



PRÁCTICAS RELACIONADO EL INDUSTRIA 4.0 Y SU APLICACIONES NODO CAMPO DE LA ERGONOMÍA: ANÁLISIS DE APLICACIONES DE ROBOTS COLABORATIVOS (COBOTS) Y EXOESQUELETOS

Lucas Corrêa Toniolo ¹

João Alberto Camarotto ²

Luiz Antônio Tonin ³

Sergio Luis da Silva ⁴

RESUMEN: Pendiente el constante cambiar de mercados y medio de producción en asuntos actuales, Se hizo necesario optimizar tecnologías y sistemas para mantenerse al día con esta demanda. Así, empresas tecnológicas de todo el mundo se movilizaron y comenzaron a invertir en nuevas tecnologías, generando un nuevo concepto de producción que aborda la implementación de internet en los servicios y medios de producción actuales, con el objetivo de mejorar la comunicación entre las máquinas, el tiempo de producción, con el objetivo de la política de mejoras constantes e intermitentes, virtualización de sistemas, reducción de Ciclo de vida del producto y uso de sensores en máquinas. Dado que las nuevas tecnologías siguen los estándares anteriores, esta nueva era se denomina “Industria 4.0”, que se cree que es la cuarta revolución industrial. Junto con esta nueva tendencia surgieron preguntas en salud de obrero, devenir plausible el conciliación de tecnologías de Industria 4.0 y el Ergonomía. Este forma el objetivo de regalo estudiar el era analizar el proceso implementación de tecnologías asociado el Industria 4.0 y su aplicaciones nodo campo desde ergonomía y discutir si estos tecnologías mejorar el proceso de producción dentro de empresas y contribuir a mejores condiciones de trabajo en la interacción de estas tecnologías con el trabajo de los operadores, comparación realizada con base en una revisión de la literatura. **Supuestos metodológicos** : estudiar el tenia como referencia tú conceptos de cooperación del sistemas Constantes de ergonomía hombre-tarea-máquina.

PALABRAS CLAVE: Industria 4,0; Ergonomía, Factores Humanos; COBOT; Exoesqueletos

INTRODUCCIÓN

Este artículo direcciones hacia tecnologías asociado el Industria 4.0 y su aplicaciones nodo campo de ergonomía y él tiene como objetivo identificar hacia practicas relacionado el Industria 4.0 y su aplicaciones y aportes en el campo de la ergonomía (en particular en el campo de la Ergonomía Física), contribuyendo a la sistematización del conocimiento sobre estas tecnologías y equipos. Su objetivo como esto discutir cual ellos son estos tecnologías y si estos ellos son eficazmente mejorando el proceso productivo dentro de las empresas y contribuyendo a mejores condiciones laborales. Eso y el dilema actual presentado para el literatura, el cual estudiar fenómenos de eso tipo relacionado con la Industria 4.0 (HERČKO; ŠTEFÁNIK, 2015; MARKOVÁ et al., 2019)

Desde la primera revolución industrial, el mundo ha exigido cada vez más cambios y adaptaciones por parte de parte de empresas, organizaciones y la propia rutina de ser humano. En este caso los requisitos ellos son evoluciones tecnológico y insinuaciones en todo tú sectores industrial, además de aumento en competitividad, cambios de mercados y el necesidad de nuevo estrategias a si adaptar a esto (MARKOVÁ et al., 2019).

Fue en este entorno que surgió la Industria 4.0, término creado por el ministro alemán de Educación e Investigación, utilizado para referirse a la 4ª revolución industrial. Esta revolución aborda la implementación de Internet en los servicios y medios de producción actuales, con el objetivo de mejorar desde comunicación entre máquinas, tiempo de producción, puntería el política de mejoras constantes y intermitente, el virtualización de sistemas, disminuir en el ciclo de vida de productos y el uso de sensores en máquinas (HERČKO; ŠTEFÁNIK, 2015; MARKOVÁ et al., 2019).

La primera revolución industrial fue la era. de la mecanización del sistema de producción, la segunda fue la era de la producción en masa, de las líneas de producción que utilizaban electricidad, la tercera fue la de la el era desde automatización y el implementación de computadoras y el cuatro, se cree, qué y el era de los sistemas físicos cibernéticos. Se puede ver una mejor visualización de estas eras en la Figura 1 (MARKOVÁ et al., 2019; MIKULIĆ; ŠTEFANIĆ, 2018).

