

# **Intervenciones para Gestionar la Fatiga En el Lugar de Trabajo**

Elaborado por:

**Natalia Remolina Cano**  
Diseñadora Industrial

Asesora:

**Martha Patricia Caro**  
Ingeniera Industrial, MSc, PhD

Pontificia Universidad Javeriana  
Facultad de Enfermería  
Maestría en Seguridad y Salud en el Trabajo  
Bogotá D.C.  
Mayo 2021

### **Nota de Advertencia**

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de grado. Solo velará porque no se publique nada contrario el dogma y la moral católica y porque los trabajos de grado no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellos el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

**Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946**

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mi familia, en especial a mi hija, y a las puertas que abrimos al culminar esta maestría tan enriquecedora.

## **Agradecimientos**

Agradezco a todos los profesores, asesores, e invitados que compartieron su conocimiento conmigo durante el periodo de formación en la maestría, y a mis compañeros por compartir conmigo la alegría de aprender, por su apoyo y sus aportes.

Agradezco especialmente a Martha Patricia Caro, quien con su forma de organizar, guiar y proyectar me permitió lograr el resultado que con mucho orgullo presento.

Finalmente, agradezco a mi familia y a Dios por los recursos, tiempo, y apoyo incondicional necesarios para lograr mis metas académicas.

## Resumen

La fatiga en el lugar de trabajo afecta al bienestar del trabajador y la productividad de la empresa además de aumentar el riesgo de errores y accidentes. Se requiere gestionar este riesgo en el lugar de trabajo y para esto se han empleado diversos tipos de intervenciones en cuanto a su enfoque y los elementos del sistema que modifica. A partir de una revisión literaria se extrajeron las intervenciones que han sido utilizadas en distintos sectores para combatir la fatiga en sus distintas presentaciones. Las intervenciones se caracterizaron según jerarquía de controles, sistema ergonómico y los sistemas micro y macroergonómico, además de la clasificación según la formalidad, el responsable y el momento en que se ejecuta con respecto a la fatiga. Se lograron resultados cuantitativos y cualitativos de la presentación de las intervenciones y la manera en que se cruzan las variables. Recopilar y divulgar estas intervenciones da a los trabajadores y las empresas una herramienta que permite buscar de manera fácil estrategias para la gestión de la fatiga. Como resultado se consolidan los hallazgos en una guía que resume los factores relevantes para prevenir la fatiga y lograr un lugar de trabajo a prueba de fatiga.

*Palabras clave:* Gestión de la fatiga, intervención, jerarquía de controles, sistema ergonómico, fatigue-proof

## Tabla de contenido

Capítulo 1. Introducción .....	8
1.1 Fatiga.....	8
1.2 Fatiga como Riesgo.....	13
1.3 Gestión del Riesgo de Fatiga.....	19
1.4 Necesidad de Abordar .....	26
1.5 Abordaje del Estudio.....	29
Capítulo 2. Metodología .....	31
2.1 Revisión Literaria.....	31
2.2 Árbol de Búsqueda.....	32
2.3 Registro y Clasificación de las Intervenciones .....	34
2.3.1 Variables FRM .....	36
2.3.2 Enfoques .....	38
2.4 Análisis de Artículos Seleccionados .....	40
Capítulo 3. Resultados .....	41
3.1 Generalidades de las Variables .....	55
3.1.1 Variables FRM .....	55
3.1.2 Jerarquía de Controles .....	62
3.1.3 Sistema Ergonómico.....	66
3.2 Cruce de Variables .....	70
3.3 Marco de Trabajo .....	76
3.4 Guía de Gestión.....	85
3.6 Aplicabilidad.....	94
Capítulo 4. Discusión.....	95
4.1 Impacto de las Intervenciones.....	102
Capítulo 5. Conclusión.....	106
5.1 Limitaciones .....	110
5.2 Futuras Investigaciones.....	110
Referencias.....	112

### Lista de tablas

Tabla 1. Tipos de fatiga abordada en los artículos .....	42
Tabla 2. Sectores a los que se dirigen las intervenciones .....	42
Tabla 3. Cuantificación de la presentación de las variables por cada artículo .....	47
Tabla 4. Cuantificación del contenido según las variables de clasificación .....	53
Tabla 5. Cruce entre la totalidad de las variables para la clasificación de las intervenciones .....	71
Tabla 6. Ejemplos de intervenciones que cruzan las variables de los enfoques con las variables FRM ....	78

### Lista de gráficas

Gráfica 1. Árbol de búsqueda adaptado de la declaración Prisma .....	33
Gráfica 2. Proceso de agrupación de intervenciones .....	36
Gráfica 3. Frecuencia de intervenciones por artículo .....	43
Gráfica 4. Cantidad de intervenciones por medida de intervención .....	44
Gráfica 5. Factores clave para la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo .....	86

## Capítulo 1.

### Introducción

#### 1.1 Fatiga

La fatiga es un síntoma común presentado entre la población laboral, causado por factores demográficos, físicos, psicosociales y ambientales (Mahdavi et al., 2020), y se compone de distintas dimensiones como son la fatiga general, física y mental, la motivación reducida y actividad reducida (Smets, EMA, Garssen, B, Bonke, B, de Haes, 1995). En los términos MeSH, la fatiga es definida como *“un estado de cansancio posterior a un período de esfuerzo, mental o físico, caracterizado por una disminución de la capacidad de trabajo y una reducción de la eficiencia para responder a los estímulos”* (NCBI, 2020).

Dentro de la comunidad europea, se informa que el 40% de los trabajadores experimentan una fatiga significativa, mientras que, en Japón, el 60% de los trabajadores dicen haber sentido *“fatiga extrema”* (Guo et al., 2017). La mayoría de los países industrializados consideran la fatiga relacionada con el trabajo un factor de riesgo laboral y una causa de lesiones (Dawson et al., 2012). Las consecuencias de la fatiga se evidencian en el estado de salud y anímico del trabajador, y en la productividad de la empresa. En los Estados Unidos se calcula \$136.4 mil millones de dólares en pérdida de productividad y costos de atención médica cada año debido a trabajadores fatigados (Techera et al., 2016).

##### 1.1.1 Causas

Sabina Kołodziej y Mariusz J. Ligarski (2017) identificaron cuatro causas principales de la fatiga: hombre, sistema de trabajo, organización del trabajo y factores físicos del lugar de trabajo. Se asocia con factores físicos, psicológicos, socioeconómicos y ambientales (Yung et al., 2021) del hombre y se puede presentar como fatiga aguda o fatiga crónica. La fatiga aguda puede

ocurrir cuando no hay tiempo suficiente para descansar y recuperarse de un período de trabajo, lo cual puede presentarse por jornadas de trabajo prolongadas o como respuesta del cuerpo a la pérdida del sueño o al esfuerzo físico o mental prolongado. La fatiga acumulada o crónica se presenta cuando transcurre el tiempo y no hay suficiente recuperación de la fatiga aguda (P. Gander et al., 2011).

Se evidencia la ocurrencia de un círculo vicioso en el que la fatiga conduce al dolor que nuevamente conduce a la fatiga, o al revés (Bláfoss et al., 2019). Es un síntoma común entre los trabajadores debido a las altas demandas laborales, ya sean demandas físicas, que afectan al sistema musculoesquelético, o demandas de salud mental que conducen a errores y accidentes en el trabajo (H. G. Santos et al., 2020). Surge como respuesta natural para aliviar el dolor y el sufrimiento (Lee et al., 2019) y puede ser evocada por trastornos físicos y psiquiátricos, trastornos del sueño, embarazo, estrés psicosocial y falta de ejercicio físico (Eriksen, 2006).

Los lugares de trabajo deben ser conscientes de la cantidad acumulada de exposición física a la que están expuestos los empleados, ya que la fatiga puede tener enormes consecuencias (Bláfoss et al., 2019). El ruido, la intensidad de la luz, la vibración, la humedad y la temperatura son factores ambientales relacionados con la fatiga, presentada como un desequilibrio en la disponibilidad, utilización y/o restauración de los recursos necesarios para realizar la actividad (Nejati et al., 2016) que sale a la superficie de repente y sin previo aviso (Wentzel & Brysiewicz, 2017).

### ***1.1.2 Efectos***

La fatiga puede manifestarse fisiológicamente, cognitiva o emocionalmente (Morrow et al., 2014). Cuando en el trabajador aumenta la fatiga esto se refleja por medio de disminuciones en la función cognitiva, reflejada en un rendimiento deficiente de la tarea, aumentos en las tasas

de error y accidentes, y por la reducción de los cambios en el rendimiento de la seguridad asociados con la fatiga (Dawson & Thomas, 2019). En el trabajador genera una sensación de cansancio, debilidad, agotamiento o falta de energía (Lerman et al., 2012), y a menudo, su aparición repentina deja al trabajador sintiéndose confundido e indefenso (Wentzel & Brysiewicz, 2017).

Se han observado correlaciones significativas entre la fatiga general, la calidad del sueño y el tiempo de trabajo, entre la fatiga física y la monotonía, y entre la fatiga mental y el entorno laboral (Guo et al., 2017). También se han identificado cambios de humor, degradación cognitiva, impactos sobre la atención, concentración y tiempo de reacción, degradación física y dolor, enfermedades, errores humanos y lesiones, como consecuencias de la fatiga ocupacional (Techera et al., 2016).

La fatiga es la incapacidad de funcionar al nivel deseado debido a la recuperación incompleta de las exigencias del trabajo previo y otras actividades de vigilia (P. Gander et al., 2011). Afecta el estado general de todo el organismo y deteriora la eficiencia del rendimiento humano (Yung et al., 2021).

Drew Dawson la define como “peligro que potencialmente comprometió la seguridad y creó riesgo” (Dawson et al., 2015). Su aparición puede ser aguda e insidiosa, a largo plazo y no fácilmente reversible sin intervenciones profesionales (Lee et al., 2019).

### ***1.1.3 Aspecto Multidimensional***

La fatiga es un problema multifacético debido a la complejidad de su concepción, la cual involucra una naturaleza compleja, percepciones y estigmas diversos, y mezcla de ambiente de trabajo y fuentes personales (Steege & Dykstra, 2016). Es una construcción multidimensional (Yung et al., 2021) resultado de muchos factores individuales y del sistema de trabajo (Steege &

Dykstra, 2016). Se evoca cuando la cantidad de ocurrencias, circunstancias y condiciones que requieren actuar o responder durante el día excede la capacidad de las personas de manejar tales impulsos (Eriksen, 2006).

Como ante una misma exposición, por el carácter multidimensional de la fatiga, una persona puede sentirse físicamente agotada y mentalmente alerta, mientras que otra puede sentirse cansada mentalmente pero bien físicamente (Guo et al., 2017), el estudio actual abarca las distintas variantes de la fatiga que puede presentar un trabajador. En algunos enfoques de la fatiga se han desarrollado investigaciones sobre su gestión, como para la fatiga física (Sedighi Maman et al., 2020), sin embargo, estas investigaciones no se limitan a intervenciones realizadas dentro del mismo lugar de trabajo si no que incluyen algunas indicaciones para que el trabajador realice o practique de manera extralaboral.

#### ***1.1.4 Tipos de Fatiga***

El mismo carácter multidimensional de la fatiga hace compleja la distinción entre tipos de fatiga presentes producto de una misma exposición. Un estudio de Fu Guo (2017) establece que, entre los trabajadores, la monotonía tenía más probabilidades de inducir fatiga física, el entorno de trabajo tenía más probabilidades de inducir fatiga mental y la duración de la jornada laboral tenía más probabilidades de inducir fatiga general.

La fatiga relacionada con el trabajo o fatiga ocupacional se evidencia, por ejemplo, en los trabajos que han sido automatizados, que las actividades que deben realizar las personas son en su mayoría monótonas y repetitivas y, por lo general, implican poca carga de trabajo (Guo et al., 2017). Este tipo de trabajos puede resultar en dolor corporal en zonas como la espalda baja, el hombro o el cuello y un aumento también del cansancio mental.

A menudo la fatiga física o fatiga muscular aparece debido a una sobrecarga muscular excesiva, y se puede presentar como fatiga central o periférica. La fatiga central se refiere a la sensación de dolor muscular y dificultades en el trabajo realizado y la disminución de la concentración, atención, motivación y eficiencia psicomotora. La periférica conduce a una disminución de la fuerza muscular y a la contracción muscular debido a la fatiga.

