

**APOYO AL APRENDIZAJE DEL DESARME DE EQUIPOS ORTOPÉDICOS PARA
PRACTICANTES, MEJORANDO LA PRODUCTIVIDAD DEL EQUIPO DE INGENIEROS**

**Presentado por:
Isabela Narváez Ruiz**

**INFORME DE PASANTÍAS COMO OPCIÓN DE GRADO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO BIOMÉDICO.**

**Tutor
Ing JEFFERSON STEVEN SARMIENTO**



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2024**

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien me ha dado la oportunidad de realizar mi práctica con J&J, brindándome una experiencia enriquecedora en mi primer contacto con el mundo laboral. Le agradezco por haberme otorgado el conocimiento, los recursos y las habilidades necesarias para abordar este proyecto.

Asimismo, quiero agradecer a Dios por el acompañamiento incondicional de mi familia, quienes no solo han escuchado mis ideas y me han animado en este camino, sino que también se han alegrado con cada logro alcanzado como si fuera propio. Les agradezco por haberme brindado todos los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.

Finalmente, deseo expresar mi gratitud hacia mi jefe, Yefferson Peñaloza, y mis compañeros de trabajo, quienes han sido un gran apoyo durante mi proceso de adaptación al área y desarrollo del proyecto.

GLOSARIO

1. CM (Mantenimiento Correctivo): Trabajo realizado sobre un equipo para restaurar o reparar el funcionamiento u operación de un equipo médico.
2. PM (Mantenimiento Preventivo): Procedimientos programados y planificados para prevenir fallas en equipos médicos, incluyendo inspecciones, limpieza y calibración.
3. Pieza de mano: Equipo biomédico usado para tratamiento y rehabilitación.
4. Equipo biomédico: Dispositivo médico operacional y funcional que reúne subsistemas eléctricos, electrónicos e hidráulicos.
5. Centro de servicio (CS): Taller donde se reparan los equipos de J&J

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
2.1. Formulación del problema.....	15
3. JUSTIFICACIÓN	16
4. OBJETIVOS	17
4.1 General.....	17
4.2 Específicos	17
5. MARCO TEÓRICO.....	18
7. METODOLOGÍA.....	22
7.1. <i>Recolección de documentación.</i>	22
7.2. <i>Traducción</i>	23
7.3. <i>Marcación</i>	23
7.4. <i>Diseño</i>	23
8. RESULTADOS	25
9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	27
10. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	29
REFERENCIAS	30

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. HERRAMIENTAS Y PROCESOS POR PIEZAS DE MANO.	10
TABLA 2. TIEMPO DE CAPACITACIÓN PARA DESARMAR LAS PIEZAS DE MANO DEL CAD Y EL COLIBRI II.	13
TABLA 3. CÓDIGOS DE COLOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS.	23
TABLA 4. DETALLE DE INSTRUCCIONES, HERRAMIENTAS Y RECOMENDACIONES PARA DESARMAR LA PIEZA DE MANO DEL TRS.	25

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN EL CS DE J&J.....	9
FIGURA 2.BANDEJA A CARRO 1. LAS HERRAMIENTAS ENCERRADAS EN AMARILLO SON LAS USADAS PARA DESARMAR EL EQUIPO APD.	11
FIGURA 3. CARRO 1 DE HERRAMIENTAS CON BANDEJA DESDE LA A HASTA LA G PARA LOS EQUIPOS COLIBRI II Y APD.	11
FIGURA 4.DIAGRAMA DE BARRAS DEL TIEMPO CONSUMIDO POR LOS DIFERENTES TIPOS DE INTERRUPCIONES DURANTE 6 DÍAS.....	12
FIGURA 5.DIAGRAMA DE BARRAS DE LA CANTIDAD DE INTERRUPCIONES DURANTE 6 DÍAS.....	12
FIGURA 6. INSTRUCCIONES DE DESARME PARA PIEZA DE MANO DEL MANUAL.	13
FIGURA 7.SISTEMA ÁNDON EN INDUSTRIA.....	18
FIGURA 8.MANUALES DE INSTRUCCIONES LEGO.....	20
FIGURA 9. DIAGRAMA DE METOLOGÍA.	22
FIGURA 10.MARCACIÓN TRS.....	25
FIGURA 11.MARCACIÓN APD.....	25
FIGURA 12. INSTRUCCIÓN AL EQUIPO.	26
FIGURA 13. IDENTIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS.....	26
FIGURA 14.INSTRUCCIONES CON VIDEOS E IMÁGENES.	26

1. INTRODUCCIÓN

En 1886 Robert, James y Edward Johnson se dedicaron a la producción de venta de materiales estériles para cirugía como manuales médicos y vendajes asépticos que tuvieron gran éxito. Luego de explorar el campo y experimentar un rápido crecimiento, la empresa se expandió hacia la fabricación de productos para bebés, kits para maternidad y botiquines de primeros auxilios hasta convertirse poco a poco en líderes mundiales en productos sanitarios y de higiene continuando con el desarrollo de analgésicos, control natal y cuidado personal basados en el principio de salvar y mejorar vidas [1].

Para 1961, J&J adquirió Janssen Pharmaceuticals, un laboratorio de investigación farmacéutica que se convertiría en el comercializador y fabricante de J&J de medicamentos como Fentanyl, Reasec y Haldol. Este primer paso sería el inicio de la expansión de J&J al continuar con la adquisición de compañías como Ethicon y DePuy Synthes que lograron expandir la empresa hacia productos quirúrgicos e implantes ortopédicos [2].

Durante este crecimiento J&J mantuvo centradas la toma de decisiones en su credo que busca anteponer las necesidades y el bienestar de las personas que hacen uso de cualquier producto o servicio de la empresa con el compromiso de hacerlo con prontitud y precisión manteniendo la alta calidad y precios razonables [3] siguiendo a la innovación en el cuidado de la salud como la fortaleza para la construcción de un mundo en el que sea posible curar enfermedades complejas, hacer tratamientos menos invasivos y crear soluciones personales [4]. En su alcance, J&J ha actualizado la marca uniendo los negocios de medicina innovadora y tecnología médica bajo el nombre de MedTech que actualmente comprende cuatro compañías especializadas en: arritmias cardíacas (Biosense Webster), ortopedia como cirugía de columna, medicina deportiva y traumatismos (DePuy Synthes), cirugía antiséptica (ETHICON) e implantes mamarios (MENTOR).