Cifra 1 -Síntesis de Revoluciones Industrial



Fuente: rosario, 2015

Dentro de tecnologías de esta nueva revolución industrial, surgió un enfoque desde ergonomía que él tiene como objetivo conciliar el trabajar desde máquina con el ser humano, de forma que el tu trabajo sea menos lleno de tensión y más productivo. EL estrés mencionado previamente puede ser tanto física como mental y es en este punto que la ergonomía industrial integra conocimientos de ergonomía física, cognitiva y organizacional. Para cada una de estas áreas hay nuevas propuestas de soluciones que trajo para la industria 4.0 y desde mismo forma ellos existen búsquedas que estudian sus impactos dentro de empresas, ambos a el obrero como a el productividad (KADIR; BROBERG, 2020).

En ergonomía física se estudian los efectos del trabajo sobre el sistema muscular, estructura esquelética del trabajador, a diferencia de la ergonomía cognitiva y organizacional, que estudia posibilidades de reducir el estrés mental de estos trabajadores (KADIR; BROBERG, 2020), en este sentido, se destacan que la ergonomía integral estos dominios y entender el Como resultado, se produce una sobrecarga de trabajo en la que los tres dominios desempeñan algún papel y se influyen mutuamente.

Dicho esto, cabe señalar que el presente estudio se centra en tecnologías orientadas a la ergonomía física. Entre las nuevas tecnologías en este ámbito, los COBOTS (robots colaborativos) y los Exoesqueletos son, según la revisión bibliográfica que se presentará en este estudio, las más estudiadas y las que presentaron problemas relacionados con su implementación dentro de las organizaciones (BANCES et al., 2020 ; DE LOOZE et al., 2016;

Esto plantea preguntas importantes, tales como: ¿cuáles son los impactos positivos y negativos de la implementación? de estas tecnologías? Cual hacia dificultades encontró y barreras el implantación y usar. Como ellos son reconciliado hacia soluciones de estas tecnologías con el trabajar del operadores? Como si ¿En qué consiste el proceso de cooperación encaminado a adaptar la productividad y la seguridad laboral?

Para responder a estas preguntas, se realizó una revisión bibliográfica de los procesos de implementación de tales tecnologías en Brasil, cuyos resultados serán presentados y discutidos en este trabajo. Esta investigación inicial ayudó a recopilar información para la generación de los estudios de caso que se encuentran a continuación. desarrollo y que luego será publicado en nuevos artículos académicos.

EL pertinencia de estudiar de semejante tecnologías si desde en medida en qué hay lagunas en literatura, principalmente porque es un tema emergente, lo cual se evidencia en la revisión de la literatura presentada en este artículo. Además, es importante resaltar que estos estudios pueden brindar apoyo para hacia empresas nodo proceso de elección de tecnologías, en adquisición y implantación, como también en la búsqueda de indicadores que permitan mejorar las condiciones laborales.

MÉTODOS

Para responder a las preguntas de investigación presentadas anteriormente, se llevó a cabo una revisión bibliográfica para ayudar a formular el problema de investigación e identificar tecnologías relacionadas. el ergonomía nodo contexto desde Industria 4.0. EL revisión bibliográfico el era llevado a cabo el de la Base de Datos del Portal CAPES (Coordinación para el Perfeccionamiento del Personal de la Educación Superior), que reúne publicaciones periódicas de diferentes áreas del conocimiento.

A través del campo de búsqueda avanzada se utilizaron las siguientes cadenas: Industria 4.0,

Ergonomía, COBOTs, Factores Humanos y Exoesqueletos. Las búsquedas se realizaron entre el 29/06/2020 y el 15/07/2020 y se seleccionaron artículos publicados entre 2013 y 2020.