La fatiga mental se asocia con sentimientos de "cansancio" y "falta de energía" que conduce al deterioro cognitivo, se relaciona con el aburrimiento, factores relacionados con el tipo de trabajo realizado, y problemas organizacionales (Kołodziej & Ligarski, 2017) mientras que la fatiga cognitiva está más relacionada con la sobrecarga de información. La fatiga mental puede exacerbar aún más la percepción del estrés porque aumenta la discrepancia entre las demandas ambientales y las habilidades del individuo para manejarlas (Calogiuri et al., 2016).

La fatiga por compasión surge como respuesta a la exposición de un individuo a personas que sufren o están traumatizadas, a quienes quiere ayudar (Kiley et al., 2018). Se presenta de dos maneras, estando demasiado cansados para preocuparse, o negarse a sentir compasión para protegerse a sí mismo (Lee et al., 2019). La fatiga de sueño está asociada a la interrupción o desacoplamiento de los ritmos circadianos internos y trastornos relacionados con el sueño, jornadas con horas extras y el trabajo por turnos (Eiter et al., 2014). Otros tipos de fatiga relacionados con jornadas de trabajo prolongadas son la fatiga visual, fatiga perceptual y fatiga subjetiva, se evidencian por medio del deterioro de la eficiencia del rendimiento humano resultado de un trabajo prolongado (Ferguson & Major, 1974).

Para el análisis de gestión del riesgo de la fatiga en las organizaciones o los sectores económicos, se evidencia el manejo de las intervenciones por tipo de fatiga, sin embargo, es claro que la fatiga es subjetiva y aunque trabajadores estén inclusive en un mismo grupo de

exposición similar, no necesariamente presentan el mismo tipo de fatiga. Por esto, en el estudio se incluyen los distintos tipos de fatiga, más aun evidenciando que el control sobre un tipo de fatiga puede aportar a la mitigación de otro tipo de fatiga.

## **1.2 Fatiga como Riesgo**

La fatiga genera consecuencias en el trabajador como dolor, falta de sueño, estrés y falta de motivación (Kołodziej & Ligarski, 2017). Lo que le sucede una persona fatigada es que recibe una señal del cuerpo de que debe terminar con la actividad que está realizando, sea esta física o mental (Yazdi & Sadeghniaat-Haghighi, 2015).

### ***1.2.1 Riesgo de Fatiga en la Empresa***

Es imposible abordar el tema de la fatiga sin mirar cuántas horas se está trabajando. Hay amplia evidencia que asocia horas extras y horarios de trabajo extendidos con mayores niveles de fatiga (Lerman et al., 2012). Una de las principales causas que aumentan el riesgo de fatiga es la exposición del trabajador a las condiciones de su jornada de trabajo, sea esto por su duración, por ser trabajo por turnos, por el horario de trabajo, o por la toma de horas extra.

Varios estudios de fatiga y estado de alerta han demostrado que los incidentes están más relacionados con la hora del día que con el tiempo en la tarea (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011; Eiter et al., 2014; P. Gander et al., 2011; Ross Owen Phillips et al., 2017; Steege & Dykstra, 2016; Van Drongelen et al., 2013; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019), con un mayor riesgo de incidentes relacionados con la fatiga en las primeras horas de la mañana, coincidiendo con el período circadiano de somnolencia máxima, WOCL (por sus siglas en inglés Window of Circadian Low) (Lerman et al., 2012), conocido también como “la ventana de baja circadiana”, definida entre 02:00–05:59 am. (P. Gander et al., 2011).

Durante el día, la luz que entra en la retina puede influir en la función de la glándula pituitaria, que controla las secreciones hormonales (Nejati et al., 2016). Cuando en el lugar de trabajo hay una ausencia de luz diurna, la melatonina que es naturalmente secretada puede resultar en somnolencia, bajos niveles de conciencia y sentimientos de depresión relacionados con la fatiga (Nejati et al., 2016).

Tener que trabajar en momentos "poco fisiológicos" del día, es decir, cuando uno estaría dormido, pueden causar fatiga aguda no sólo debido a los mínimos circadianos, sino también por la dificultad que generan para descansar lo suficiente antes del trabajo. Esto es particularmente cierto en el trabajo nocturno y los comienzos tempranos, que tienen efectos sostenidos en el estado de alerta (Ross Owen Phillips et al., 2017).

Es importante ver el componente social y organizacional de estas jornadas ya que, en algunos lugares de trabajo, el hecho de trabajar horas extra o realizar la jornada entera sin descanso llenan al trabajador de orgullo y es considerado de admirar entre los colegas. Por ejemplo, el valor de dormir durante las pausas en los lugares de trabajo como aquellos de atención médica es controversial (Nejati et al., 2016), aunque exista evidencia que soporte que los descansos y las siestas aumentan el estado de alerta.

La modificación de estos factores relacionados con el trabajo está a cargo de la organización o la gerencia, sin embargo, la manera de adaptarse a estas condiciones para producir los resultados esperados con, o a pesar de, la fatiga, le corresponde al trabajador. Es un común denominador entre los estudios, ver que el rol de la organización se limite a impartir el conocimiento, en vez de dar herramientas para combatir la fatiga en el mismo lugar de trabajo. La ocurrencia de los casos de este estilo evidenciados en la búsqueda preliminar dio pie para acotar este estudio a intervenciones aplicadas en la empresa, no desde la empresa.

**1.2.1.1 Automatización.** Desde las empresas, en los últimos 20 años, se ha hecho un gran esfuerzo por rediseñar los procesos empresariales, aprovechando la automatización para mejorar la productividad (Lerman et al., 2012). Por medio de la automatización de procesos en una actividad laboral puede ocurrir un aumento paradójico de la fatiga, en la cual el albedrío humano se elimina a través de una mayor dependencia de la tecnología (Allen et al., 2007). Esto se puede presentar de dos maneras. Una es cuando el entorno dominado por la automatización deja a los trabajadores como operadores pasivos, a los que se les niega la oportunidad de obtener información creativa (Allen et al., 2007). La otra manera surge cuando la productividad de las empresas ha aumentado drásticamente, mientras que el número de empleados se ha reducido, dejando a los trabajadores restantes con mayor carga laboral.

**1.2.1.2 Accidentalidad.** Con la fatiga viene un aumento de las lesiones laborales no intencionales y un menor rendimiento, lo cual lleva a un mayor riesgo de sufrir un accidente. Esta accidentalidad puede suceder tanto en el trabajador como en el servicio que presta. La fatiga puede llevar a una incompetencia profesional, afectando en última instancia a la capacidad de atención de los clientes, y en el caso del sector salud, errores médicos (Reiner & Krupinski, 2012).

## ***1.2.2 Efectos Individuales***

**1.2.2.1 Funcionamiento Cognitivo.** La fatiga afecta el rendimiento mental y la toma de decisiones como consecuencia de la ralentización cognitiva generalizada, tiempos de respuesta retardados, reducción de la conciencia situacional, presencia de túneles de atención, y un deterioro de la memoria (Dawson et al., 2015). Los errores que presentan pueden ser errores genéricos, como errores de omisión o fijación (Bérestégui et al., 2018), que requieren hacer micro- o macrocorrecciones.

La atención es un recurso de capacidad limitada (Eiter et al., 2014). Los trabajadores presentan incapacidad de mantener el equilibrio correcto entre el enfoque de la tarea primaria y los factores ambientales secundarios, al tiempo que se fatigan (Dawson et al., 2015). Esto se debe en parte a la desincronización circadiana y la alteración del sueño, un estado de vigilancia reducido, mal juicio, distracción durante tareas complejas y pérdida de conciencia en situaciones críticas por distracciones perceptivas (Lerman et al., 2012).

Respecto a la salud mental, la fatiga lleva a la disminución del equilibrio entre la vida laboral y privada (Van Drongelen et al., 2013). Inclusive, aproximadamente el 30% de los pilotos de avión informan que la fatiga interfiere notablemente con su vida social normal (Petrie et al., 2004). Producto de la reducción de la calidad de vida, surgen síntomas de enfermedades somáticas y psiquiátricas que pueden contribuir a la mala salud, insomnio o somnolencia excesiva, cansancio, dificultades de concentración, y letargo, y se pueden asociar con una reducción del rendimiento laboral, la insatisfacción laboral y la rotación (Steege & Dykstra, 2016).

La necesidad de recuperación está destinada a representar fatiga laboral a corto plazo, sin embargo, el agotamiento emocional representa una fatiga grave que afecta las demandas de salud mental, así como la ansiedad, la depresión, el estado de ánimo, el afecto, la motivación, incide en los trastornos conductuales, e inclusive el suicidio puede ser el resultado.

El "agotamiento" es una manifestación más extrema de fatiga, resultante de una carga de trabajo excesiva, presión de tiempo o cambios organizativos (de Vries et al., 2017). El individuo puede volverse más cínico y mostrar una falta de compasión hacia los pacientes y los clientes y puede volverse cada vez más antisocial tanto en el trabajo como en el hogar (Lloyd & Campion, 2017).

**1.2.2.2 Capacidad Física.** Con la aparición de la fatiga, aumentan las quejas relacionadas con la salud. Los trabajadores experimentan un aumento en el dolor corporal, en especial el de la parte inferior de la espalda, el hombro o el cuello (Völker et al., 2016). La fatiga en los músculos posturales de la espalda deterioran el control de la cabeza y el tronco mientras caminan, mientras que la fatiga muscular del cuádriceps altera los parámetros de marcha relacionados con la propensión a resbalarse (Helbostad et al., 2010). La fatiga de los músculos de la cadera, la rodilla y el tobillo afecta el alcance funcional, reduce la velocidad y el poder de las repeticiones al levantarse y produce patrones de marcha menos estables y más variables (Helbostad et al., 2010).

La aptitud física puede promover la resiliencia al estrés a través de una recuperación del estrés más rápida, reduciendo así el riesgo de fatiga persistente (de Vries et al., 2017), sin embargo, dependiendo del tipo de fatiga y sus causas, el trabajador puede resultar con enfermedades cardiovasculares, afectaciones al sistema musculoesquelético, trastornos gastrointestinales y disminución de la función física. Como efectos de menor severidad se presenta hambre, miedo, somnolencia, aburrimiento, irritación, picazón en los ojos, piernas entumecidas, visión defectuosa, dolor de cabeza o un subidón de adrenalina repentino (Fournier et al., 2007).

Efectos de la fatiga en la capacidad funcional incluyen reducciones en la fuerza isométrica máxima y la potencia (J. Santos et al., 2014), reducción de velocidad sobre las repeticiones (Helbostad et al., 2010), impacto negativo en el equilibrio y en la coordinación mano-ojo, necesaria para operar maquinaria pesada (Dawson et al., 2015), y sin la cual se pueden presentar daños en equipos o infraestructura.

### ***1.2.3 Efectos Organizacionales***

Aunque la fatiga la puede sentir un individuo en solitario, por ser una organización un sistema de trabajo, otros trabajadores, y la mala productividad de la empresa, pueden verse afectados.

Los errores que se pueden presentar en la organización dependen del tipo de actividad que se realiza en la misma. Los efectos de la fatiga pueden conducir a un rendimiento reducido, una productividad más baja, déficits en la calidad del trabajo y una mayor incidencia de accidentes y errores humanos (Sedighi Maman et al., 2017).

Por lo general, los deberes generales de los empleadores son proporcionar un lugar de trabajo seguro y sin riesgo para la salud o el bienestar de los empleados y otras personas que podrían verse afectadas por las actividades de la empresa. Las relaciones que se pueden dar dentro de la organización se ven afectadas por la fatiga, resultando en brotes de comportamientos agresivos entre el personal, cambios constantes en las relaciones de los compañeros de trabajo, incapacidad para que los equipos trabajen bien juntos, y en general fricción entre los empleados y entre el personal y la administración.

Según el enfoque de la empresa, sea este de seguridad, donde se busque desarrollar y hacer cumplir las normas y reglamentos de seguridad, o un enfoque económico que busque apoyar el desarrollo de la industria, la organización tomará decisiones y asumirá riesgos con respecto a la fatiga que se presenta en los trabajadores.

La fatiga en la empresa genera en los trabajadores un negativismo hacia la gestión, quienes se resisten al cambio considerando que hay una falta de visión de futuro y que una mejora no es posible. Como resultado da una mayor ausencia por enfermedad, mayor rotación de empleados, aumento en el uso de las vacaciones, y resultados económicos más pobres en términos de costos de mantenimiento o reclamaciones de seguros, que la gerencia debe asumir

por medio de un aumento de los costes de compensación relacionados con los trabajadores. Se estima que los trabajadores fatigados cuestan a los empleadores \$101 mil millones de dólares anuales más que los trabajadores no fatigados en tiempo productivo perdido relacionado con la salud (Bláfoss et al., 2019). Con fatiga, hay una incapacidad del personal para completar asignaciones y tareas, y para respetar y cumplir con los plazos (Lee et al., 2019).