Actualmente en Colombia se encuentra el portafolio de las cuatro compañías mencionadas anteriormente en diversos hospitales como Méderi, Cardio Infantil, clínica Reina Sofia e incluso en lugares fuera de la ciudad de Bogotá. Todos los requerimientos de estos equipos, como, por ejemplo, los mantenimientos son resueltos desde la bodega 13 del Parque Empresarial Siberia en Funza por el departamento de Service Solutions. Hasta el momento los equipos con más demanda para el centro de servicios (CS) son principalmente los de uso ortopédico de la línea de Power Tools dentro de los que se encuentran el Air Pen Drive (APD), Compact Air Drive (CAD), Colibri II y Trauma Recon System (TRS) usados principalmente para cirugías craneomaxilofaciales y de columna o reconstrucciones articulares.

En el contexto actual de Colombia la demanda de los mantenimientos de estos equipos médicos ha aumentado considerablemente debido al crecimiento LATAM de la empresa y con esto el desafío de encontrar nuevas estrategias que mejoren la productividad y calidad en los procesos para suplir la demanda. Este objetivo involucra a todos los empleados del área de servicio técnico como ingenieros expertos, departamento de calidad, logística e incluso practicantes.

El practicante en el área de servicio técnico se encarga de acompañar en las actividades de diagnóstico de equipos, mantenimientos correctivos y algunos procesos administrativos como el despacho de equipos, el registro de los equipos para la asistencia de ingenieros

expertos o el diligenciamiento de formatos de pedido de repuestos para mantenimientos correctivos. Capacitación mediante cursos para el conocimiento de los diferentes procesos de la empresa y acompañamiento a trabajos de campo para el conocimiento de la tecnología propia de la empresa.

En este documento, se propone por medio de un método de apoyo de aprendizaje garantizar la eficacia, calidad en el proceso y desarrollo de habilidades del practicante que contribuya a la eficiencia del equipo de trabajo mediante la reducción de la asistencia requerida para la capacitación por parte de los ingenieros expertos

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Durante mi periodo de prácticas en Johnson & Johnson, una empresa líder en la industria de farmacéuticos y dispositivos médicos (DM), he identificado un problema significativo relacionado a los tiempos de productividad de los ingenieros expertos. Este problema surge por la capacitación del practicante para el desarme de equipos, ya que son los ingenieros expertos quienes se encargan de hacerlo.

El rol del practicante en el centro de servicios, aunque con algunas responsabilidades administrativas, se centra en el mantenimiento correctivo de cuatro equipos de ortopedia de mayor demanda. Este mantenimiento implica el desarme de equipos que, tras pasar por pruebas, no han cumplido con el funcionamiento esperado y deben modificarse en su estructura.

El proceso completo del mantenimiento consiste en probar el equipo, desarmarlo en caso de no funcionar como se espera, limpiarlo manualmente y con lavadora pieza por pieza para terminar con la intervención de los ingenieros expertos en el proceso de volverlo a armar reemplazando piezas dañadas o desgastadas para dejarlo en servicio nuevamente.

A continuación, se presenta un diagrama con el proceso general que realiza el practicante en el área de servicio técnico.

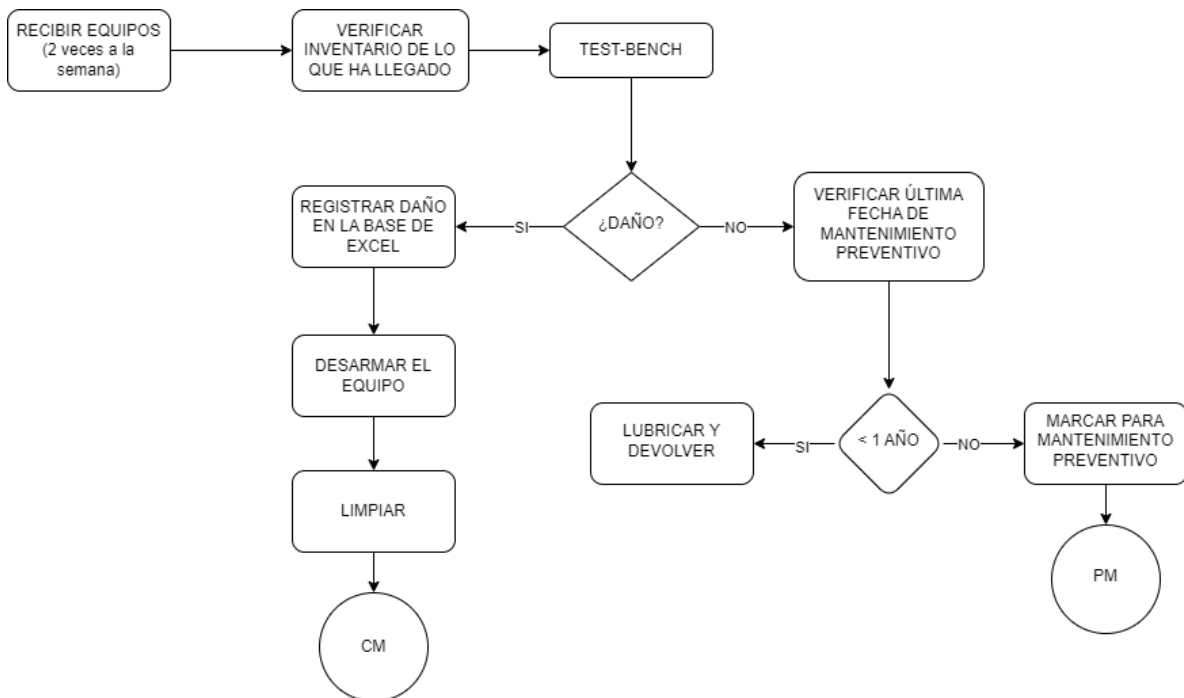


Figura 1. Funciones del practicante en el CS de J&J.

Dentro de todo el proceso mostrado en la figura 1, el desarme de equipos es el que requiere de una orientación más detallada debido a la especificidad de las piezas, la cantidad de herramientas y pasos del proceso.