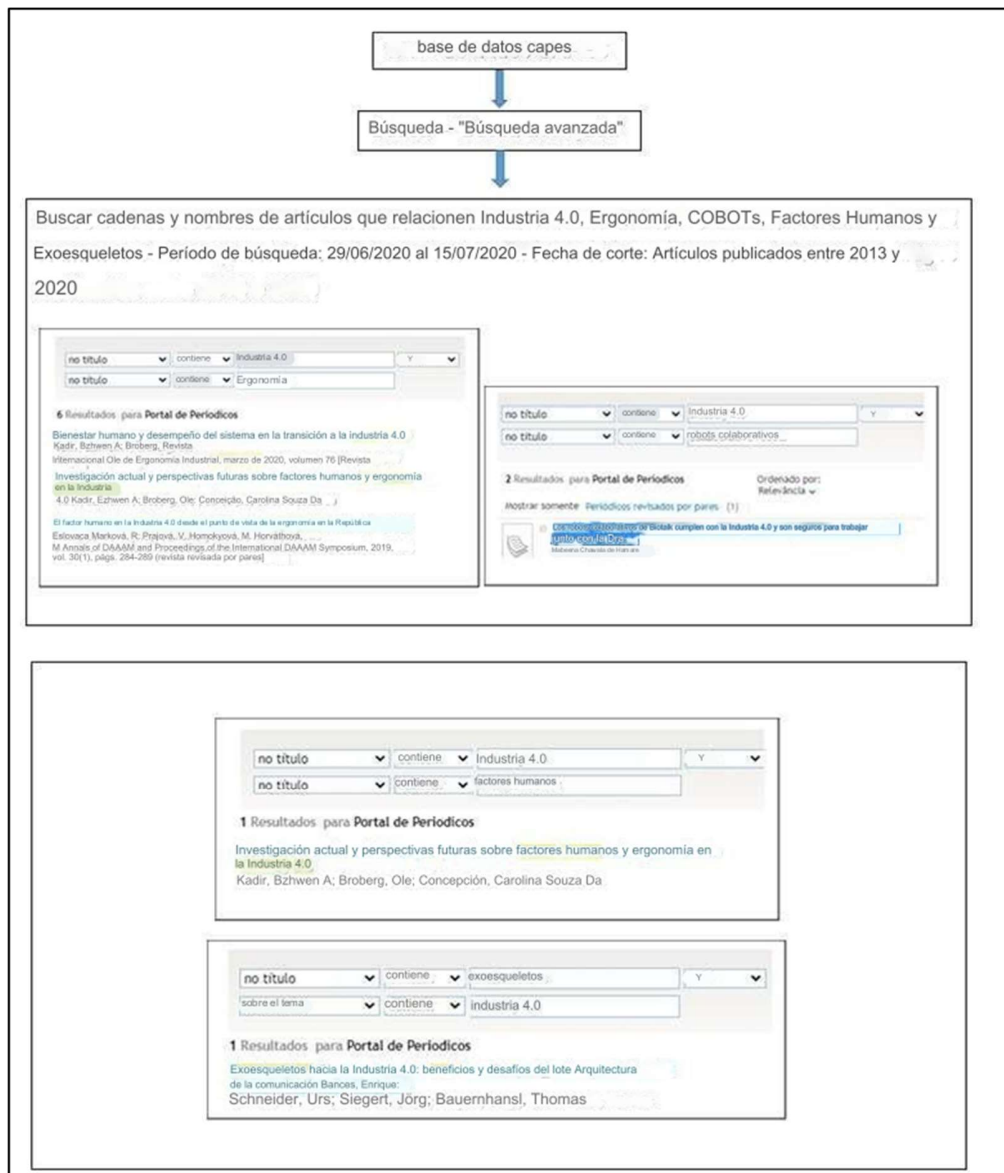
En este primer momento, entre 10 resultados encontrados con las cadenas “Industria 4.0 y Ergonomía”; “Industria 4.0 y Robots Colaborativos”; “Industria 4.0 y Factores Humanos” e “Industria 4.0 y Exoesqueletos”, 6 de ellos realizaron la relación entre Industria 4.0, Ergonomía, COBOTs, Factores Humanos y Exoesqueletos.

Esta búsqueda, en particular la revisión bibliográfica, ayudó a definir las tecnologías como foco de investigación: Robots colaborativo y exoesqueletos, hacia cual Ellos eran identificado con hacia Principales tecnologías asociadas a la ergonomía.

Luego de una revisión bibliográfica sistemática, se realizó una revisión complementaria que proporciona (i) información técnicas en el proceso de normalización de estos tecnologías y también (ii) uno información sobre cómo algunos proveedores ofrecen sus tecnologías. Los contenidos complementarios permitieron comprender los estándares relacionados con el tema y la forma en que se difunden estas tecnologías y cómo esto puede influir en las expectativas de las empresas que las adquieren.

EL cifra 2 ilustra el proceso de revisión bibliográfico.