Aparte de la reducción de la productividad en el trabajo, se presentan errores y accidentes en el rendimiento laboral, y en general, las acciones no van según lo planeado. El presentismo, la disminución de la velocidad de movimiento del ritmo de trabajo y el bajo rendimiento no solo afecta a los trabajadores, también se puede reflejar en la presentación de errores y eventos adversos en la atención del cliente. Para evitar la disminución de la eficacia, la calidad del trabajo y el rendimiento de la compañía, es de suma importancia gestionar y controlar la fatiga dentro de una organización.

No en todas las empresas se aborda la fatiga únicamente desde una posición de monitoreo y vigilancia, hay muchos casos donde se hace el esfuerzo de intervenir en las condiciones de trabajo o sobre el mismo trabajador para combatir la fatiga. Este tipo de acciones e intervenciones son las que se abordan en el trabajo, buscando dar a conocer casos que pueden finalmente resultar o no en mejoras sobre la fatiga, pero que se han empleado para el control en el lugar de trabajo de este riesgo.

### **1.3 Gestión del Riesgo de Fatiga**

La responsabilidad de gestionar el riesgo de fatiga en los lugares de trabajo está directamente comprendida en el requisito general de los empleadores de eliminar los peligros (Williamson & Friswell, 2013). La primera fase necesaria para lidiar con la fatiga es establecer un consenso de que efectivamente hay un problema que abordar (Allen et al., 2007).

A diferencia de otros escenarios donde un individuo puede presentar fatiga y controlar el riesgo, en las organizaciones los gestores de riesgos son quienes deben considerar la manifestación de fatiga a lo largo de toda la trayectoria, y monitorear los consecuentes riesgos de fatiga, utilizando los resultados para evaluar y desarrollar barreras (Ross Owen Phillips et al., 2017).

Aunque no se puede considerar todos los lugares de trabajo igual de susceptibles a generar fatiga por los factores del entorno, estos influyen sobre el trabajador y deben ser vigilados para proteger al empleado y la productividad de la empresa. Los factores que determinan las exposiciones y riesgos relacionados con la fatiga se deben presentar junto con las medidas que pueden contenerlas, de manera que sea coherente con la gestión del riesgo (Ross Owen Phillips et al., 2017).

La gestión del riesgo de fatiga debe adoptar un enfoque de sistema de gestión de seguridad y por lo general implica una política general de gestión de fatiga de la empresa, implementación de la evaluación de riesgos de fatiga, procedimientos de gestión de riesgos, procesos para que los empleados reporten la fatiga, capacitación y educación sobre fatiga para todos los empleados y gerentes, y procesos para la auditoría interna y externa de la gestión del riesgo (Williamson & Friswell, 2013).

A partir de las definiciones de la gestión del riesgo de fatiga evidenciadas entre los artículos revisados, se determinó que los componentes relacionados en las definiciones hacen referencia a los objetivos de la gestión, las intervenciones aplicadas, los roles y responsabilidades dentro de la gestión, y por último el uso de evidencia para ejecutar, evaluar y mantener el sistema de gestión.

### ***1.3.1 Objetivo de gestionar la fatiga***

La gestión del riesgo de fatiga se enfoca en la planificación y el control del entorno de trabajo, con el fin de minimizar, en la medida de lo razonablemente posible, los efectos adversos de la fatiga en el estado de alerta y el rendimiento de la fuerza de trabajo correspondientes al nivel de exposición al riesgo y a la naturaleza de la operación.

Existen dos enfoques que se pueden emplear para reducir el riesgo, estrategias de prevención o protección de fatiga, las cuales son técnicas para reducir la probabilidad de que un individuo fatigado esté operando en el lugar de trabajo, y las estrategias a prueba de fatiga que son técnicas para disminuir la probabilidad de que una persona fatigada que opera en el lugar de trabajo cometa un error que provoque un accidente o una lesión (Dawson et al., 2012). En las estrategias a prueba de fatiga se debe contemplar los cambios fisiológicos que afectan al trabajador para poder generar espacios de trabajo óptimos.

El enfoque más eficaz para gestionar la fatiga es minimizar el riesgo mediante el uso de herramientas para pronosticar la fatiga potencial mucho antes de las operaciones reales, y tomar medidas correctivas para eliminar proactivamente los horarios o condiciones que potencialmente generen la fatiga antes de su ocurrencia.

Otro modelo para ver al lugar de trabajo como el lugar donde se previene la fatiga, y aquel lugar que debe funcionar a prueba de la fatiga, se propone desde la perspectiva de Safety I y Safety II. Vistas estas estrategias como gestión del riesgo de fatiga, Safety I intentaría lograr un rendimiento óptimo del sistema simplemente eliminando la fatiga. Por el contrario, Safety II invertiría mucho para garantizar que los sistemas de trabajo sean resilientes ante los impactos de la fatiga (Dawson & Thomas, 2019).

Hacer que un lugar de trabajo sea a prueba de fatiga requiere realizar todo lo razonablemente posible para hacer el sistema de trabajo resiliente ante los errores relacionados

con la fatiga. Relacionando estas estrategias con los dos momentos de la fatiga, para prevenir su desarrollo se debe pensar en los factores que pueden producir fatiga desde la concepción de la tarea o el lugar de trabajo, mientras que para rediseñar un puesto o una actividad que funcione a prueba de la fatiga, esto se debe hacer en la fase de funcionamiento. Es por esto que Drew Dawson propone también que un enfoque práctico sería que una organización hiciera del modo "a prueba de fatiga" el modo operativo predeterminado (Dawson et al., 2012), que esté sujeto a una mejora continua, y diseñado para mejorar los resultados organizativos y personales.

### ***1.3.2 Aspectos de la Gestión a través de Intervenciones***

Es importante para la gestión de la fatiga que cada organización determine lo que sería un nivel aceptable de deterioro de la fatiga. Las estrategias de protección son comportamientos adaptativos y protectores de reducción del riesgo que mejoran la resiliencia de un sistema de trabajo, aumentan la probabilidad de detectar un error relacionado con la fatiga y evitan que se traduzca en un accidente o lesión, para así reducir la vulnerabilidad a errores relacionados con la fatiga (Dawson et al., 2012).

Se han considerado diversas clasificaciones para las medidas de intervención que combaten la fatiga, por ejemplo, el momento de la jornada en la que se realiza la intervención o los momentos críticos de una actividad identificados como precursores a accidentes por fatiga (Guo et al., 2017; Li & Buckle, 1999; Sedighi Maman et al., 2017). La gestión integral del riesgo de fatiga incluye tanto estrategias para reducir la probabilidad de que las personas se fatigan en el trabajo como estrategias para mitigar el riesgo representado por una persona con problemas de fatiga en el lugar de trabajo. Drew Dawson se refiere a dos momentos, aquel que requiere estrategias para prevenir la fatiga, y aquel que necesita estrategias a prueba de fatiga (fatigue-

proof) (Dawson & Thomas, 2019), las cuales garantizan un rendimiento óptimo del sistema de trabajo, incluso cuando existe la fatiga en el trabajador.

A menudo los trabajadores se deben acomodar al mal diseño impuesto por la organización debido al alto costo que puede implicar una intervención que busque prevenir los riesgos (Butler & Gillette, 2019). La elección precisa de las medidas que comprenden cada barrera dependerá de los recursos, competencias, tecnología, infraestructura y cultura existentes de la empresa, la naturaleza de su trabajo o negocio, las condiciones marco y su contexto regulatorio (Ross Owen Phillips et al., 2017).

En las organizaciones, las preocupaciones financieras, incluidos los costos iniciales y los cambios en la productividad, pueden proporcionar un incentivo mayor para la adopción por parte de la industria de cualquier control necesario que la misma reducción de los riesgos para la salud (Eiter et al., 2014; Hondzinski et al., 2019). Por lo tanto, las intervenciones exitosas deben cumplir con los requisitos de costo y tiempo.

### ***1.3.3 Roles y Responsabilidades***

La responsabilidad de la gestión del riesgo de fatiga puede identificarse en tres niveles, la responsabilidad regulatoria, la responsabilidad organizacional y la responsabilidad individual. Los regímenes reglamentarios tienen por objeto limitar la exposición pública a los riesgos asociados con la fatiga. En general, la gestión del riesgo de fatiga se proyecta como una responsabilidad compartida entre la organización y el empleado, reflejando los principios de una "cultura justa" (Lerman et al., 2012). Pese a esto, la aplicación de las medidas de intervención para gestionar la fatiga no necesariamente se maneja bajo esta responsabilidad compartida.

La organización está encargada de establecer horarios de trabajo que proporcionen suficientes oportunidades de descanso, capacitación para apoyar la gestión de la fatiga y

procedimientos para monitorear y administrar la fatiga dentro de la organización mientras que el empleado tiene la responsabilidad de utilizar el tiempo disponible para estar descansado y en condiciones para trabajar, para asistir a la capacitación, implementar recomendaciones, y para reportar casos de fatiga para que puedan evitarse mejor en el futuro.

La fatiga difiere de otros peligros en el lugar de trabajo en el sentido de que se ve afectada por todas las actividades de vigilia, no sólo las relacionadas con el trabajo. Aunque tanto la organización como el empleado comparten la responsabilidad de prevenir la fatiga, el uso eficaz de estrategias de gestión de la fatiga implica que los operadores sean capaces de reconocer los primeros signos de fatiga y puedan anticipar sus efectos en el rendimiento del trabajo (Bérestégui et al., 2018).

Las estrategias de afrontamiento deben considerarse en los programas de promoción de la salud en el lugar de trabajo de cada entorno laboral para mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores y ahorrar dinero (Richter et al., 2016). Un lugar de trabajo en el que estos peligros están bien controlados, con una cultura activa de salud y un ambiente de trabajo de apoyo, puede mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores, tanto dentro como fuera del trabajo. Los empleados más saludables resultan en menos reclamos de salud, mejores registros de seguridad y una mayor productividad (Lerman et al., 2012).

#### ***1.3.4 Uso de la Evidencia***

La clave de la gestión del riesgo de fatiga es la integración de la información recopilada sobre los peligros y efectos relacionados con la fatiga de una serie de fuentes para dirigir enfoques adecuados de gestión de riesgos. Para la gestión del riesgo de fatiga una variable primordial es la evidencia, una estrategia basada en datos para monitorear y gestionar

continuamente los riesgos de seguridad relacionados con la fatiga, basado en principios y conocimientos científicos, así como experiencia operativa.

Hay una amplia gama de enfoques tecnológicos para detectar la aparición de fatiga y somnolencia o un rendimiento degradante (Williamson & Friswell, 2013). Estos enfoques se presentan cuando no se puede evitar el riesgo de fatiga. Como alternativa al uso de características de trabajo específicas para medir y auditar la fatiga, Paul Allen describe un enfoque basado en "resultados" que se alinea con los "estándares basados en objetivos" (Allen et al., 2007).

El sistema óptimo de gestión de la fatiga basado en evidencia es un sistema multicomponente con monitores de fatiga, predicciones de modelos y pruebas de aptitud para el servicio significativamente combinados para converger en una imagen precisa de la capacidad existente y futura de la fatiga y el rendimiento del individuo.

Por lo general, los dispositivos para monitorear o detectar la fatiga se pueden clasificar como aquellos que predicen la fatiga futura como una medida de aptitud para la labor, o los sistemas que supervisan discreta y continuamente el rendimiento operativo. Es importante tener en cuenta que estos enfoques no necesariamente detectan la fatiga, sino que detectan comportamientos y rendimiento que puede conducir a condiciones inseguras.

La exposición al ambiente físico del trabajo es medible, por lo tanto, se puede controlar, y este control permite mitigar o eliminar ciertos factores del entorno que inciden sobre la fatiga del trabajador en determinado sector laboral, pero más importante que la medición de los factores que llevan a la fatiga, los cuales son evaluados de forma extensa por medio de pruebas objetivas y subjetivas, es la aplicación de medidas de intervención para que esos factores no lleven a la presentación de fatiga en el trabajador.

Se han descrito varios criterios sobre los que deben evaluarse dichas tecnologías. En primer lugar, el sistema debe ser válido, midiendo lo que pretende medir. En segundo lugar, el sistema debe ser fiable, es decir, coherente en su medición. En tercer lugar, la sensibilidad del sistema debe ser alta, minimizando el número de eventos de fatiga perdidos. Al mismo tiempo, la especificidad del sistema debe ser adecuada, minimizando el número de falsas alarmas (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011).