En promedio cada equipo no solo tiene diferentes operaciones de desarme, sino que cuenta con al menos 10 herramientas diferentes. Según la tabla 1 se tiene que son al menos 800 instrucciones nuevas las que debe aprender el practicante para cumplir con sus funciones. Pese a que aprender toda esta cantidad de información puede ser un reto al inicio, el verdadero impacto de esta realidad se evidencia en que no hay un personal específico para la capacitación del practicante de manera que son los ingenieros expertos (de los que solo hay cinco) quienes deben guiar y acompañar este proceso de adaptación ocupando parte de su jornada que se espera sea para el mantenimiento de equipos.

Dentro del tiempo de capacitación al practicante se encuentran también las preguntas para recordar alguna parte del método o incluso la asistencia al mismo en caso de que un equipo llegue con una condición particular como, por ejemplo, que tenga alguna pieza trabada. Estos casos que también consumen tiempo se consideran como interrupciones que además de ser numerosas pueden variar en el tiempo que le requieran al ingeniero asistirla.

APD		CAD		Colibrí		TRS	
							
Herramientas	Procesos	Herramientas	Procesos	Herramientas	Procesos	Herramientas	Procesos
12	30	13	40	13	20	9	25
Total	42	Total	53	Total	33	Total	34

Tabla 1. Herramientas y procesos por piezas de mano.

Conversando con el practicante anterior mencionaba que tres de sus preguntas más frecuentes durante su tiempo en J&J fueron:

1. Orden de procesos, es decir, si era mejor desarmar todos los equipos de un mismo tipo y después lavar o si ir lavando y desarmando.
2. Ubicación de herramientas
3. Orden de los pasos para el desarme de los equipos

De las tres preguntas la 2 y la 3 son las que serán tenidas en cuenta en mayor medida debido a que como practicante tuve exactamente la misma pregunta en más de una ocasión.

La razón de la pregunta dos surge debido a que las herramientas a pesar de estar separadas por equipo en carros de herramientas están mezcladas las que son para armar



Figura 3. Carro 1 de herramientas con bandeja desde la A hasta la G para los equipos Colibri II y APD.



Figura 2. Bandeja A carro 1. Las herramientas encerradas en amarillo son las usadas para desarmar el equipo APD.

y desarmar adaptadores y piezas de mano. En la figura 2 se observa que solo 6 de 53 herramientas de una bandeja se utilizan para desarmar un APD.

En la figura 4 se presenta el tiempo en minutos consumidos cada día dependiendo del tipo de interrupción donde:

- *Instrucción*: Indicaciones para hacer el proceso por primera vez
- *Pregunta*: Cualquier duda que tenga el practicante como por ejemplo la secuencia de los pasos del proceso, la ubicación de una herramienta o su uso.
- *Asistencia*: Intervención manual del ingeniero como, por ejemplo, para desajustar una pieza.

En la figura 5 se observa que las instrucciones son las interrupciones que más tiempo consumen en un día, sin embargo, detallando cada día se observó que existe gran variabilidad en el tipo y el tiempo de las interrupciones que puede ser debido a varias razones:

1. Complejidad del equipo
2. Condiciones del equipo (en ocasiones las piezas de los equipos están muy oxidadas y hacen que sea difícil el desarme del equipo. Generalmente se requiere la asistencia del ingeniero experto para desajustar las piezas sin dañarlas)
3. Cantidad de equipos para desarmar
4. Habilidad para recordar los procesos

Es importante mencionar que el consumo de tiempo de las interrupciones por instrucción tiene un impacto grande en el o los primeros meses de adaptación ya que el practicante se expone a un conocimiento completamente nuevo por primera vez con lo anterior, se espera con el transcurso de las semanas las interrupciones por instrucciones tiendan a ser cada vez menos. No obstante, a pesar de no ser un comportamiento constante durante el tiempo

de trabajo del practicante, un mes con un consumo de tiempo de alrededor de 20-30 minutos puede tener un impacto grande.

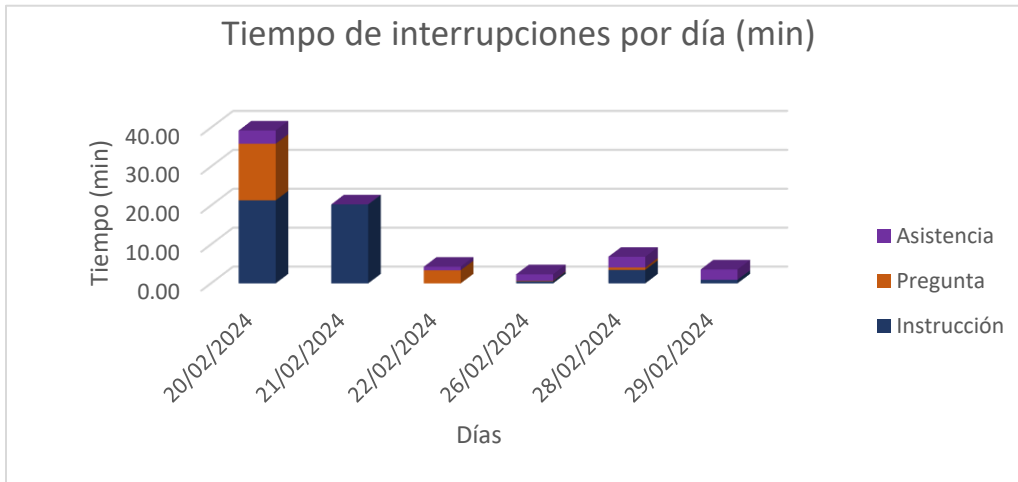


Figura 4. Diagrama de barras del tiempo consumido por los diferentes tipos de interrupciones durante 6 días.