Cifra 2 – Ilustración de proceso de Revisión Bibliográfico



RESULTADOS

A partir de la lectura de los artículos obtenidos en el proceso de revisión bibliográfica sistemática presentado anteriormente, fue posible establecer una comprensión de qué y cómo las tecnologías de la Industria 4.0 están asociadas con la ergonomía.

En primer lugar, el era necesario para entender, a través de del artículos analizado, el que caracteriza uno tecnología asociado con la industria 4.0, en esto sentido, entender qué en la industria 4.0 ellos existen tres pilares, qué son: *internet de Cosas y Servicios* (Internet de cosas y

Servicios – IoT e IoS), sistemas ciberfísicos y *Big Data*, que están conectados entre sí.

Internet de Cosas y Servicios y el término usado a si referirse hacia insinuaciones del sistemas de Internet, que conectan más productos y servicios que personas en la tierra. En este caso, representa el impacto que esta nueva era ha traído al mundo, conectando diferentes ubicaciones alrededor del mundo a través de diferentes tecnologías que amplían estas posibilidades de conexión (COELHO, 2016).

Tú sistemas Ciberfísicos ellos son Aquellos qué interconectar computación, redes de comunicación, computadoras salchichas y procesos físico, o es, reemplazar tú sistemas de información, que eran computadoras centrales, que utilizaban un sistema informático ubicuo, que hacía que la información estuviera disponible en cualquier lugar.

Big Data, que se refiere a la gran cantidad de datos de estos nuevos sistemas que tienen que ser almacenados en algún lugar, generando desafíos en cuanto al almacenamiento e interpretación de la información generada por los mismos. Esto intenta definir una nueva era tecnológica (COELHO, 2016).

Tomando el discusión a el mundo de trabajar, Kagermann (2013) creer qué el industria 4.0 cambiará drásticamente el contenido, los procesos, la organización y los entornos de trabajo en las fábricas del futuro. Como consecuencia Habrá un aumento en la carga de trabajar para todos los miembros corporativos en términos de resolución de problemas, abstracción, complejidad de gestión y gastos generales físicos.

Así, con los cambios que propone la Industria 4.0 también surgieron preocupaciones sobre los trabajadores y cómo se adaptarán a estos cambios tan drásticos. Por lo tanto, con el surgimiento de nuevos medios de producción surgieron las tecnologías colaborativas guiadas por sistemas inalámbricos que intentan trabajar en cooperación con los seres humanos, garantizando la seguridad, el bienestar del trabajador y mejorando la interacción física del hombre con su entorno de trabajo, es decir, factores ergonómicos (KAGERMANN, 2013); ESBEN H. et al., 2016).

La literatura, así como la Asociación Internacional de Ergonomía y Factores Humanos, divide aquellos factores ergonómico en tres tipos, qué ellos son: Factores ergonómico físicos, Cognitivo y Organizacional y en cada uno de estos ámbitos existen nuevas tecnologías, traídas por la Industria 4.0, que se prueban para intentar comprobar su eficacia, tanto en la productividad como en la salud de los trabajadores .

En este contexto, centrándose en el dominio de la ergonomía física, Kadir y Broberg (2020) demuestran que entre las diversas tecnologías que se estudian en este nicho, hay dos que ellos son el más grande enfocar de investigación, qué ellos son tú robots colaborativo (COBOTS) y tú exoesqueletos (KADIR; BROBERG, 2020).

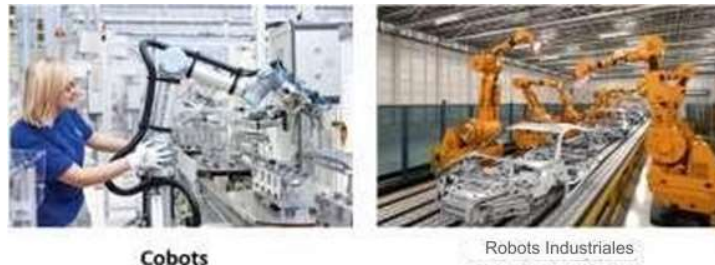
Robots colaborativo (COBOTS)

cuando si el habla en COBOT se trata de de uno intentar de conciliar el trabajo de ser humano con la máquina de forma segura, ya que viene con la finalidad de servir como herramienta al trabajador y al mismo tiempo aumentar su productividad, sin generar estrés físico ni mental (ESBEN H. et al., 2016).