No todo incidente se materializa en un accidente, no obstante, el seguimiento de la producción, organización y estado de salud del trabajador son indicadores que permiten evidenciar la ocurrencia de alguna situación que debe ser intervenida. Las tecnologías que predicen y/o supervisan con precisión los efectos de somnolencia y fatiga en tiempo real permiten una administración oportuna de intervenciones o contramedidas (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011).

#### **1.4 Necesidad de Abordar**

La fatiga tiene costos ambientales, económicos y de salud (Ross Owen Phillips et al., 2017), y los enfoques nuevos de la seguridad y salud ocupacional enfatizan el rendimiento organizacional en lugar de únicamente el cumplimiento del estándar e implican una mayor autorregulación (Williamson & Friswell, 2013). El riesgo no es necesariamente mayor cuando los niveles de fatiga son más altos, pero en algunos casos puede ser mayor en los niveles intermedios de fatiga donde el operador tiende a prestar menos atención a su rendimiento (P. Gander et al., 2011).

Según el modelo de James Reason, la seguridad se ve comprometida cuando un peligro penetra en capas sucesivas de defensa, permitiendo una trayectoria de oportunidades de accidentes (Reason, 1997). Como la fatiga ya es considerado un peligro o factor de riesgo,

merece ser sujeta a estas capas de defensa para proteger tanto al trabajador como a la empresa. El presente estudio busca recopilar esas intervenciones o estrategias que se han empleado para crear capas de defensa para que no se materialice el riesgo de fatiga en el trabajador, y en caso de que ocurra, que no lleve a accidentes o errores dentro de las operaciones.

Tal como lo propone Paul Allen, la investigación sobre el tema de la fatiga no debe limitarse a demostrar que existe a través de indicadores, sino centrarse en la evaluación de los métodos para prevenir y gestionarla (Allen et al., 2007). Las principales barreras para el manejo de la fatiga incluyen la carga de trabajo, el ritmo, el horario, el turno y la nutrición en el trabajo, así como el sueño inadecuado y las demandas competitivas en el hogar (Groves et al., 2020). Además de estas, factores culturales dentro del entorno laboral tales como considerarse invulnerable o, en algunos sectores, el sentido de orgullo que se genera en el trabajador tras soportar largas jornadas y cumplir con las funciones a pesar de la fatiga, crean barreras para el manejo de la fatiga del trabajador (Dawson & Thomas, 2019). Este estudio busca, por lo tanto, presentar un marco de trabajo que ayudará a guiar la toma de decisiones de una empresa frente a los métodos que puede poner en práctica para prevenir y gestionar la fatiga entre sus trabajadores.

Lo que en una persona causa fatiga, en otra puede generar otro tipo de fatiga o no producir efecto alguno. Hay dos posibles razones para esto. En primer lugar, el hecho de que una persona encuentre como causante de fatiga podría no ser visto de la misma manera por otra persona y, en segundo lugar, las estrategias de afrontamiento empleadas por ambas personas pueden variar mucho. Se necesita una mejor comprensión de la compleja relación entre fatiga y seguridad para mejorar la implementación de la gestión de la fatiga. Precisamente el evidenciar que, en un mismo sector, inclusive ante una misma tarea, se pueden presentar distintos tipos de

fatiga es lo que motiva a abordar la fatiga en sus distintas presentaciones para dar una mirada global sobre la gestión de esta en la empresa.

#### ***1.4.1 Gestión de la Fatiga En la Empresa***

La fatiga en el trabajo es comparable al consumo de alcohol o drogas. El operador pierde concentración, juzga mal la velocidad y la distancia, reacciona más lentamente, y en casos extremos incluso puede dormirse mientras realiza tareas (Ewertowski & Berlik, 2021). Las medidas de fatiga y rendimiento revelan que un operador se encuentra en uno de al menos tres estados generales de preparación: a) alerta con capacidad de rendimiento normal, b) deterioro con capacidad de rendimiento reducida, o (c) en una región gris, en la que los resultados de medición son ambiguos (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011).

Toda una cadena de eventos se requiere para llegar a accidentes de fatiga. Las consecuencias no deseadas se pueden dar por la falta de oportunidades de sueño que ofrece el trabajo, sueño insuficiente obtenido por los operadores, síntomas relacionados con la fatiga en el trabajo, errores relacionados con la fatiga e incidentes de fatiga. Llamamos a esta cadena de eventos de riesgo la trayectoria fatiga-riesgo (Dawson et al., 2012; P. Gander et al., 2011; IPIECA, 2007; Lerman et al., 2012; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017; Wong et al., 2019).

A pesar de la disponibilidad de revisiones con respecto a la causalidad de la fatiga en algunos sectores, existe una brecha entre los hallazgos y cómo se gestiona el riesgo. Ross Phillips (2017) propone que el panorama podría mejorarse si se presentaran riesgos y medidas de intervención de manera coherente con los principios de gestión del riesgo. Este estudio aborda en parte este vacío que encuentra Phillips al plantear un marco de trabajo para la gestión del riesgo de fatiga construido a partir de las medidas de intervención que han sido aplicadas dentro del lugar de trabajo de distintos sectores.

Los sectores que más analizan la fatiga a nivel mundial son los relacionados con atención médica y los relacionados con transporte, en sus distintos formatos, operadores de transporte de carretera, ferrocarril, mar y aviación. En la aviación, por ejemplo, se ha encontrado que una quinta parte de los informes de incidentes están relacionados con la fatiga (Gershon et al., 2009). Otros sectores analizados son las distintas industrias productivas, los trabajos de oficina, los socorristas y trabajadores de emergencia, los sectores relacionados con manufactura y el sector académico.

En Colombia se han realizado estudios enfocados a causas, como la jornada laboral, consecuencias de la fatiga, como el síndrome de burnout (Mendoza Villaveces et al., 2016), medición de fatiga laboral para el personal de la salud en IPS privadas, poblaciones como transportistas, enfermeros y docentes (Hernández et al., 2015), condiciones ambientales del lugar de trabajo, por ejemplo el trabajo al aire libre, e intervenciones relacionadas especialmente con ajustes de la jornada y descanso (Ministerio del Trabajo, 2015). Aun así, es poca la información que hay sobre la aplicación de estrategias para la gestión del riesgo en el lugar de trabajo.

Es clave para esta investigación el énfasis sobre la palabra “en” cuando se dice gestión de la fatiga en la empresa. Se evidenció en la búsqueda preliminar que muchas intervenciones se impartían desde la empresa, pero dejaban la ejecución de la acción para combatir la fatiga, sea relacionada con sueño, alimentación o actividad física, para la casa, o por lo menos para un momento y un lugar fuera del espacio laboral.

### **1.5 Abordaje del Estudio**

Dado que las estrategias de protección contra la fatiga implementadas en un lugar de trabajo pueden tener un potencial significativo en otro, es importante que las medidas de intervención contra la fatiga se recopilen y analicen (Dawson et al., 2012).

El individuo está expuesto al riesgo de fatiga en su día a día, pero de todas maneras es responsabilidad de la empresa brindar la mayor seguridad posible a sus empleados. Por esto, explorar las formas en que se implementa la intervención puede proporcionar información valiosa sobre por qué una estrategia puede fallar o los mecanismos causales de cómo funciona una estrategia exitosa. A través de la clasificación de las intervenciones sobre fatiga que se han realizado en lugares de trabajo reales, se podrá conocer el tipo de medidas de intervención que se han empleado para combatir la fatiga.

Aunque otros estudios han recopilado estrategias de intervención en la gestión de la fatiga, estos estudios son específicos a un sector laboral, a una causa de la fatiga o a un tipo específico de fatiga. Este estudio busca examinar no solo aquellas intervenciones que se imparten en el lugar de trabajo para gestionar la fatiga como riesgo, si no en específico aquellas que se ejecutan dentro de las instalaciones de la organización. Esto con el fin de diferenciar el resultado de aquellas intervenciones donde se imparten entrenamientos o indicaciones de responsabilidades que el trabajador debe asumir por fuera de su jornada, como aquellas intervenciones relacionadas con el tiempo recomendado para realizar actividad física o cómo acomodar la habitación al momento de dormir.

El desarrollo de un marco de trabajo sobre las intervenciones con respecto a la fatiga permitirá la toma de decisiones dentro de una organización sobre las medidas para combatir la fatiga que sea apropiada y eficaz para las tareas que realiza y tener un alto impacto en la salud de las personas. Sean las estrategias implementadas en una organización formales o informales, estas se deben clasificar y evaluar cuidadosamente para su desarrollo futuro y para lograr una difusión más amplia sobre la gestión de la fatiga. Dado que la seguridad es el enfoque principal de la comprensión de la fatiga, las estrategias se verán no solo desde una perspectiva

organizacional, también se analizará desde el individuo ya que cumple un rol importante tanto en la prevención de la fatiga como en las estrategias y adaptaciones al trabajo para ser productivo a pesar de la fatiga.

Por esto, el presente estudio se pregunta: *¿Qué medidas de intervención se han aplicado en el lugar de trabajo para combatir la fatiga?*

Teniendo esto en cuenta, el objetivo general del estudio plantea:

- Caracterizar las medidas de intervención aplicadas en los lugares de trabajo para combatir la fatiga con el fin de divulgar estrategias para su control.

Esto requiere dar cumplimiento a tres objetivos específicos que son:

- Identificar casos formales e informales de medidas de intervención aplicadas en el lugar de trabajo para combatir la fatiga.
- Clasificar las medidas de intervención según variables asociadas a la gestión en el lugar de trabajo.
- Establecer el marco de trabajo de medidas de intervención para la gestión de la fatiga en los lugares de trabajo.

## **Capítulo 2.**

### **Metodología**

#### **2.1 Revisión Literaria**

La revisión de literatura planteada recopila intervenciones relacionadas con la prevención de la fatiga y el manejo del contexto o la actividad donde existe un trabajador fatigado. La estructura de la revisión de literatura se basa en los lineamientos planteados por el método Cochrane Collaboration, y guiada por el libro *Doing a Literature Review in Health and Social Care* (Aveyard, 2014).

La búsqueda de medidas de intervención en fatiga se hizo a través de las bases de datos utilizando como ecuación de búsqueda la siguiente:

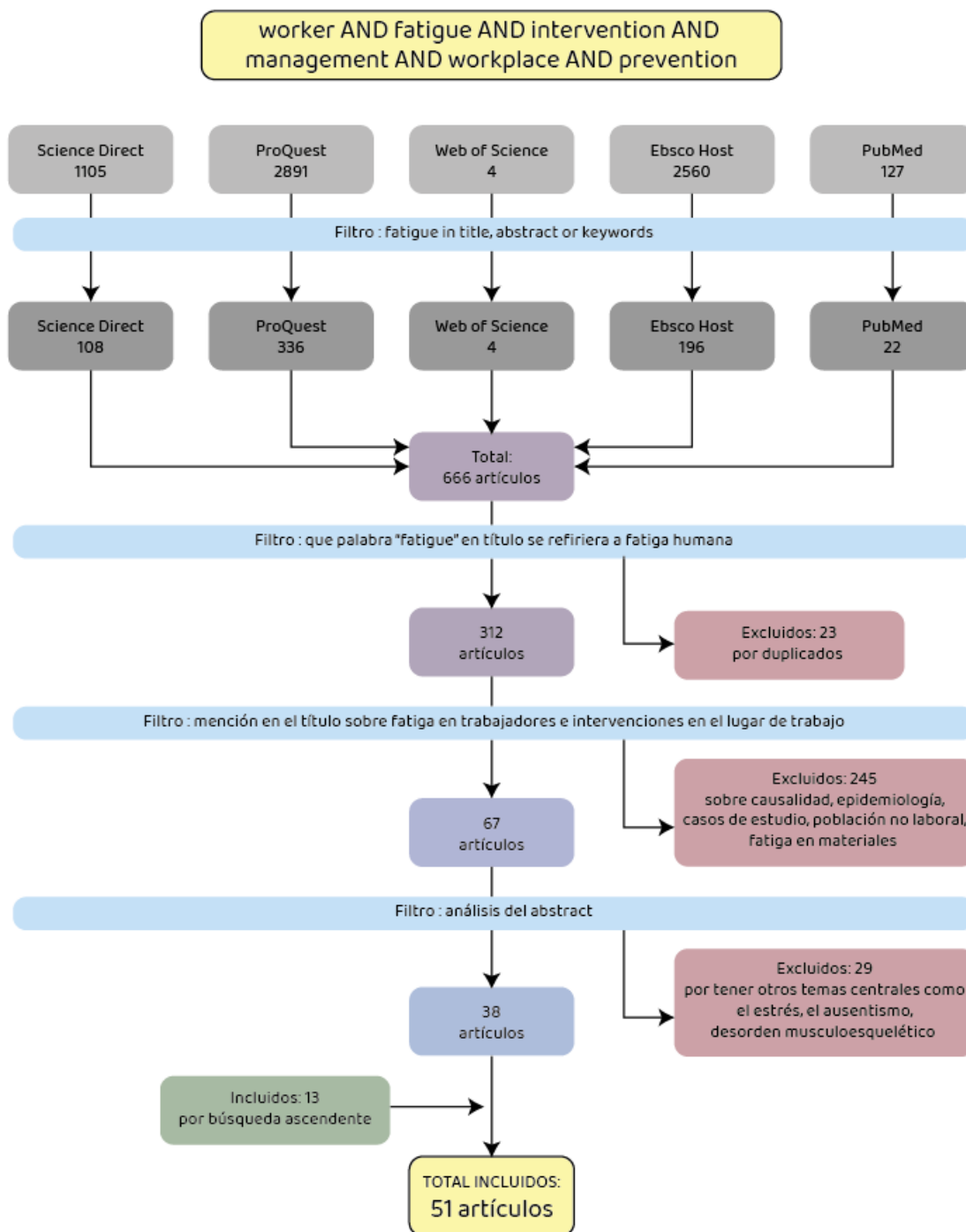
*worker AND fatigue AND intervention AND management AND workplace AND prevention*