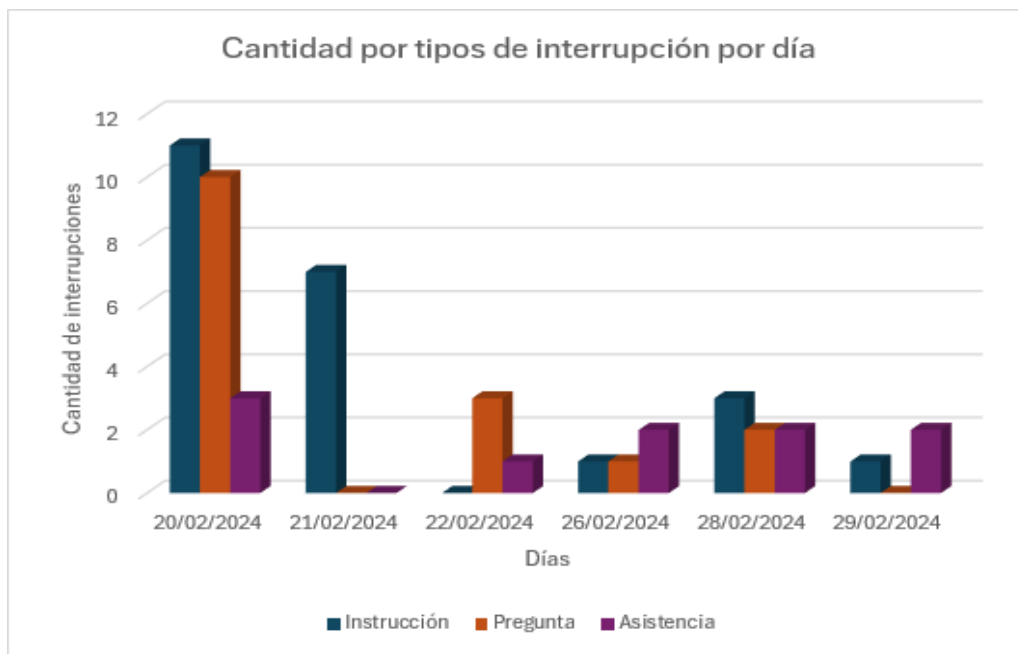


Figura 5. Diagrama de barras de la cantidad de interrupciones durante 6 días.

Un ejemplo se observa en la tabla 2 donde se registró el tiempo de capacitación (interrupción de instrucción) de dos ingenieros nuevos para el proceso de desarme del CAD y del Colibri II.

Tiempo de capacitación de desarme (min)	
CAD	Colibri II
24	44.25

Tabla 2. Tiempo de capacitación para desarmar las piezas de mano del CAD y el Colibri II.

Continuando con las razones de las interrupciones, se tiene que, a pesar de que la mayoría de los casos son “no controlados”, es posible crear estrategias que permitan abordar cada uno y reducirlo. Un ejemplo de esto puede ser proporcionar al practicante los manuales de usuario de las piezas de mano de los equipos para que pueda no solo conocer las herramientas para el proceso de desarme, sino también el paso a paso detallado del proceso. Sin embargo, la presentación de la información, como se observa en la figura 6, además de estar en inglés, presenta las herramientas en códigos sin ninguna ayuda visual, de manera que el manual de usuario debe ser complementado con el “service tools”; un documento que contiene el plano en 3D de cada herramienta y permite tener una idea más clara de la referencia.

Al evaluar únicamente el uso del manual como guía para el desarme de la pieza de mano del APD, se le pidió a un ingeniero recién contratado reunir las herramientas según las instrucciones del manual y se registró el tiempo que tardó y qué tan acertado fue con la selección de las mismas. Los resultados presentaron un tiempo de alrededor de 9 minutos para reunir las herramientas y la falta de algunas para el proceso.

3 Disassembly Instruction			
N°	Article N°	Process Description	Tool / Equipment
10	50128988 60056195	Unscrew the fillister-head screw from the control unit.	902.891.000
20	2x 50137881 2x 60003556	Press on both lock slides and unscrew the lock screws.	901.118.000
30	2x 50137881 2x 50124761	Remove both lock slides and the springs.	N/A
40	50126831 60210506 or 60210507	Heat up! Unscrew the holding flange the “Colibri II” housing (older version 60055462 or the “Small Battery Drive II” housing (older version 60055464).	Hot air gun 901.492.000

Figura 6. Instrucciones de desarme para pieza de mano del manual.

Nuevamente, se evaluó la recolección de herraminitas pero esta vez sin hacer uso del “service tools”. Sin embargo, a pesar de que el ingeniero tardó 2 minutos menos con respecto al caso anterior, dejó por fuera algunas herramientas e incluso agregó otras que no formaban parte del proceso.

Con lo anterior, se observa que aunque el manual de uso puede ser una guía para el proceso de desarme, suele ser ineficiente en el proceso de adaptación e incluso en la ejecución.

2.1. Formulación del problema

¿Cómo puede la empresa Johnson & Johnson guiar el aprendizaje del practicante para el proceso del desarme de equipos reduciendo el tiempo de acompañamiento de los ingenieros expertos?

3. JUSTIFICACIÓN

En el contexto del involucramiento de un practicante en el procedimiento de un mantenimiento correctivo de equipos médicos, se considera fundamental un sistema de apoyo en el aprendizaje que no solo garantice la eficacia, calidad en el proceso y desarrollo de habilidades, sino que aporte a la eficiencia del equipo de trabajo al reducir la asistencia al practicante por parte de los ingenieros expertos para permitirles dirigir la mayoría del tiempo laboral a aquellas responsabilidades que requieren con mayor demanda de su experiencia y conocimiento especializado. No obstante, este apoyo no espera lograr un aprendizaje autónomo, ya que es fundamental para el desarrollo del practicante mantener un ambiente colaborativo donde pueda conocer la experiencia de los expertos.

Además, y siguiendo el objetivo de producción de la empresa para este año 2024 que implica el crecimiento del equipo de trabajo, se considera que este apoyo puede ser útil para adaptar profesionales de ingeniería que se acercan por primera vez a la tecnología de J&J.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Desarrollar método de apoyo de aprendizaje para practicantes involucrados en el mantenimiento correctivo de equipos médicos, que garantice la eficacia, calidad en el proceso y desarrollo de habilidades, y que contribuya a la eficiencia del equipo de trabajo al reducir la asistencia requerida de los practicantes por parte de los ingenieros expertos.