La principal diferencia entre los COBOTS y los robots industriales convencionales es que se supone que los COBOTS más seguro y permitir el interacción directo con seres humanos,

cooperando con su tareas, ya tú robots industrial convencional necesidad de segregación de espacio y Por motivos de seguridad, no pueden compartir espacio con los seres humanos. EL cifra 3 ilustra este diferencia.

Cifra 3 – Comparación entre COBOTS y Robots Industrial



Fuente : Imagen Cobots: <https://elcoindustria.com.br/cobots-robos-colaborativos-linha-producao/>, acceso en Sep. 2020. **Fuente:** Imagem Robôs Industriais: <http://reparocompensa.blogspot.com/2019/01/ranking-dos-14-maiores-fabricantes.html>, acceso en septiembre. 2020.

Exoesqueletos

Ya tú exoesqueletos, qué ellos son disfraces qué contemplar uno estructura mecánica (compuesto o No por actuadores), surgir como uno intentar de reducir hacia cambios musculoesquelético generado debido al trabajo repetitivo y posiciones ergonómicamente desfavorables para el trabajador (BANCES et al., 2020).

Según De Looze et al. (2015) y Wesslén (2018), existen dos tipos de exoesqueletos: los que son pasivos y no utilizan ningún tipo de actuador para realizar movimientos, utilizando únicamente materiales para apoyar una postura, o los que son activos y soportan posturas con el Fuerza de los actuadores.

Cifra 4 – Comparación entre ejecución de trabajo de exoesqueleto Pasivo y Activo



Fuente : Imagen exoesqueleto Pasivo: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral.em-fabrica-da-fiat-operarios-e-exoesqueletos.70002150839>, consultado en septiembre. 2020.

Resultados desde análisis del materiales normativo en hacia Tecnologías

Después el identificación de tecnologías asociado el Ergonomía nodo contexto desde Industria 4.0, se realizó una revisión complementaria, buscando inicialmente comprender los estándares asociados el estos tecnologías y hacia regulaciones impuesto poner gobiernos o asociaciones de normas técnicas hacia usar de estos tecnologías, en esto contexto, Ellos eran

encontró misceláneas normas en Robots Colaborativos, sin embargo, no se identificaron estándares respecto al uso de Exoesqueletos.

Las medidas de seguridad necesarias en la creación y construcción de máquinas se derivan de provisiones Frío. A máquinas comercializado en comunidad europeo generalmente aplica el directiva de maquinas 2006/42/CE y en entornos industrial en territorio brasileño se aplica a NR-12. Ambos describir requisitos de diseño y construcción de maquinas seguro. Además De ellas, la norma ISO 12100 ayuda en este proceso. El objetivo principal de esta Norma es proporcionar a los diseñadores una estructura general y guía a decisiones durante el desarrollo de máquinas para permitirles diseñar máquinas que sean seguras para el uso previsto.

EL concepto de seguridad de maquinas considerar la capacidad de una máquina de realizar las funciones previstas durante su ciclo de vida, cuando el riesgo se haya reducido adecuadamente.

Esta Norma Internacional es la base para un conjunto de normas que tienen la siguiente estructura:

- Normas tipo A (normas básicas de seguridad), que proporcionan conceptos básicos, principios de diseño y características generales que se pueden aplicar a las máquinas.
- Los estándares de tipo B (estándares de seguridad genéricos) se ocupan de la seguridad o de un tipo de protección que se puede utilizar en una amplia gama de máquinas:
 - Las normas tipo B1 abordan características de seguridad específicas (por ejemplo, distancias seguras, temperatura de la superficie, ruido)
 - Normas tipo B2 sobre salvaguardias (por ejemplo, controles de dos manos, dispositivos de enclavamiento, dispositivos sensibles a la presión, protectores)
- Estándares tipo W. (patrones de seguridad desde máquina) que tratan de los requisitos de seguridad detallada a una determinada máquina o grupo de máquinas. dentro de este estándar Se aplican las normas ISO 10218-1 e ISO 10218-2 y, como complemento de ellas, la ISO 15066.

En este contexto, la norma **ISO 10218-1 Robots** proporciona orientación para garantizar la seguridad en el diseño y la construcción de robots. Dado que la seguridad en la aplicación de robots industriales está influenciada por el diseño y la aplicación de la integración del sistema robótico particular.

ISO 10218-2 Integración y sistemas de robots : proporciona pautas para proteger al personal durante la integración, instalación, pruebas funcionales, programación, operación, mantenimiento y reparación de robots.

