos de los trabajadores.

3. Generación de propuestas

De acuerdo a los factores críticos establecidos, surgen los siguientes requerimientos y determinantes básicos para el diseño de una nueva herramienta:

- La herramienta debe tener un principio formal claro que permita el adecuado sellado del recipiente mediante percusión del sello.
- La herramienta debe tener un principio formal de sujeción que se acople de manera precisa a las 2 tipologías de tapones existentes.
- El mango de la herramienta debe tener un grosor que optimice la fuerza y minimice el esfuerzo del trabajador, NIOSH (2004) recomienda para este fin mangos entre 32 mm y 50 mm de grosor en el mango de la herramienta.
- El mango de la herramienta debe tener un largo superior al ancho de la palma de la mano, debe poseer una sección circular o elíptica y sin aristas para evitar presión en tejidos blandos.

Además debe estar fabricado en un material flexible que amortigüe el impacto de la acción de percusión en el sellado de recipientes.

- El mango de la herramienta debe estar orientado a la direccionalidad del plano en el que se van a realizar las actividades de tapado y sellado, con el fin de evitar posturas forzadas en miembros superiores.
- La herramienta debe ser estable, con excelente balance, buen agarre y lo más liviana posible.

Como respuesta a los anteriores requerimientos y determinantes para el diseño e implementación de la nueva herramienta, surge la propuesta que se observa en la figura 9.



Figura 9. Propuesta inicial de herramienta para tapado y sellado de recipientes

El prototipo de herramienta planteada para la actividad estudiada estaría compuesto por, un cabezal metálico doble para las funciones de sujeción y percusión, sobre un vástago de madera con doble curvatura.

Este prototipo de herramienta posee en uno de los extremos del cabezal, un martillo con forma de cono truncado que amplifica el impacto percutor de manera uniforme sobre la superficie a golpear. En el otro extremo del cabezal, el prototipo de herramienta presenta una llave en forma de x que coincide con las 2 tipologías de tapones existentes.

El prototipo de herramienta propuesto tiene una longitud total de 320 mm y un grosor de mango entre 35 mm y 45 mm con sección elíptica y sin aristas; este grosor y forma permitiría un agarre cómodo sin generar presión a tejidos blandos, y amplificaría la capacidad de fuerza del usuario optimizando su energía.

Para el mango, se propone un vástago de madera de doble curvatura que permitiría que el usuario tome la herramienta desde el ángulo más favorable, dependiendo de la acción a realizar a fin de evitar eventuales posturas forzadas en miembros superiores.

Finalmente, se propone un mango fabricado en un material flexible y resistente, como la madera, que mitigue el impacto de percusión en el usuario.

4. Evaluación y validación de propuestas

La propuesta anterior fue presentada a los trabajadores, a los encargados del área de producción y a los encargados de seguridad y salud en la empresa.

De la evaluación, mediante la aplicación de la matriz funcional de evaluación de usabilidad (Bordass et al, 2007), se extrae que la propuesta presenta principios formales claros para el desarrollo de las actividades de tapado y sellado de recipientes, siendo intuitiva, en apariencia cómoda, estable y resistente. Aunque en referencia a la función de sellado, los trabajadores manifiestan la inquietud de incluir en la propuesta de herramienta un principio formal que permita retirar el sello de los recipientes cerrados de una manera más efectiva.

Para evaluar la usabilidad desde un punto de vista más práctico, se utilizó de igual manera la matriz funcional de evaluación de usabilidad de Bordass et al (2007) aplicada al modelo de ergonomía participativa en procesos de diseño (Broberg et al, 2011) en el que se propone el uso de objetos de margen (Star & Griesemer, 1989) para la evaluación y validación de objetos.

Bajo el concepto de objetos de margen, se utilizaron objetos comunes con características similares a las de la propuesta, con el fin de evaluar ciertos aspectos del posible prototipo en cuestión de formas y materiales. Se aplicó la matriz de evaluación de usabilidad a un martillo con mango de madera para la acción de percusión (sellado de recipientes); a una llave Allen de 5/8" adaptada al cabezal de la herramienta 1 evaluada para la acción de sujeción (tapado de recipientes); y a un destapador de botellas para la acción de retirado de sellos nombrada anteriormente.

Llave Allen con Cabezal de Herramienta 1	Martillo con Mango de Madera	Destapador de Botellas
		

Figura 10. Objetos de margen utilizados en la evaluación de usabilidad de la propuesta.

En referencia a la llave Allen acoplada al cabezal de la herramienta 1, se observó mejoría respecto a la postura de muñeca observada en la evaluación de la herramienta 1 actual, corroborando la necesidad de implementar en la nueva herramienta un mango direccionado hacia el plano de trabajo. De manera adicional, los trabajadores sugirieron la implementación de un artefacto para asegurar las canecas o tambores a la estiba mientras se realiza el giro de la acción de tapado.