4.2 Específicos

- 4.2.1** Evidenciar el impacto en tiempo que tienen las interrupciones del practicante durante la jornada laboral de los ingenieros expertos.
- 4.2.2** Desarrollar un material de apoyo que facilite la comprensión y memorización del procedimiento de desarme de los equipos y el uso de las herramientas.

5. MARCO TEÓRICO

El proceso de prácticas es una experiencia integral que facilita el desarrollo de diversas habilidades. Esto abarca no solo la construcción de conceptos para analizar situaciones encontradas, sino también la formulación de alternativas de transformación, la aplicación de estrategias y técnicas de intervención, y el reconocimiento de formas de trabajo. Además, implica la transformación personal del estudiante a través de las experiencias proporcionadas por el contexto de práctica, entre otras cosas [8], que enriquecen el desarrollo y fortalecen los conocimientos teóricos de manera práctica en el estudiante. Sin embargo, debido a la falta de experiencia del estudiante en un entorno laboral real, se entiende que el acompañamiento durante esta experiencia es crucial para su integración efectiva en el ámbito laboral y garantizar un desempeño óptimo. Este acompañamiento tiene como objetivo la orientación en instrucciones, herramientas y procesos para la capacitación. Con esto, se espera que el practicante disponga de un tiempo para adaptarse y asimilar las nuevas habilidades, conceptos y dinámicas laborales específicas del área en la que está desarrollándose.

Un buen término para describir la relación entre el tiempo y el aprendizaje es la "curva de aprendizaje". Aunque el tiempo de aprendizaje puede verse influenciado por las capacidades individuales, también es posible optimizar la actividad considerando el estilo de aprendizaje [7]. Esto es importante porque optimizar la actividad de aprendizaje del practicante radica en el tiempo, un recurso fundamental para cualquier industria que necesita utilizarse de manera eficiente [9].

El sistema Andon es un término utilizado en la industria para localizar rápidamente los problemas en los puestos de trabajo manuales y mejorar los tiempos de respuesta [12]. A grandes rasgos, los sistemas Andon son ayudas visuales que resaltan el lugar donde es necesario intervenir, facilitando la toma de decisiones y la participación del personal [11]. Aunque este documento no se centra estrictamente en un entorno de proceso industrial, es interesante considerar la efectividad del Andon y su principio de funcionamiento, especialmente el uso del color [9].



Figura 7. Sistema Andon en industria.

Volviendo a la idea anterior sobre la optimización del aprendizaje y retomando la mejora en tiempos de respuesta y la facilidad de decisión de los trabajadores que utilizan el sistema Andon, se entiende que los recursos visuales, como el uso de colores, pueden ser una buena alternativa para comunicar información.

Según investigaciones de la psicología cognitiva, el lenguaje visual fortalece la comprensión y el razonamiento, ayudando a desarrollar las capacidades cognitivas de los estudiantes. Esto convierte a las imágenes en potenciadores de la interpretación y de la creación. Villalustre y Del Moral sugiere que las estrategias didácticas centradas en el aprendizaje, que utilizan organizadores gráficos, favorecen la adquisición del conocimiento [14].

El aprendizaje visual se basa en la presentación visual de información para ayudar a captar nuevos conceptos, conectar ideas e incluso practicar el pensamiento crítico, mejorando la atención, retención de información y organización [12]. Dentro de este método de aprendizaje, es indispensable considerar un buen diseño para evitar distraer al estudiante del mensaje principal y garantizar la mejora sobre los métodos convencionales.

Según Bandura (1986), una subfunción importante del aprendizaje por observación está relacionada con la retención de conocimiento, es decir, con la capacidad de mantener en existencia la reproducción de nuevos significados adquiridos [13].

Retomando el recurso de colores utilizado en el sistema Andon, se puede considerar que este recurso se usa en los procesos de aprendizaje como facilitador que refuerza la atención y refuerza el aprendizaje, además de ser un lenguaje simbólico universal, considerado una herramienta importante en la transmisión del conocimiento. Su influencia en el aprendizaje es tal que diversas investigaciones mencionan su impacto en la estimulación de los estudiantes incluso desde los colores de las paredes un aula de clases [13].

Un estudio en México con 10 alumnos de colegio utilizó la presentación de colores específicos como ayuda para el aprendizaje de la lectoescritura. El estudio consistió en mostrar a los alumnos 10 tarjetas de frutos con sus nombres durante treinta segundos en su color real y en los colores azul, verde y rojo.

La presentación de las frutas y de los colores fue de manera aleatoria y finalmente, se les mostró la misma figura sin el nombre para que pudieran escribir el nombre correspondiente.

Los resultados demostraron que el color real facilitó recordar la palabra que representaba la fruta, mientras que los colores azul, verde y rojo inhibían la respuesta [13].

Con lo anterior se hace evidente la utilidad del uso de recursos visuales, desde imágenes hasta colores, en el proceso de aprendizaje de una persona. Un buen ejemplo de este recurso son los manuales LEGO utilizados para las instrucciones de construcciones de diferentes piezas, que, a pesar de utilizar poco texto, permiten alcanzar el objetivo de armar una figura completa a partir de una guía de imágenes y colores, saliendo del modelo clásico de un manual, que suele ser un poco más técnico.

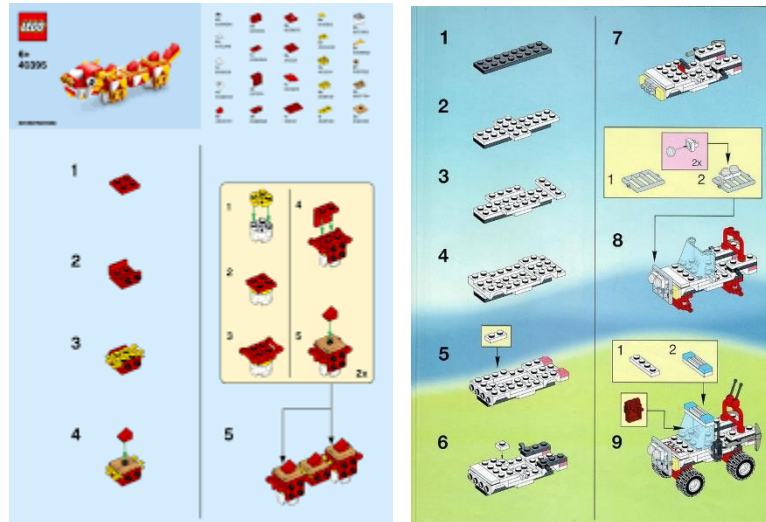


Figura 8. Manuales de instrucciones LEGO.