Por último, concretamente sobre robots colaborativos, la norma **ISO 15066:2016 Operación de Robots colaborativos** : proporciona orientación para funcionamiento del Robot colaborativo, que y uno sistema que integral el Robot y el obrero en el mismo espacio de trabajar. En tales operaciones, la integridad de sistema de control relacionado con la seguridad es de importancia, particularmente cuando se controlan parámetros del proceso como la velocidad y la fuerza. Como esto, una evaluación de riesgo integral y necesario a evaluar No solo el sistema de Robot en Sí, pero también el ambiente en el cual él y el trabajo, o es, la ubicación de trabajar. En Brasil, con carácter definitivo y obligatorio, el diseño y construcción de máquinas y equipos deben seguir los requisitos de la Norma Regulatoria NR-12. Esta norma y sus anexos definen referencias técnicas, principios fundamentales y medidas de protección para salvaguardar la salud y la integridad física de los trabajadores y establece requisitos mínimos a la prevención de accidentes y enfermedades laborales en las fases de diseño y utilización de máquinas y equipos, y todavía en su fabricación, importar, marketing, exhibición y asignación en cualquier capacidad. La NR 12 prescribe que los sistemas robóticos que cumplan

con las prescripciones de normas ABNT ISO 10218-1, ABNT ISO 10218-2, ISO/TS 15066 y otras normas técnicas oficiales o, en ausencia o omisión de estos, en el normas normas internacionales aplicables, son en cumplimiento de los requisitos de seguridad establecidos en esta NR, por lo tanto, en Brasil, los COBOTS deben seguir estos estándares ISO para cumplir con la legislación nacional.

Después el revisión de estándares, Ellos eran observado tú sitios web y materiales de divulgación de algunos fabricantes para comprender cómo se difunden dichas tecnologías y compararlas con los resultados identificados en la literatura.

Resultados del análisis materiales informativos de Fabricantes y proveedores de tecnología

Ellos eran analizado materiales informativo puesto a disposición poner tres fabricantes de cada tipo de equipo, fue elegido poner omitir tú nombres de empresas en esto artículo. De acuerdo a esperado, los fabricantes enfatizar muchos beneficios obtenido en usar de estos equipo y confirmar las asociaciones de su literatura con la Industria 4.0 y con aspectos vinculados a la ergonomía física.

i. COBOT

Fabricante A : El fabricante describe su producto como revolucionario y aporta un enfoque modular y móvil para el montaje en la fábrica, lo que permite hacer frente a la alta complejidad provocada por el aumento de la variedad de productos y la integración continua de nuevos procesos en la producción. Estas características tienen como objetivo aumentar los beneficios de producción, calidad y ahorro de costos, además de reducir la carga física del trabajador. En el sitio web del fabricante hay informes de casos de implementación exitosa en grandes empresas de todo el mundo.

Fabricante B – El fabricante promociona su producto vendiendo la idea de una tecnología que contribuye a uno ambiente de trabajar más seguro, interino en entornos qué tú seres los humanos no pueden, como tareas de trabajo peligrosas o monótonas como ensamblaje de máquinas, ensamblaje de placas de circuito, procesamiento de metales, moldeo por inyección, embalaje, carga y descargar, bien como pruebas y inspecciones. Además de eso proporciona uno entorno de trabajo más silencioso y menos estresante, en comparación con el entorno de los robots industriales. El producto también tiene un diseño “fácil de usar” que, según el Fabricante B, facilita que los trabajadores acepten la tecnología.

Fabricante C : el fabricante dice que sus robots colaborativos de la serie X ofrecen más opciones, más carga útil, más rango y más velocidad que cualquier otro Serie COBOT nodo mercado. Además de eso garantizar el proceso de dar un título de seguridad, siempre que COBOT qué trabajar lado el del lado de los humanos, agregando valor a los procesos involucrados con la tecnología. El Proveedor C garantiza que la adquisición de tecnologías es la solución para pequeñas y grandes empresas, brindando rápida instalación, fácil uso y alta confiabilidad.