La ecuación se compone de tres partes, una que hace referencia a la fatiga, otra que se refiere a las medidas de intervención, y por último una que hace referencia a la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo. Esta ecuación se utilizó en las bases de datos: PubMed, ScienceDirect, ProQuest, EBSCO Host y Web of Science. La estrategia de búsqueda y los criterios de inclusión fueron formulados a partir de términos encontrados en una búsqueda inicial de literatura, plasmada en la gráfica 1. Se tomó la decisión de utilizar términos en inglés para poder encontrar mayor cantidad de artículos.

Se tuvieron presentes estudios donde la medida de intervención sea enfocada hacia la fatiga, en cualquiera de sus momentos, y se excluyen aquellas intervenciones que se realizan fuera del lugar de trabajo.

## **2.2 Árbol de Búsqueda**

Se realizaron varios filtros para tamizar los artículos encontrados por medio de la búsqueda para incluir dentro de la revisión literaria. En la gráfica 1 se evidencia el proceso de selección de artículos en un esquema adaptado del diagrama de flujo PRISMA (Aveyard, 2014).



Gráfica 1. Árbol de búsqueda adaptado de la declaración Prisma

Al colocar la ecuación de búsqueda en la base de datos, se colocó para que arrojara artículos científicos que tuvieran la palabra *fatigue* en su título, resumen o palabras clave. Esto arrojó 666 artículos entre las distintas bases de datos. Posterior a esto se hizo un primer filtro a

partir de la relevancia del título del artículo con respecto a la fatiga en el trabajador. Aquí se descartaron aquellos estudios que se enfocaran en fatiga en los materiales, estudios enfocados a la causalidad o explicación de algún tipo de fatiga, y aquellos que trataban sobre los efectos y la epidemiología de la fatiga.

Los 312 artículos obtenidos fueron revisados y 23 fueron eliminados por estar duplicados. Se redujo nuevamente la cantidad de artículos a partir de la relevancia del título a las especificaciones del presente estudio, es decir, que cumplieran con relacionar alguna intervención en la fatiga dentro del lugar de trabajo. Se eliminaron entonces artículos relacionados con el tema de fatiga en poblaciones específicas que no fueran trabajadores, casos de estudio simulados o intervenciones fuera del lugar de trabajo, síntomas o efectos de fatiga y su desarrollo, y aquellos que trataban la fatiga, pero se enfocaban en otro desenlace o causante de su aparición. De los 67 artículos restantes se eligieron los que a partir del contenido dieran igual importancia a la intervención que a la fatiga, lo que significa que le dieran importancia a la fatiga como indicador de la efectividad de la intervención. En este filtro se eliminaron algunos artículos por ser subjetivos en cuanto a revisiones basadas en entrevistas, y por enfocarse en temas de productividad organizacional

Finalmente, dentro del estudio se incluyeron 38 artículos encontrados a partir de la búsqueda inicial, y 13 a partir de una búsqueda ascendente de los artículos leídos, para dar un total de 51 artículos incluidos.

### **2.3 Registro y Clasificación de las Intervenciones**

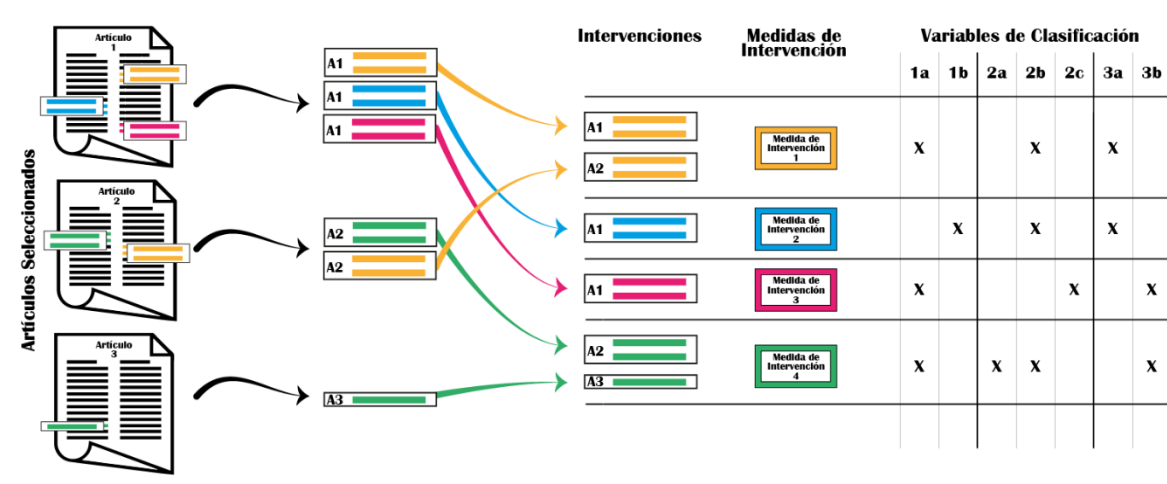
A partir de la revisión de literatura realizada, la información destacada de cada artículo se plasmó en una base de datos donde se registraba información de la publicación del artículo, las palabras clave, hallazgos, el tipo de fatiga abordada, cómo definen fatiga, la actividad laboral en

la cual se enfocaba el artículo y su población específica, las causas identificadas para la aparición de la fatiga, los efectos individuales y sobre la organización, cómo definían o implementaban una gestión al riesgo de fatiga, y las intervenciones que mencionaban.

Las bases de datos se elaboraron en Excel con el fin de usar los filtros durante el análisis para agrupar el contenido de distintas maneras para evidenciar relaciones. En la primera base de datos, las intervenciones se clasificaban según la jerarquía de controles. Este enfoque para la clasificación fue elegido por su relación con la disciplina de seguridad y salud en el trabajo.

En este enfoque la intervención se identificaba según la perspectiva del control sobre el factor de riesgo como eliminación, sustitución, control de ingeniería, control administrativo y elementos de protección personal. Hace referencia al nivel de seguridad propuesto según la medida de intervención adoptada.

La segunda base de datos fue elaborada tomando las *intervenciones* de cada artículo y colocándolas una por fila. A medida que se agregaban intervenciones, si se relacionaban con otra según el modo de ser aplicada y su clasificación, estas se agrupaban en una misma *medida de intervención*. Cada medida de intervención se clasificaba según tres criterios dicotómicos descriptivos, que son las variables FRM (Formalidad, Responsable, Momento), y tres enfoques, ubicados en las columnas. En la gráfica 2 se evidencia el proceso realizado para extraer las intervenciones de los artículos y posteriormente agrupar en medidas de intervención.



Gráfica 2. Proceso de agrupación de intervenciones

Con la definición de cada variable como guía es que se determinaba si la intervención correspondía o no a esa clasificación. Las variables y los enfoques tomados en cuenta para la caracterización de cada intervención se presentan a continuación.

### 2.3.1 Variables FRM

Los tres criterios que conforman las variables FRM son la *Formalidad*, el *Responsable*, y el *Momento*. Las variables FRM, junto con los filtros de la búsqueda literaria permiten responder qué, cómo, quién, cuándo, y dónde. El enfoque de la investigación establece como fijo el dónde, ya que todas las intervenciones se deben ejecutar en el lugar de trabajo. El qué corresponde a la intervención realizada. Cómo, quién y cuándo corresponden a la formalidad de la intervención, el responsable de la intervención, y el momento de intervenir con respecto a la presentación de la fatiga en el trabajador, respectivamente. Cada criterio consta de dos variables, y las intervenciones solo fueron clasificadas bajo una de ellas para cada criterio.

**2.3.1.1 Formalidad.** La formalidad de la intervención indica el grado de divulgación de la intervención dentro de la misma empresa, se compone de dos variables para la clasificación, *formal o informal*, dado que a menudo la estrategia generadora de fatiga o aquella para gestionar la fatiga es impuesta, mientras que en otros casos las intervenciones se realizan de manera

espontánea (Morrow et al., 2014). Las intervenciones formales son generalmente aprobadas por la dirección y comunicadas a todos a través de manuales de organización, la descripción de cargos, de organigramas, de reglas o procedimientos. Las intervenciones informales son prácticas de trabajo no oficiales o formas de llevar a cabo tareas que los trabajadores consideran adecuadas, aunque vayan en contra de las reglas o métodos establecidos por la organización.

**2.3.1.2 Responsable.** El responsable de ejecutar la intervención es clasificado como la *organización o el individuo*. A menos que se presente la oportunidad de contar con la participación conjunta de las partes en la toma de decisiones (Brandt et al., 2018; de Guimarães et al., 2015; Loisel et al., 2001), la intervención está a cargo de una de estas dos partes. En esta categoría era necesario determinar cuál de los dos actores era el principal responsable ya que se planteó como dicotómica esta clasificación. Al implementar una intervención, si la organización es la responsable debe llevar registro de los cambios en las tareas o funciones, establecer los lineamientos del entorno del lugar de trabajo donde el individuo ejerce sus actividades laborales, y comunicar las nuevas actividades, espacios o recursos disponibles para los trabajadores. Las intervenciones para las cuales el individuo es el responsable son aquellas que realiza el trabajador para cumplir con las funciones que debe desempeñar a pesar de los factores del entorno que pueden producir fatiga, y aunque esté fatigado. Este se debe responsabilizar de tener un desempeño óptimo, usando sus recursos personales y aquellos de la empresa para lograr combatir la fatiga.

**2.3.1.3 Momento.** El momento hace referencia a la relación entre cuándo se realiza la intervención, y cómo es el estado de fatiga del trabajador en ese momento. Esta categoría dicotómica se clasifica según si la intervención es para la *prevención o un lugar de trabajo a prueba de fatiga*. Aunque se considere la fatiga como parte de un ciclo, en el que se presenta la

fatiga acompañada de síntomas que llevan nuevamente a la fatiga (Bláfoss et al., 2019), se reconoce que existen dos momentos en los que se puede intervenir, aquel en el que el trabajador aún no presenta síntomas de fatiga, interviniendo de manera preventiva, y aquel en que ya el trabajador fatigado está ejerciendo su labor, caso en el cual hay afectaciones fisiológicas y de desempeño, momento en el cual se requiere de un tipo de intervención a prueba de fatiga, denominada por Dawson como *fatigue-proofing* (Dawson et al., 2012).

### **2.3.2 Enfoques**

Los tres enfoques usados para clasificar las intervenciones son la jerarquía de controles, el sistema ergonómico, y los enfoques ergonómicos, compuesto por el sistema micro- y macroergonómico. De estos, la jerarquía de controles permite analizar la intervención desde el nivel de control sobre el riesgo mientras que el sistema ergonómico y los enfoques ergonómicos permiten ver el elemento del sistema sobre el cual la intervención tiene impacto. El sistema ergonómico tiene como variables la actividad y sus componentes y los enfoques ergonómicos tienen como variables los distintos niveles de un sistema de trabajo.