De forma general un manual lego está compuesto por:

- *Instrucciones visuales* mediante imágenes y diagramas para guiar el proceso de construcción.
- Una organización *paso a paso* secuencial de las instrucciones de construcción
- *Colores* brillantes y distintivos para la identificación de elementos en las instrucciones y localización de piezas
- Una *orientación espacial* para el usuario a partir de vistas en diferentes ángulos de una misma pieza
- Son *accesibles y fáciles de entender* para una amplia gama de usuarios [15].

Para concluir, podemos destacar que los recursos visuales, especialmente el uso del color, desempeñan un papel crucial en la mejora del aprendizaje y la toma de decisiones en diversos contextos, desde entornos industriales hasta educativos.

Desde el sistema Andon en la industria hasta los materiales LEGO en el ámbito educativo, queda claro que la presentación visual de la información facilita la comprensión, la retención y el proceso de aprendizaje. Este enfoque no solo atrae la atención, sino que también refuerza el conocimiento y estimula el pensamiento crítico. En resumen, la integración efectiva de recursos visuales en los procesos de enseñanza y trabajo no solo mejora la eficiencia, sino que también enriquece la experiencia de aprendizaje y trabajo para una amplia gama de usuarios.

6. MARCO LEGAL

5.1 Normativa de prácticas

Según lo establecido por la Organización Mundial del Trabajo en el artículo 32 de la Ley 789, las empresas privadas, excluyendo las dedicadas a la construcción y con empleados no menores a quince (15), deben integrar aprendices para realizar actividades que requieran formación académica bajo la modalidad de relación de aprendizaje [6]. En este contexto, JnJ se compromete con este mandato legal a través de su programa de interns que busca brindar experiencia a estudiantes universitarios. Este programa no solo busca fortalecer conocimientos adquiridos por los estudiantes, sino también desarrollar habilidades mediante la participación colaborativa en proyectos reales, promoviendo así una formación integral y práctica.

Además, el artículo 30 de la Ley 789 establece la responsabilidad de las empresas en proporcionar todos los recursos necesarios para que el practicante logre adquirir formación profesional metódica que le permita desempeñarse en su oficio [8]. En este sentido, JnJ se compromete a cumplir con este deber legal al garantizar un entorno propicio para el aprendizaje y el desarrollo profesional de los practicantes, proporcionando los medios necesarios para su formación y crecimiento dentro de la organización.

5.2 Reglamento de dispositivos médicos

Según el decreto 4725 de 2005 los importadores y productores de equipos biomédicos deben garantizar el servicio de soporte técnico permanente durante su vida útil, así como repuestos y herramientas necesarias para el mantenimiento y la calibración para conservar los equipos en los rangos de seguridad establecidos por el fabricante. Dentro de J&J el cumplimiento de esta garantía es por parte del departamento de Service Solutions.

7. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología (figura 9) para el diseño de una guía para el apoyo del aprendizaje de un practicante compuesto de imágenes, guías de colores, asistencia por voz y videos.

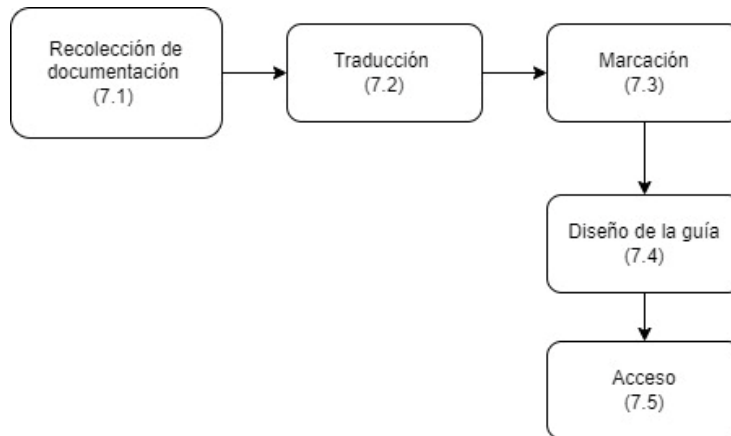


Figura 9. Diagrama de metodología.

- 7.1. *Recolección de documentación:* La recolección de documentación se realiza con un ingeniero experto con acceso a la documentación de la tecnología de J&J para tener las especificaciones y recomendaciones del fabricante para el proceso de cada equipo. Por cada equipo se tuvo el manual de uso donde se encuentran todas las instrucciones y referencias de herramientas para el desarme, el service tools (plano de herramientas) y el exploded drawing handpiece (plano de piezas).

7.2. *Traducción:* Debido a que los manuales de uso se encuentran en inglés, se considera útil la traducción al español de las instrucciones de desarme para poder tener la información completa del proceso y presentarla de la mejor manera sin dejar datos importantes fuera de la guía.

7.3. *Marcación:* Dentro de la información proporcionada en la guía se incluye la instrucción para la recolección de las herramientas utilizando un sistema de ubicación por colores. Esta identificación en los cajones de los carros de herramientas se llevará a cabo mediante un código de colores (ver tabla 3), el cual ya ha sido utilizado en el CS y permite a los ingenieros expertos distinguir los repuestos para cada equipo. Para el TRS, el color designado es el rojo.

Finalmente, utilizando una base de datos que contiene el inventario de herramientas del CS y su ubicación en los diferentes carros de herramientas, se procede a marcar la ubicación de cada herramienta en cada bandeja de los carros con stickers de los colores correspondientes. En estos stickers se dibujará una flecha para indicar con precisión a qué herramienta se refiere la marca.

EQUIPOS			
APD	CAD	TRS	Colibri II

Tabla 3. Códigos de color para la identificación de equipos.

7.4. *Diseño:* La guía se ha creado utilizando Canva. Dado que se pretende que la guía no solo proporcione instrucciones para el desarme, sino que también permita al practicante retener la información y familiarizarse con las herramientas y el equipo con el que está trabajando, se ha optado por comenzar la guía con una breve introducción sobre el equipo, seguida de un índice de herramientas que incluye su nombre técnico y la ubicación en el carro y bandeja correspondientes.