ii. EXOESQUELETOS

Fabricante A – Este fabricante proporciona un exoesqueleto industrial de miembro superior (UL), que es pasivo y tiene como objetivo reducir los esfuerzos a la hora de realizar actividades que requieran de complejo del espalda, brazos y atrás, búsqueda uno mejoramiento de productividad y la reducción de la carga física. Afirman que su producto es altamente tecnológico, pero aún así y dotado de extremo sencillez de manejo y ropa, con veces de 30 artículos de segunda clase a su colocación. Su producción y completamente Brasileño, y para eso el costo y mantenimiento de Los equipos son más económicos respecto a los importados, soportando hasta 600 mil ciclos, simulando un uso en un ambiente 24 horas al día, 7 días a la semana, con 3 turnos durante 1 año sin mantenimiento. Entre hacia características de equipo, destaca el su peso, el reducción de fortaleza a nosotros brazos que permite el equipo, libertad de movimiento de hombros y brazos, existen versiones conectadas (IoT) para monitorear el uso y mantenimiento del equipo y monitorear los datos del usuario (ángulo del brazo, horas de uso por usuario, horómetro del equipo).

se observa qué, a pesar de el fabricante hacer asociación con tecnologías desde industria 4.0, este y la única característica asociada al trípode identificada en base a tecnologías 4.0.

Fabricante B – Este fabricante suministra un Exoesqueleto Industrial para miembros superiores (UL), el cual es pasivo y tiene como objetivo hacer del trabajador el centro del proceso productivo, apuntando así a fábricas más modernas, eficientes y productivas. Afirma que su producto preserva y mejora las capacidades del trabajador al reducir las cargas físicas, como la sobrecarga y las lesiones por esfuerzos repetitivos (RSI). Esta tecnología se ajusta a las diferentes estructuras corporales, brindando apoyo diario al trabajador y brindándole comodidad, lo que en consecuencia aumenta la calidad, eficiencia y consistencia del trabajo repetitivo realizado. El sitio web del fabricante B proporciona un folleto de su producto y en él informan de una reducción media del 30% en la fatiga. muscular en el movimiento de extensión de hombro, porque todo esfuerzo es disipado a través de puntos de contacto con el cuerpo y cajas de torsión que transforman la energía potencial en torsión para reducir la carga.

Fabricante C : este fabricante proporciona un exoesqueleto industrial pasivo para miembros inferiores (LL) y afirma que su producto es la nueva silla sin silla, donde el trabajador puede realizar su actividades y tareas de forma seguro, decreciente el estrés en el columna lumbar de quienes los ejecutan. El producto permite un cambio rápido, fácil y flexible entre posturas sentadas, en pie y el caminar, el qué No genera obstáculos en ejecución de tareas del trabajadores. Además, el fabricante garantiza que el Exoesqueleto permite sustituir sillas por este versátil mecanismo, permite vestirse en menos de 30 segundos, reduce costos por ausencia de trabajadores y mantiene la productividad, pero de una forma más cómoda. La diferencia entre este fabricante y los demás estudiados es que, en su página web, presenta una propuesta para implementar su producto dentro de las empresas que lo adquirieron. De esa manera propone uno proceso estándar de implementación con asistencia de uno equipo especialista, con el fin de entender el funcionamiento y necesidades de cada cliente.

Consideraciones finales En tú Resultados

Los resultados demuestran que ambas tecnologías son vistas, en la literatura y en la información de los proveedores, como contribuciones de la industria 4.0 asociadas a aspectos de ergonomía física. Está claro que existen estándares para los robots colaborativos, sin embargo, aún no los existen. identificado normas relacionado con exoesqueletos y su aplicaciones. En secuencia Se presentarán algunos puntos de discusión y consideraciones finales.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Este artículo abordó las tecnologías asociadas a la Industria 4.0 y sus aplicaciones en el campo de la ergonomía y el tenía como objetivo identificar hacia practicas relacionado el Industria 4.0 y su aplicaciones y aportes en el campo de la ergonomía (en particular en el campo de la Ergonomía Física), contribuyendo a la sistematización del conocimiento sobre COBOTs y Exoesqueletos, estos objetivos fueron desarrollados y presentados como resultados de la revisión bibliográfica.

Además, es necesario discutir si estos están mejorando efectivamente el proceso de producción dentro de las empresas y contribuyendo a mejores condiciones laborales.

En este sentido, también se constató en la literatura estudiada, que estos desarrollos tecnológicos, que pretendían traer mejoras ergonómicas, vinieron con problemas de implementación, dificultades para adaptar a los trabajadores a la nueva tecnología, desmotivación por no existir un estándar del proceso de implementación, resultante de la falta de estudios de la nueva tecnología, y el surgimiento de un ambiente de trabajo pesado, con una preocupación constante de los trabajadores por su puesto de trabajo (KADIR; BROBERG, 2020).