**2.3.2.1 Jerarquía de Controles.** En la clasificación según jerarquía de controles, cada intervención corresponde a una sola variable. Según el control implementado en la intervención, se determinaba si este actuaba sobre la fuente, por medio de una *eliminación* o *sustitución* del riesgo, sobre el medio, a través de la implementación de un *control de ingeniería* o *control administrativo*, o sobre el receptor, a través de *equipo de protección personal (EPP)* (ICONTEC, 2007). En el paso de las intervenciones de la primera base de datos a la segunda, fue necesario adicionar a las cinco variables del modelo de la pirámide una sexta variable denominada *receptor* al identificar que varias intervenciones se dirigen directamente al trabajador a través de cambios o acciones ejecutadas en el mismo individuo como última línea de defensa.

**2.3.2.2 Enfoques Ergonómicos.** El enfoque ergonómico permite visualizar dentro de la estructura de un sistema de trabajo, qué componente es afectado con la intervención. A medida que la intervención abarca un mayor nivel del sistema, acercándose más al sistema macroergonómico que al sistema microergonómico, se permite menor margen para el error, lo cual en esta investigación refiere a la presentación de fatiga o al accidente producto de las acciones de un trabajador fatigado. Visto como grupos de exposición, intervenciones clasificadas bajo el sistema macroergonómico protegen a mayor cantidad de trabajadores que aquellas que solo influyen sobre el sistema microergonómico. En este enfoque se permite que las intervenciones fueran clasificadas bajo más de una sola variable.

**2.3.2.2.1 Sistema Macroergonómico.** La macroergonomía, definida por Hendrick (2018), muestra el acercamiento socio-técnico y sistemático al diseño organizacional y sus formas de trabajo y busca la eficacia general del sistema, de manera que todos los subsistemas del lugar de trabajo estén coordinados, supervisados y realizados por cada trabajador. Se subdivide el sistema macroergonómico en *diseño organizacional*, el cual habla de ritmos y tiempos, las *instalaciones*, las cuales corresponden al lugar físico y las condiciones ambientales, el *diseño del trabajo*, donde se presenta la variedad, identidad y valor de la tarea, la autonomía del trabajador y la retroalimentación que recibe, la *educación* que recibe el trabajador y por último el *ambiente* de trabajo (Scott et al., n.d.).

**2.3.2.2.2 Sistema Microergonómico.** La microergonomía, concebida como "el estudio de la interacción hombre-máquina" se centra en el trabajo con máquinas y herramientas, donde cualquier incompatibilidad entre la tarea, requisitos y capacidades del trabajador puede resultar en una situación subóptima (Ardila-Jaimes & Rodríguez-Amaya, 2018). Se subdivide el sistema macroergonómico en *puesto de trabajo*, referente a la descripción del puesto dentro de la

organización y la detección y control del riesgo individual, el *diseño de la tarea*, donde se describe la misma junto con las funciones, tareas y su organización, por último, están los *equipos y productos* del puesto de trabajo, las *herramientas* que se utilizan, y el mismo *trabajador* (Scott et al., n.d.).

**2.3.2.3 Sistema Ergonómico.** En la clasificación según las variables del sistema ergonómico se identifica si la intervención se dirige a modificar las características del *humano*, de los *objetos*, del *entorno*, o de la *actividad* en sí. En este enfoque se permite que una intervención cuente con más de una clasificación por las variables que afectaba. El hombre es el individuo que ejecuta la tarea, lo cual involucra su aspecto físico, mental, sensorial y psicológico. El objeto es aquel elemento tangible o intangible con el cual debe interactuar el hombre. El entorno hace referencia al contexto físico y social en el cual se lleva a cabo la tarea, y la unión de estas tres variables de la actividad, que es la acción que se debe realizar para cumplir con las responsabilidades impuestas por la organización. Se define como el conjunto de conductas y recursos que el trabajador utiliza para desarrollar un trabajo, es decir, la transformación o producción de bienes, o la prestación de un servicio (Vedder & Laurig, 2010).

## 2.4 Análisis de Artículos Seleccionados

El análisis de los resultados obtenidos tras la agrupación de las intervenciones y la clasificación de las medidas de intervención, requirió el uso de los filtros en Excel para visualizar la información bajo variables específicas y combinaciones de variables. En este medio también se cuantificaron tanto las medidas de intervención como los artículos según las variables para complementar y analizar los resultados.

Se hizo uso de las variables FRM y los distintos enfoques para agrupar y aislar resultados, con el fin de obtener hallazgos por medio de su contenido. Al obtener la información

para el análisis cualitativo, se buscaron tendencias entre las intervenciones para posteriormente abstraerlas y plantear un marco de trabajo que sirviera de guía para la aplicación de la gestión de la fatiga en la organización. La propuesta del marco de trabajo es dar un lineamiento para que la empresa, sin importar el sector al que hace parte o el tipo de fatiga que presentan sus trabajadores, conociera los factores que debe tener en cuenta para tomar decisiones frente a la fatiga, e igualmente, que el trabajador conociera qué factores o recursos contemplar para combatir la fatiga.

El marco de trabajo se construyó a partir de las intervenciones halladas en los artículos. Igualmente, para ejemplificar el tipo de estrategias que se pueden dar para combatir la fatiga se elaboró una tabla que da a conocer intervenciones que corresponden a las distintas variables usadas para clasificarlas. Esto se dio con dos propósitos. El primero, mostrar la variedad de intervenciones y las diferencias entre las estrategias de cada variable, y segundo, demostrar la importancia de contemplar todos los niveles o variables propuestos entre los enfoques para que se logre una gestión integral de la fatiga.

### **Capítulo 3.**

#### **Resultados**

Los resultados obtenidos se exponen a través de tablas que presentan la cuantificación de las intervenciones extraídas con respecto a las variables que la caracterizan y los cruces entre variables que se presentan. La cuantificación se da a partir de la cantidad de artículos y la cantidad de intervenciones.

Estas intervenciones apuntan a mitigar el riesgo de distintos tipos de fatiga evidenciados entre los artículos, tal como lo evidencia la tabla 1. La mayoría de los artículos definían sus

enfoques hacia un solo tipo de fatiga, siendo la fatiga ocupacional la más abordada, seguida de fatiga física y fatiga de sueño.

*Tabla 1.* Tipos de fatiga abordada en los artículos

<i>Tipo de fatiga</i>	<i>Cantidad de artículos n=51</i>
Fatiga de Compasión	4
Fatiga Emocional	2
Fatiga Física	13
Fatiga Mental	7
Fatiga Ocupacional	20
Fatiga de Sueño	11
Otra*	7
*Categoría Otra incluye fatiga psicofísica, fatiga subjetiva, fatiga neuromusculoesquelética, fatiga visual.	
<i>Un solo tipo de fatiga abordado</i>	38
<i>Más de un tipo de fatiga abordado</i>	13

La inclusión de las diversas variantes de la fatiga permitió abordar mayor cantidad de intervenciones, enfocadas a resolver distintas causas, y generando resultados variados. Entre los estudios revisados, se evidencia la mención de más de un tipo de fatiga en 34% de los artículos, en especial la combinación de fatiga ocupacional con fatiga física o con fatiga mental.

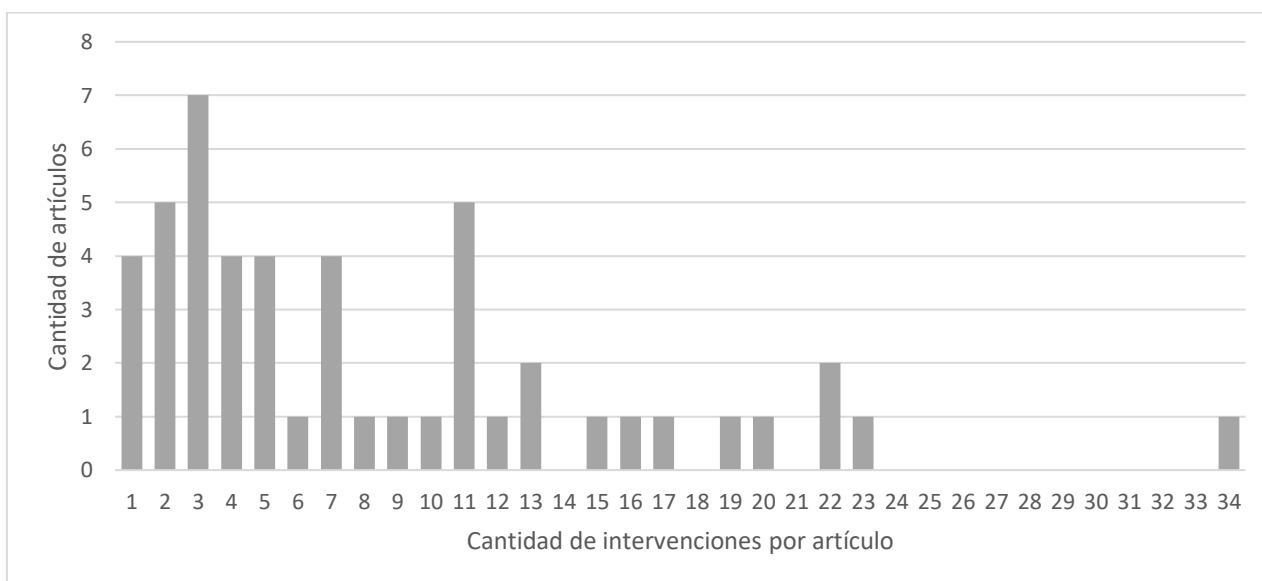
*Tabla 2.* Sectores a los que se dirigen las intervenciones

<i>Sector Analizado</i>	<i>Cantidad de Artículos</i>	<i>Población específica</i>
Construcción	2	<b>Obremos</b>
Educación	1	Profesores
Brigadistas	2	Bomberos voluntarios, policías, bomberos y paramédicos
Sector Salud	16	Enfermeras, radiólogos, imágenes médicas, enfermeras oncológicas, enfermería veterinaria, servicios médicos de emergencia, enfermeras de hospitales, médicos de emergencia, personal basado en escritorio, ayudantes de enfermeras noruegas, cirujanos, trabajadores por turnos
Industria	6	Industria láctea, sector productivo, soldadores y pintores, trabajadores por turnos, industria naviera, gente de mar
Manufactura	5	Ingenieros y trabajadores, fábrica de automóviles, construcción, logística, comercio minorista, industrias hoteleras, empleos con jornada de pie, minería
Oficinistas	5	Trabajador de oficina (sedentario), <b>operador de teclado masculino</b> , clasificadores de correo, técnicos, operadores estáticos de pie o sentados
Transporte	14	Tripulación de vuelo, conductores, operadores de transporte (carretera, ferrocarril, mar y aviación), camioneros, conductor de tren, pilotos internacionales, pilotos de avión

Estos tipos de fatiga se presentan también en distintos sectores, tal como lo evidencia la tabla 2. Los sectores más intervenidos según la búsqueda realizada son el sector salud y el de transporte, principalmente por sus largas jornadas y sus horarios de trabajo. En el sector salud, la fatiga va más relacionada a la fatiga emocional, de compasión y mental, mientras que en el sector transporte se relaciona más con fatiga por sueño. Cada artículo describía su población con distinto nivel de detalle, desde una descripción general como obrero del sector construcción, hasta una detallada como lo es la población masculina operadora de teclado.

La cantidad de intervenciones relatadas va de una sola hasta 34 en un solo artículo. En la gráfica 3 se evidencia como la mayoría de los artículos tenían entre 1 y 7 intervenciones, y la moda fue de 3 intervenciones por artículo. Cada intervención era clasificada y caracterizada, y las intervenciones que tenían una estrategia similar y se clasificaban de la misma manera eran agrupados en las medidas de intervención.