Debido a la complejidad de las instrucciones, se considera que el uso exclusivo de imágenes no es suficiente, por lo que la guía se complementa con videos e instrucciones por voz.

7.4.1. *Imágenes:* Se toman fotos de las herramientas para el desarme del TRS desde dos vistas para una mejor visualización y posterior reconocimiento de la herramienta. Se utiliza *removebg* para quitar el fondo de las fotografías.

7.4.2. *Instrucciones por voz:* Debido a la cantidad de información se realiza un breve audio con las instrucciones de desarme. Para evitar saturar de información se realizan audios de máximo 1min.

7.4.3. *Videos:* Se realiza la grabación del proceso paso a paso del desarme del equipo para mayor claridad de la información.

- 7.5. *Acceso:* Finalmente, se crea códigos QR que permitirán acceder a las guías de desarme de equipos. Así, la información no debe almacenarse físicamente y es de fácil acceso para cualquier usuario.

Es importante mencionar que este método es el mismo para cada uno de los equipos.

8. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados.

a. Traducción:

En la tabla 4 se presenta la forma en que se organizó la traducción de las instrucciones de desarme para el TRS donde se identifican las acciones para cada instrucción, el número de referencia para la identificación de las herramientas y algunas recomendaciones que se pueden hacer del proceso más sencillo y/o seguro.

TRS			
Instrucciones del manual de usuario	Acción	Herramienta	Recomendaciones
0. Reuna las herraminetas de desarme sobre el banco de trabajo	Reunir		Tome todas las herramientas con sticker rojo de los carros 1,2 y 3
1. Coloque la pieza de mano sobre el bloque de apoyo TRS.	Colocar	214.675.000	
2. Usando el Motro Tool perfore un agujero en los pasadores de cubierta negros y retirelos usando el gancho	Perforar	Motor Tool	Revisar la punta del motor tool
	Retirar	Gancho	
3. Sujete la guía cónica a la prensa y ajuste la pieza de mano	Sujetar y ajustar	168.936.000	
4. Afloje el anillo de protección usando la llave de montaje y la llave con trinquete fija	Aflojar		Utilice la mano libre para hacer presión hacia abajo sobre la llave

Tabla 4. Detalle de instrucciones, herramientas y recomendaciones para desarmar la pieza de mano del TRS.

b. Marcación:

Siguiendo los números de referencia de la tabla 4, se identifican las ubicaciones de las herramientas y se marcan para cada carro y bandeja según el código de color. En las figuras 10 y 11 se observa la marcación de las herramientas para los carros 1 y 3 de las piezas de mano APD y TRS.



Figura 11. Marcación APD.



Figura 10. Marcación TRS.

c. Guía:

La guía se diseña en canva. Se compone de videos (azul), imágenes (rosado) e instrucciones por voz además de una breve introducción sobre la pieza a desarmar y el nombre técnico de las herramientas.



Figura 14. Instrucciones con videos e imágenes.



Figura 12. Instrucción al equipo.



Figura 13. Identificación de herramientas.

d. Acceso:

Los códigos QR de acceso para cada pieza de mano serán impresos y plastificados para pegar cerca de la mesa de trabajo donde se realiza el proceso de desarme.

9. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Inicialmente, durante la toma de datos, se evidenció que la capacitación necesaria para el desarme de la pieza de mano de un equipo consumía un tiempo considerable entre 30 y 40 minutos. Esta cifra es significativa teniendo en cuenta que las horas diarias de trabajo de un ingeniero experto son de aproximadamente 7 horas. Pese a que este no es un consumo de tiempo habitual (a lo mucho ocurre una vez cada semestre con la llegada de un nuevo practicante), puede ser optimizado para maximizar la eficiencia e incluso evitar una enseñanza repetitiva de procedimientos.

Esto se vio reflejado desde el punto de vista de un ingeniero nuevo, quien recibió entrenamiento durante una semana en todos los procesos relacionados con las 4 piezas de mano. El ingeniero reconoció el reto que presentaba el recordar toda la información suministrada por lo que además de evidenciar una necesidad en la mejora de la eficacia de la capacitación muestra la sobrecarga que puede generar la cantidad de información.

Por otro lado, se identificaron dificultades relacionadas con la ubicación de las herramientas para la ejecución del proceso ya que en ocasiones debido a la cantidad de herramientas diferentes y para diferentes procesos en un mismo espacio hacía difícil la identificación por lo que al final requería de la intervención del ingeniero experto para la orientación sobre ubicación y/o función específica.

A partir de las principales dificultades mencionadas anteriormente, se desarrolló una guía basada en imágenes, videos e instrucciones por voz para un acceso completo a la información y que además facilita el aprendizaje mediante estrategias como el uso de colores e imágenes.

Aunque a la fecha no ha sido posible probar el método diseñado con ingenieros inexpertos en el procedimiento para registrar nuevamente datos sobre tiempos, cantidad y tipos de interrupciones para validar el apoyo en la asistencia del aprendizaje mediante la guía, se evidenció una mejora significativa al momento de hacer la recolección de herramientas para el desarme de las piezas de mano. Sin embargo, se observó que la atención y el detalle en la recepción de la información siguen siendo pilares fundamentales para el aprendizaje ya que a pesar de que hubo una eliminación completa de elección de herramientas incorrectas, aún es posible olvidar tomar herramientas indicadas por los colores. Esto demuestra que, aunque una estrategia pueda mejorar significativamente un proceso, las habilidades propias de quien ejecuta la acción siguen siendo un factor fundamental para un buen resultado. Adicionalmente, este método de identificación de herramientas fue considerado por los ingenieros expertos como un buen inicio para la implementación de las 5S, que busca mejorar la productividad de procesos y el aumento de calidad. Esto es algo muy bueno considerando la exigencia de la empresa de incorporarlo en los diferentes procesos que se llevan a cabo en el CS. Este resultado hace parte del principio de SEIRI: clasificación de material indispensable para la ejecución de procesos [20].