Por otro lado, el martillo con mango de madera recibió un alta calificación por parte de los trabajadores en la tarea de sellado de recipientes; de acuerdo a los trabajadores el principio formal de percusión se adapta de forma clara a la actividad, y el mango en madera resulta confortable para el usuario, aunque los trabajadores sugieren que el cabezal de la herramienta sea fabricado totalmente en acero y que el borde del volumen percutor del martillo posea un bisel para garantizar su resistencia y mínimo desgaste durante los impactos.

Finalmente, el destapador de botellas fue aceptado en gran medida por los trabajadores para retirar los sellos de los recipientes.

En resumen, los requerimientos adicionales efectuados a la propuesta durante la validación por parte de los trabajadores, son la inclusión de un principio formal en la herramienta que permita el retiro del sello del recipiente; el cambio de material del cabezal de la herramienta; la elaboración de un bisel en el volumen percutor del martillo con el fin de garantizar la resistencia de la herramienta; y la inclusión de un nuevo artefacto que evite el deslizamiento de los recipientes durante el giro de la acción de tapado.

La propuesta final para la herramienta y la actividad de acuerdo a los requerimientos iniciales y las iteraciones sugeridas por los trabajadores se observa en la figura 11.



Figura 11. Herramienta propuesta con iteraciones sugeridas por los trabajadores.

Como elemento adicional para evitar el deslizamiento de los recipientes durante el giro de la acción de tapado, se sugiere la adquisición e instalación de topes antideslizantes en el costado inferior de los recipientes vacíos.

Conclusiones y recomendaciones

Las herramientas actuales no cumplen con las características básicas de una herramienta ergonómica, promueven posturas forzadas en miembros superiores, y generan presión sobre tejidos blandos. Los mangos carecen del grosor suficiente para optimizar el agarre y la fuerza requerida para la tarea, y no se ajustan de manera óptima a la cuña de las 2 diferentes tipologías de tapones. Las herramientas carecen de un principio formal que facilite la acción de percusión sobre el sello del recipiente, y el material metálico usado en el mango de las herramientas transmite el impacto de la percusión al trabajador, por lo que se recomienda la sustitución de estas herramientas.

De acuerdo al análisis de la actividad realizado para mejorar el bienestar de los trabajadores y la productividad de la empresa en la actividad de tapado y sellado de recipientes, debe implementarse una herramienta con un principio formal claro que permita el adecuado sellado del recipiente mediante percusión del sello, y un principio formal de sujeción que se acople de manera precisa a las 2 tipologías de tapones existentes; la herramienta debe tener un mango con un grosor que optimice la fuerza y minimice el esfuerzo del trabajador de un largo superior al ancho de la palma de la mano del trabajador, de una sección circular o elíptica y sin aristas, de un material resistente

y flexible que amortigüe el impacto de la acción de percusión en el sellado de recipientes, y orientado a la direccionalidad de cada una de las acciones a realizar con la herramienta.

La participación de los trabajadores en los procesos de cambio en las empresas es fundamental para poder realizar intervenciones pertinentes y con mayor nivel de aceptación por parte de los mismos.

Mediante la evaluación y validación participativa de la propuesta, los trabajadores sugirieron algunas iteraciones, basados en su experiencia en la actividad; estas iteraciones incluyen cambios de material, la inclusión de un nuevo principio formal para el retirado de sellos, y la inclusión de un artefacto adicional que evite el deslizamiento de los recipientes durante el giro de los mismos en la acción de tapado. Estas valiosas opiniones y sugerencias fueron incluidas en los requerimientos para el diseño de la herramienta y de la actividad.

Referencias

- Bordass, B., Leaman, A. y Bunn, R., (2007). *Controls for End Users: A Guide for Good Design and Implementation*. UK: Building Controls Industry Association (BCIA).
- Broberg, O. Andersen, v. y Seim R. (2011) Participatory ergonomics in design processes: The role of boundary objects. *Applied Ergonomics*, 42(3): 464-472. DOI: 10.1016/j.apergo.2010.09.006.
- Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH, 2004). *Ergonomía Fácil: Una guía para la selección de herramientas de Mano No-Energizadas*. Publicada por el Departamento de Relaciones Industriales y el Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional. Recuperado de: <http://www.dir.ca.gov/dosh/puborder.asp> (2017, 15 de marzo).
- Hignett, S. Y McAtamney, L. (2000). REBA: Rapid Entire Body Assessment. *Applied Ergonomics*, 31(2), 201-205. DOI: 10.1016/S0003-6870(99)00039-3.
- Star, S., Griesemer, J. (1989). Institutional Ecology, Translations and Boundary Objects. *Social Studies of Science*, 19(3): 387-420. Recuperado de: <https://www.jstor.org/stable/pdf/285080.pdf>