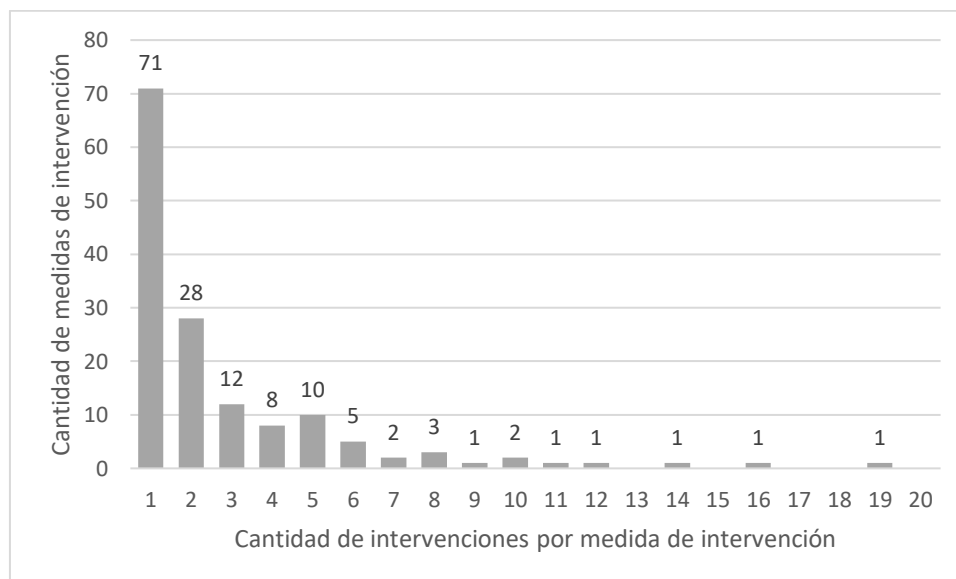
*Gráfica 3. Frecuencia de intervenciones por artículo*



De los 51 artículos analizados se extrajeron 414 intervenciones agrupadas en 141 medidas de intervención. Como muestra la gráfica 4, 71 de las 141 medidas de intervención

tenían una única intervención, lo cual indica que únicamente un artículo la mencionaba, a menudo por la especificidad de la intervención con respecto al proceso y a la población sobre la cual se ejecutaba. Las 70 medidas de intervención restantes se componían de entre dos y diecinueve intervenciones agrupadas, cada intervención proveniente de un artículo distinto.

*Gráfica 4. Cantidad de intervenciones por medida de intervención*



*Nota.* Las medidas de intervención son agrupaciones de intervenciones. Cada intervención corresponde a una estrategia para combatir la fatiga que se ha extraído de un artículo.

La medida de intervención mencionada en mayor cantidad de artículos, 19 artículos, es la relacionada con intervenciones dirigidas hacia la educación, capacitación y entrenamiento del trabajador, sin embargo, es clave recordar que estas 19 intervenciones finalmente se convierten en una única medida de intervención. Esta educación y formación se enfocaba tanto a la identificación de la fatiga como al desarrollo de herramientas y habilidades para gestionarla en caso de presentarse. Entre los distintos artículos, se dio esta educación a través de distintos medios, por ejemplo, grupos focales, entregables y folletos.

Dar tiempo para descanso durante la jornada, con 16 artículos, es la medida de intervención más mencionada para combatir la fatiga cuando el trabajador ya la presenta. En 14 artículos mencionan las intervenciones relacionadas a la coordinación de la jornada de trabajo, y en 12 artículos las relacionadas con el monitoreo de la fatiga en el trabajador.

La tabla 3 recopila la cantidad de intervenciones por artículo y la cuantificación de cómo se presentan esas variables al ser clasificadas bajo cada una de las variables. Los artículos están organizados de mayor a menor según la cantidad de intervenciones, expresadas en la última columna. En la última fila se registra el total de intervenciones clasificadas por cada variable.

El artículo con mayor cantidad de intervenciones, *Fatigue-related risk management in the emergency department: a focus-group study* (Bérestégui et al., 2018), cuenta con 16 intervenciones informales, 22 individuales y 23 a prueba de fatiga. El artículo *Countermeasures for use in fatigue risk management* (Ross O. Phillips, 2016) cuenta con la mayor cantidad de intervenciones formales, siendo la cuenta 19. El artículo con mayor cantidad de intervenciones preventivas es *A macroergonomic perspective on fatigue and coping in the hospital nurse work system* (Steege & Dykstra, 2016) con 15 intervenciones.

La tabla 3 permite, en caso de querer guiar una intervención bajo algún enfoque o variable específica, buscar como guía el artículo que mayor cantidad de intervenciones tenga en dicha variable. También permite ser más específico sobre el artículo para revisar al evidenciar la cuantificación de las distintas variables, por ejemplo, los artículos resaltados en color naranja, *Fatigue management by truck drivers in real life situations: Some suggestions to improve training* (Fournier et al., 2007) y *Fatigue in the workplace: causes and countermeasures* (Williamson & Friswell, 2013) que ambos cuentan con 9 intervenciones clasificadas como control administrativo. Al seguir revisando la matriz, se puede evidenciar que el artículo de

Fournier et al. (2007) enfoca sus intervenciones al humano y sobre el ambiente de trabajo, mientras que Williamson & Friswell (2013) las enfocan hacia la actividad y el diseño del trabajo.

Tabla 3. Cuantificación de la presentación de las variables por cada artículo

Artículo	Variables FRM						Jerarquía de controles						Sistema ergonómico				Enfoques ergonómicos							Total inter. por artículo			
	Formalidad		Responsable		Momento		Eliminación	Sustitución	Control de ingeniería	Control administrativo	EPP	Receptor	Humano	Objeto	Entorno	Actividad	Sistema macro				Sistema micro						
	Informal	Formal	Individual	Organizacional	Prevención	A prueba de fatiga											Diseño organizacional	Instalaciones	Diseño del trabajo	Educación	Ambiente	Puesto de trabajo	Diseño de la tarea		Equipos / productos	Herramientas	Trabajador
(Bérestégui et al., 2018)	16	18	22	12	11	23	-	1	1	21	-	11	14	4	8	15	4	2	6	3	8	2	8	1	3	15	34
(Steege & Dykstra, 2016)	7	16	8	15	15	8	-	2	3	16	-	2	9	3	6	11	6	5	4	1	4	2	5	2	1	3	23
(Reiner & Krupinski, 2012)	6	16	7	15	9	13	-	3	2	15	-	2	8	5	2	13	5	-	6	1	2	1	5	2	3	4	22
(Ross O. Phillips, 2016)	3	19	5	17	13	9	-	-	2	19	-	1	10	3	4	6	7	1	6	1	4	2	3	1	1	6	22
(Ross Owen Phillips et al., 2017)	4	16	5	15	12	8	2	-	4	13	-	1	10	4	2	6	5	1	4	1	1	2	3	3	-	7	20
(Fournier et al., 2007)	10	9	12	7	6	13	1	-	1	9	-	8	12	3	4	6	4	1	1	2	6	2	3	1	2	9	19
(Williamson & Friswell, 2013)	5	12	6	11	11	6	2	1	1	9	-	4	8	2	-	10	4	-	6	1	-	-	2	1	1	7	17
(Lerman et al., 2012)	3	13	6	10	8	8	-	-	3	11	1	1	5	3	3	8	4	1	4	1	3	1	1	1	2	4	16
(Lu et al., 2021)	6	9	8	7	7	8	-	-	5	6	1	3	2	5	1	10	-	1	3	-	1	2	6	2	3	3	15
(Lloyd & Campion, 2017)	9	4	9	4	7	6	1	2	2	5	-	4	10	1	3	1	-	1	-	1	3	-	-	-	-	10	13
(Anund et al., 2015)	5	8	4	9	10	3	-	-	2	7	1	3	4	5	2	5	2	2	5	1	1	2	-	-	2	4	13
(Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011)	2	10	1	11	5	7	-	-	5	6	-	1	4	5	2	6	2	1	2	1	1	2	3	1	-	1	12
(Nejati et al., 2016)	7	4	7	4	8	3	1	-	1	6	-	3	4	-	5	3	1	4	1	-	3	2	1	-	-	5	11

(Cason, 2012)	4	7	4	7	6	5	-	-	-	10	-	1	4	-	2	5	2	-	3	2	3	-	1	-	-	4	11
(Dawson et al., 2015)	3	8	6	5	1	10	-	-	1	9	-	2	6	1	1	5	2	-	3	1	3	-	2	-	1	5	11
(Wentzel & Brysiewicz, 2017)	8	3	7	4	6	5	-	1	1	6	-	4	8	-	2	2	2	-	-	2	3	-	1	-	-	8	11
(Wong et al., 2019)	3	8	4	7	6	5	1	-	2	6	-	2	5	3	2	2	2	1	2	2	1	2	2	-	1	2	11
(Gershon et al., 2009)	8	2	8	2	3	7	-	-	-	2	-	8	6	1	2	3	1	1	1	-	3	1	1	-	1	6	10
(Van Drongelen et al., 2013)	3	6	3	6	8	1	-	-	2	5	-	2	4	3	2	2	1	2	1	1	2	1	-	1	1	3	9
(Petrie et al., 2004)	5	3	6	2	4	4	-	-	1	4	-	4	6	1	1	3	1	-	1	-	2	-	1	-	-	7	8
(Eiter et al., 2014)	1	6	2	5	4	3	1	-	1	5	-	-	1	-	1	5	3	1	3	-	-	-	1	-	-	1	7
(P. Gander et al., 2011)	1	6	2	5	4	3	-	-	-	6	-	1	4	-	1	2	4	-	2	1	2	-	-	-	-	2	7
(Richter et al., 2016)	5	2	3	4	7	-	-	-	-	4	1	2	3	1	1	2	1	1	2	-	-	-	1	-	2	3	7
(Tucker, 2003)	4	3	6	1	-	7	-	-	1	5	-	2	5	1	-	4	-	-	1	-	1	1	3	-	-	3	7
(Calogiuri et al., 2016)	3	3	2	4	6	-	-	-	1	4	-	1	1	-	4	1	-	3	-	-	4	2	-	-	-	2	6
(Lee et al., 2019)	2	3	2	3	4	1	-	-	-	3	-	2	1	1	3	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	2	5
(de Guimarães et al., 2015)	1	4	1	4	2	3	1	-	2	2	-	-	1	2	1	2	-	1	-	-	-	1	3	2	-	-	5
(Allen et al., 2007)	3	2	3	2	1	4	-	-	1	2	-	2	3	-	1	2	1	-	1	-	1	-	1	-	-	3	5
(Patterson et al., 2018)	1	4	1	4	3	2	-	-	-	4	-	1	2	1	-	2	1	-	2	1	-	1	-	-	-	2	5
(Coleman Wood et al., 2018)	2	2	4	-	2	2	-	-	-	2	-	2	2	-	-	2	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2	4
(Ewertowski & Berlik, 2021)	1	3	1	3	3	1	-	-	-	4	-	-	2	1	-	2	1	-	1	-	-	1	-	-	-	3	4
(Bergouignan et al., 2016)	1	3	3	1	2	2	-	-	-	3	-	1	2	-	-	2	1	-	1	-	2	-	-	-	-	3	4
(Dode et al., 2016)	-	4	2	2	2	2	-	-	1	3	-	-	1	-	-	4	1	-	3	-	-	-	1	-	-	-	4

(Butler & Gillette, 2019)	-	3	-	3	2	1	-	-	1	2	-	-	-	1	-	2	-	-	1	2	1	-	-	3			
(Speed et al., 2018)	1	2	1	2	3	-	1	-	1	-	1	-	1	2	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	-	3	
(Ferguson & Major, 1974)	-	3	1	2	2	1	-	-	3	-	-	-	-	1	1	1	-	1	-	-	-	-	2	-	-	3	
(Guo et al., 2017)	-	3	-	3	2	1	-	-	1	2	-	-	1	-	1	1	-	1	1	1	-	-	-	-	-	3	
(Morrow et al., 2014)	-	3	-	3	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3	2	-	3	-	-	-	-	-	1	3	
(Garrick et al., 2014)	1	2	1	2	3	-	-	-	1	1	-	1	1	-	2	-	1	1	-	1	1	1	-	-	-	3	
(Asensio-Cuesta et al., 2019)	-	3	-	3	2	1	-	-	-	3	-	-	1	-	-	2	-	-	3	-	-	-	1	-	-	3	
(H. G. Santos et al., 2020)	1	1	1	1	2	-	-	-	-	-	-	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2	
(J. Santos et al., 2014)	-	2	-	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	
(Horrey et al., 2011)	-	2	-	2	1	1	-	-	-	2	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	2	
(Tepas, 1994)	-	2	-	2	2	-	-	-	-	2	-	-	-	1	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	2	
(Castillo-Martinez et al., 2018)	1	1	1	1	2	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	2	
(Brandt et al., 2018)	-	1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	
(Hondzinski et al., 2019)	-	1	-	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	-	1	
(Redeker et al., 2019)	-	1	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
(Helbostad et al., 2010)	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
(Kiley et al., 2018)	1	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
(Bravo-Herrera & Carazo-Vargas, 2019)	1	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	
<i>Total de intervenciones por variable</i>	149	265	178	236	224	190	11	10	57	252	5	85	176	69	72	165	74	35	88	29	65	37	67	25	26	144	414

Por medio de la búsqueda de artículos y la extracción de las intervenciones, se confirma el cumplimiento del primer objetivo específico. La clasificación y la tabla demuestran que entre la información recopilada se logró identificar casos formales e informales de medidas de intervención aplicadas en el lugar de trabajo para combatir la fatiga.