Conversando con uno de los ingenieros expertos, se destacó el uso de videos como una estrategia para la orientación en el proceso de desarme. De las 4 piezas de mano, solamente una cuenta con un video instructivo que actualmente fue aceptado por la compañía y que se usa en diferentes espacios para la orientación del proceso; sin embargo, es importante señalar que el propósito del video no es el aprendizaje, sino la orientación en

el proceso. Por esta razón, se tienen buenas expectativas con el uso de las guías, las cuales además de tener el video de instrucciones, cuenta con otros recursos como estrategia para el aprendizaje y un cómodo método para el suministro de la información.

Con lo anterior se entiende que el uso de un método de apoyo no puede cumplir completamente con la capacitación de un practicante ya que la experiencia de los ingenieros expertos es necesaria para la orientación de procesos no obstante, un proceso tan metódico puede ser abordado primeramente por un tercer (la guía) y complementado por el capacitador (ingeniero experto) dándole al practicante más recursos para su adaptación en J&J y mejorando la ocupación de los tiempos del equipo de trabajo.

Como observación personal, se destaca la incomodidad generada al tener que interrumpir constantemente las actividades de los ingenieros. Aunque se comprende que los practicantes están en un proceso de aprendizaje y que el acompañamiento es necesario al inicio, en ocasiones, el cumplimiento de la tarea tomaba más tiempo debido a la espera entre interrupciones para permitir que los ingenieros pudieran concentrarse en sus responsabilidades.

Es importante mencionar que esta situación no se debe a una falta de disposición por parte del equipo para resolver inquietudes o brindar el apoyo necesario durante la capacitación. Mas bien, es simplemente una observación de un practicante con un perfil un tanto tímido y reservado que consideraría que el uso de un material de apoyo, el cual pueda ser consultado indefinidamente sin interrumpir otros procesos, no solo facilitaría el proceso de adaptación, sino también contribuiría al bienestar general.

10. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Teniendo en cuenta el desarrollo de la guía y la cantidad de equipos actuales y futuros, se considera que diseñar un método más integral para su creación puede ser una forma rápida de abordar esta tarea, especialmente considerando que la responsabilidad del desarrollo de estas guías recae en los ingenieros expertos.

Esto es posible debido a que al analizar la síntesis de instrucciones presentada en la tabla 4 y compararla con la de los otros equipos, se observa que muchas acciones, como aflojar, retirar, reunir, etc., son repetidas para casi todos los casos. Por lo tanto, se podría crear una base de datos con las instrucciones básicas y, posiblemente, una imagen de referencia para cada una, así como un banco de las imágenes de las herramientas. Esto permitirá un acceso más automatizado y directo. Al igual que con las acciones, herramientas como prensas, pistolas de calor, llaves de torque, botadores, entre otros, también son usadas para varios procesos.

Adicional a esto, sería bueno diseñar las guías de apoyo para los adaptadores de los equipos y no solo para las piezas de mano empezando por las que se reparan con más frecuencia como lo son las sierras del TRS y el adaptador de aguja del APD.

REFERENCIAS

- [1] C. Hidalgo, “Quería ser farmacéutico y creó la empresa de productos de higiene más grande del mundo: la historia de Johnson & Johnson”, Forbes Argentina, 20-mar-2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.forbesargentina.com/negocios/queria-ser-farmacutico-creo-empresa-productos-higiene-mas-grande-mundo-historia-johnson-johnson-n13903>.
- [2] V. T. las P. de Tentulogo →, “Johnson & Johnson, la farmacéutica ‘más admirada’ del mundo”, Tentulogo, 10-abr-2019. [En línea]. Disponible en: <https://tentulogo.com/johnson-johnson-la-farmacutica-mas-admirada-del-mundo/>.
- [3] Jnj.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.jnj.com/our-credo>.
- [4] Jnj.com. [Online]. Available: <https://www.jnj.com/discover-i-j>.
- [5] Jnjmedtech.com. [Online]. Available: <https://www.jnjmedtech.com/es-419/companies/depuy-synthes>.
- [6] “Contrato de Aprendizaje, COLOMBIA,” Oitcinterfor.org. [Online]. Available: <https://www.oitcinterfor.org/en/node/2318>.
- [7] M. Toro, “La curva de aprendizaje o el arte de aprender a aprender,” Ethic, 12-Dec-2023. [Online]. Available: <https://ethic.es/2023/12/curva-de-aprendizaje-arte-de-aprender-a-aprender>.
- [8] G. J. Barney and D. G. Rivera, “Modelo de acompañamiento del proceso de práctica profesional en Psicología: una experiencia pedagógica,” Edu.co. [Online]. Available: <https://www.unicauca.edu.co/eventos/index.php/educologuio/2016/paper/viewFile/336/111>
- [9] ECORFAN, “ECORFAN®,” Ecorfan.org. [Online]. Available: <https://www.ecorfan.org/>.
- [10] “Cómo el sistema Andon puede ayudar al flujo de producción,” Flexpipe Inc, 26-Nov-2020.
- [11] P. Romero, “¿Qué es Andon? Sistema de control visual de producción,” Geinfor ERP, 05-May-2019. [Online]. Available: <https://geinfor.com/que-es-andon-sistema-de-control-visual-de-produccion/>.
- [12] “Estrategias de enseñanza visual para mejorar el aprendizaje,” Lucidspark. [Online]. Available: <https://lucidspark.com/es/blog/estrategias-de-ensenanza-visual-para-mejorar-el-aprendizaje>.
- [13] C. E. G. Sada, “INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY,” Tec.mx. [Online]. Available: <https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/632254/EGE0000003288.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [13] G. O. Hernández, “EL COLOR. UN FACILITADOR DIDÁCTICO,” Www.uv.mx. [Online]. Available: <https://www.uv.mx/psicologia/files/2014/09/El-color-un-facilitador-didactico.pdf>.
- [14] A. A. J. Cerro, “METODOLOGÍA BASADA EN EL APRENDIZAJE PRÁCTICO-VISUAL,” Ucam.edu. [Online]. Available: https://repositorio.ucam.edu/bitstream/handle/10952/4019/Cabezas_Cerro_AntonioJose.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [15] “ChatGPT,” Chatgpt.com. [Online].