Según el estudio de Kadir y Broberg (2020), se realizaron pruebas de implementación de estas tecnologías en varias empresas de diferentes tamaños y tipos de producción, y esta implementación se dividió en las fases “Antes”, “Durante” y “Después”. Como resultado, la implementación en los períodos “Antes” y “Durante” resultó difícil, ya que no se sabía mucho sobre la tecnología. (tanto para parte desde empresa así como empleados), y el protocolo de implementación todavía No el era Por supuesto y definido, causando muchos incertidumbre dentro de empresas. Eso dio dio lugar a un ambiente de trabajo inhóspito que resultó ser peor que el del período anterior a la tecnología. Después bien tiempo de estudios y aumentar desde claridad en estos, tú factores beneficioso vino el superficie y el medio ambiente de trabajo recuperado su bienestar, además de tener demostró que las nuevas tecnologías estaban siendo beneficiosas en términos físicos (figura 5).

Cifra 5 – Bienestar percibido y actuación general de sistema a nosotros periodos antes, durante y después de la implementación de nuevas tecnologías



Una visión general simple de cómo el bienestar percibido y la actuación general cambian en el sistema antes, durante y después de la implementación de nuevas tecnologías digitales.

Fuente: Kadir & Broberg, 2020

A pesar de, a pesar de cada período "Después" tener estado observado mejoras en el proceso productivo y el bienestar de los empleados, no se debe generalizar semejante conclusión, porque otros factores como la duración de tiempo de implementación, costos y el mejor tipo de tecnología todavía necesitan ser estudiados con mayor profundidad para comparar beneficios y daños y, por lo tanto, se debe prestar más atención a estos procesos, para arrojar luz sobre un vacío en la literatura.

Otra discusión importante que surgió de este estudio fue la clasificación de las tecnologías como 4.0, por ejemplo, ¿hasta qué punto un exoesqueleto pasivo es 4.0, dado que en estos equipos se aplica muy poco o ninguno de los pilares? Parece que esta asociación no es meramente comercial y que incluso en la investigación académica se da esta situación, es decir, no se está reflexionando sobre el encuadre real de una tecnología en un contexto.

El presente estudio brindó apoyo para la comprensión y sistematización del conocimiento sobre estas tecnologías y servirá de base para nuevos estudios, que puedan involucrar casos de uso real, donde empresas que aplican estas tecnologías se dirijan e inviten a reflexionar sobre los puntos positivos y negativos del uso de este equipo, así como la motivación para adquirirlo y su satisfacción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANCES, E. et al. Exoskeletons towards industry 4.0: Benefits and challenges of the IoT communication architecture. **Procedia Manufacturing**, v. 42, p. 49–56, 2020.
- COELHO, P. M. N. Rumor à Indústria 4.0. **Faculdade de Ciências e Tecnologia - Universidade de Coimbra**, p. 65, 2016.
- DE LOOZE, M. P. et al. Exoskeletons for industrial application and their potential effects on physical work load. **Ergonomics**, v. 59, n. 5, p. 671–681, 2016.
- HERČKO, J.; ŠTEFÁNIK, A. Komponenty a principy konceptu Industry 4.0. **ProIN: bimonthly CEIT.-ISSN**, n. May 2015, 2015.
- KADIR, B. A.; BROBERG, O. Human well-being and system performance in the transition to industry 4.0. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 76, n. March, p. 102936, 2020.
- KAGERMANN. Germany - INDUSTRIE 4.0. **Final report of the Industrie 4.0 WG**, n. April, p. 82, 2013.
- MARKOVÁ, P. et al. Human factor in industry 4.0 in point of view ergonomics in slovak republic. **Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium**, v. 30, n. 1, p. 284–289, 2019.
- MIKULIĆ, I.; ŠTEFANIĆ, A. The adoption of modern technology specific to industry 4.0 by human factor. **Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium**, v. 29, n. 1, p. 941–946, 2018.
- WESSLÉN, J. Exoskeleton Exploration. **Jönköping University, School of Engineering, JTH, Industrial Engineering and Management**, p. 46, 2018.
- WESSLÉN, J. Exploración de exoesqueletos. **Universidad de Jönköping, Escuela de Ingeniería, JTH, Ingeniería y Gestión Industrial**, p. 46, 2018.