Se evidencia que en los estudios incluidos hay mejor distribución de la frecuencia de cada variable desde los enfoques ergonómicos que desde la jerarquía de controles, donde claramente se evidencia el pico generado por los controles administrativos. En el sistema ergonómico, las intervenciones hacia la actividad y al humano se llevan la mayoría. Los enfoques ergonómicos permiten un mejor desglose de las intervenciones, clasificándolas según el nivel del sistema de trabajo que es intervenido. El nivel de mayor intervención en el sistema macroergonómico es del diseño del trabajo, en el sistema microergonómico se evidencia un pico a nivel del trabajador.

La sumatoria de la cantidad de intervenciones de las variables FRM por ser dicotómicas y la sumatoria de las variables de la jerarquía de controles en todos los artículos corresponde al total de intervenciones por artículo ya que en estas clasificaciones la intervención solo se caracterizaba bajo una variable. Por lo contrario, para algunos artículos, la sumatoria de intervenciones bajo el sistema ergonómico y los enfoques ergonómicos superan el total de intervenciones por artículo por usar más de una variable para clasificarlas.

La clasificación de las intervenciones usando los distintos enfoques permite conocer más a fondo sobre el objeto de la acción que se está ejecutando dentro del lugar de trabajo. También permite conocer el nivel de control que se está ejerciendo sobre la fatiga como riesgo laboral.

La aplicación de la jerarquía de controles establecida en OHSAS 18001 permite identificar el tipo de control que se está implementando sobre el peligro. A las cinco

clasificaciones originales, se le agrega la clasificación de receptor, la cual hace referencia a la persona que es afectada por el peligro, y cómo asume y confronta su riesgo

El objetivo de clasificar según el sistema ergonómico es evidenciar las intervenciones desde las variables que la componen y que son alteradas o modificadas por su implementación. Permite ver cómo influye una sobre otra, sin embargo, al reconocer el humano como el componente más dinámico debido a la variabilidad antropológica, psicológica, mental y anímica de cada uno, resalta la importancia de ejercer mayor control sobre los otros componentes del sistema.

Los enfoques ergonómicos y sus componentes permiten un desglose de la organización en sus distintos niveles de complejidad en cuanto al sistema, desde el individuo hasta el diseño de la misma organización. Los 10 niveles conforman lo microergonómico, y lo macroergonómico. Por medio de esta clasificación, se puede entender si las intervenciones se dan más en el sistema microergonómico, sobre el cual el trabajador puede intervenir, o si da en el macroergonómico, sobre el cual tiene control la organización.

Al desglosar los componentes de una empresa u organización en sus niveles de complejidad, dejando claras las condiciones macroergonómicas y microergonómicas, se evidencia cuánto puede abarcar una intervención a partir del nivel en que se aplica. Fue necesario agregar a los componentes de los enfoques ergonómicos el nivel del trabajador, donde él mismo toma acción según los signos que presenta, para poder combatir la fatiga. A nivel del trabajador la intervención correcta en el momento adecuado reflejará los beneficios de la misma sobre la productividad del sistema organizacional.

273 de las 414 medidas de intervención identificadas tuvieron una única clasificación bajo los enfoques ergonómicos. Cerca del 35% del total de intervenciones se desarrollan a nivel

del trabajador, seguido del diseño de la tarea como la segunda variable con más intervenciones en el sistema microergonómico. Los equipos y productos y las herramientas tienen pocas intervenciones y son aplicados en menos del 35% de los artículos revisados.

Del sistema macroergonómico, el diseño del trabajo, seguido del diseño organizacional son objeto de la mayor cantidad de intervenciones. La educación es la variable más baja, con solo 5% del total entre los enfoques ergonómico, aunque se componga de la medida de intervención con mayor cantidad de intervenciones. Precisamente para ver cuánto influyen las distintas maneras de agrupar el contenido se elaboró la tabla 4, la cual expone cuantos artículos, medidas de intervención e intervenciones son clasificadas para cada una de las variables. En el caso de la educación, pasa de ser la más baja de los niveles de los enfoques ergonómicos según las medidas de intervención, a superar el nivel de equipos y el de herramientas al evaluarla según intervenciones. Esto significa que para esos otros dos niveles las medidas de intervención se componen de menor cantidad de intervenciones, es decir, son mencionados en menor cantidad de artículos y, por lo tanto, han sido menos registrados.

Nuevamente para las variables FRM y la jerarquía de controles, la sumatoria corresponde al total de medidas de intervención y cantidad de intervenciones. Esto no aplica visto desde la cantidad de artículos ya que para el 92% de los artículos revisados había más de una intervención expuesta, dando la posibilidad de que se den intervenciones con variables opuestas en un mismo artículo.

Tabla 4. Cuantificación del contenido según las variables de clasificación

	<i>Variable de clasificación</i>	<i>Cantidad de artículos n = 51</i>	<i>Medidas de intervención n = 147</i>	<i>Cantidad de intervenciones n = 414</i>	
<i>Variables FRM</i>	<i>Informal</i>	37 (73%)	58 (39%)	149 (36%)	
	<i>Formal</i>	<b>48 (94%)</b>	89 (61%)	265 (64%)	
	<i>Individual</i>	39 (76%)	64 (44%)	178 (43%)	
	<i>Organizacional</i>	<b>47 (92%)</b>	83 (56%)	236 (57%)	
	<i>Prevención</i>	47 (92%)	77 (52%)	224 (54%)	
	<i>A prueba de fatiga</i>	38 (75%)	70 (48%)	190 (46%)	
<i>Jerarquía de controles</i>	<i>Eliminación</i>	12 (24%)	6 (4%)	11 (3%)	
	<i>Sustitución</i>	7 (14%)	6 (4%)	10 (2%)	
	<i>Control de ingeniería</i>	27 (53%)	25 (17%)	51 (12%)	
	<i>Control administrativo</i>	<b>46 (90%)</b>	<b>78 (53%)</b>	<b>252 (61%)</b>	
	<i>EPP</i>	4 (8%)	2 (1%)	5 (1%)	
	<i>Receptor</i>	30 (59%)	30 (20%)	85 (21%)	
<i>Sistema ergonómico</i>	<i>Humano</i>	42 (82%)	58 (39%)	<b>178 (43%)</b>	
	<i>Objeto</i>	25 (49%)	32 (22%)	69 (17%)	
	<i>Entorno</i>	28 (55%)	24 (16%)	70 (17%)	
	<i>Actividad</i>	42 (82%)	<b>63 (43%)</b>	165 (40%)	
<i>Enfoques ergonómicos</i>	<i>Sistema macro</i>	<i>Diseño organizacional</i>	29 (57%)	20 (14%)	75 (18%)
		<i>Instalaciones</i>	20 (39%)	9 (6%)	33 (8%)
		<i>Diseño del trabajo</i>	35 (69%)	22 (15%)	<b>89 (21%)</b>
		<i>Educación</i>	24 (47%)	7 (5%)	29 (7%)
		<i>Ambiente</i>	23 (45%)	17 (12%)	63 (15%)
	<i>Sistema micro</i>	<i>Puesto de trabajo</i>	20 (39%)	9 (6%)	35 (8%)
		<i>Diseño de la tarea</i>	27 (53%)	<b>34 (23%)</b>	67 (16%)
		<i>Equipos</i>	16 (31%)	14 (10%)	25 (6%)
		<i>Herramientas</i>	12 (24%)	16 (11%)	26 (6%)
		<i>Trabajador</i>	36 (71%)	46 (31%)	144 (35%)

El uso de los distintos enfoques para clasificar las intervenciones permite desplegar la intervención en mayor detalle y ver la relación con otras variables. Permite determinar fortalezas y puntos álgidos para intervención dentro de un lugar de trabajo y también identificar herramientas o variables del sistema de trabajo que no se están tomando en cuenta para combatir la fatiga.

Se resalta que la variable incluida en mayor cantidad de artículos es la formal, la cual aparece en el 94% de los artículos. Es también la variable con mayor cantidad de medidas de intervención e intervenciones, reflejando que, en su mayoría, las intervenciones encontradas han sido aprobadas por la dirección y comunicadas a la organización. En cuanto a responsable de la ejecución de la intervención, la organización es responsable de mayor cantidad de intervenciones y aparece en 47 de los 51 artículos. Las variables correspondientes al momento de la intervención con respecto a la fatiga fueron las más similares en cuanto a medidas de intervención. Se muestra que, aunque se interviene antes y después de la aparición de la fatiga en el trabajador, el objetivo mencionado en mayor cantidad de artículos va enfocado a la prevención.

Con respecto a la jerarquía de controles, el 90% de los artículos implementaban algún control administrativo. Siendo que para este enfoque la sumatoria de todas las variables cumple con dar un 100% en medidas de intervención e intervenciones, se resalta que los controles administrativos se llevan el 53% de las medidas de intervención y 61% de las intervenciones, el resto es repartido entre las 5 variables restantes.

En el sistema ergonómico, resaltado en azul, se evidencia que la misma cantidad de artículos cuentan con una intervención que afecta al humano, a una que afecte la actividad. Cuando se entra a detallar las medidas de intervención, es mayor el porcentaje correspondiente a medidas enfocadas a modificar la actividad. Al analizar las intervenciones en sí, el mayor porcentaje son centradas en cambiar las condiciones del humano. Esto lo que significa es que se presentaba mayor repetición entre las estrategias de intervención sobre los humanos, haciendo que se agrupen en menor cantidad de intervenciones. Por el contrario, las intervenciones

enfocadas a la actividad eran más específicas a la población o proceso que se estudiaba y por lo tanto se presentaba una mayor cantidad de medidas de intervención.

Lo mismo sucede en los enfoques ergonómicos al evidenciar los cambios entre las intervenciones del diseño del trabajo y las del diseño de la tarea a través de las columnas. Son más específicas aquellas enfocadas al diseño de la tarea, y son mayor cantidad las enfocadas al diseño del trabajo. En el caso de este enfoque, el trabajador se lleva la mayoría tanto en artículos como en intervenciones y medidas de intervención.

Hasta aquí se presenta el resultado cuantitativo del trabajo de recopilación y clasificación de las variables. Refleja las tendencias a partir de una mayor participación de las intervenciones empleadas para combatir la fatiga en ciertas variables. Visto desde los enfoques, permite ver que la jerarquía de controles y el sistema ergonómico demuestran claramente las variables más intervenidas para la gestión de la fatiga, mientras que los enfoques ergonómicos permiten una mirada más detallada del foco de la intervención.

### **3.1 Generalidades de las Variables**

A continuación, se expone el resultado cualitativo del proceso de extracción y clasificación de las intervenciones a partir de la exposición de la manera como se presentaron las intervenciones según cada variable. Con esto, se pretende evidenciar las distintas formas en que se presenta cada variable para combatir la fatiga en el lugar de trabajo. Por ser cada intervención clasificada por mínimo 6 variables, 3 variables FRM, 1 de jerarquía de controles, 1 del sistema ergonómico y 1 de los enfoques ergonómicos, a menudo destacan estrategias similares entre las variables, sin embargo, se busca señalar estrategias frecuentadas para cada una.

#### ***3.1.1 Variables FRM***

**3.1.1.1 Intervenciones Informales – 149 Intervenciones.** Las intervenciones informales tienen que ver principalmente con ingesta de insumos naturales y artificiales para combatir la fatiga (Bérestégui et al., 2018; Gershon et al., 2009), estrategias de afrontamiento enfocadas a lo anímico, descanso y reposo (Steege & Dykstra, 2016), y autocontrol y autonomía del trabajador (Dode et al., 2016; Fournier et al., 2007; Steege & Dykstra, 2016; Tucker, 2003).

Para contrarrestar la fatiga se incentiva el consumo de comida y bebidas para recuperar energía. Un artículo sobre conductores no solo menciona el consumo del alimento, en este caso semillas de girasol, sino también la actividad de comer, en la cual los conductores deben ejecutar acciones de motricidad fina para poder comer, lo cual los mantiene concentrados y les previene dormirse (Gershon et al., 2009). Adicionalmente, en algunos artículos presentaban el consumo de melatonina, medicamentos y estimulantes tomados por el trabajador en su jornada, sin que estos sean aprobados dentro de la misma (Anund et al., 2015; Lloyd & Campion, 2017; Petrie et al., 2004; Williamson & Friswell, 2013).

**3.1.1.2 Intervenciones Formales – 265 Intervenciones.** Las intervenciones formales buscan establecer un lugar de trabajo óptimo para cumplir con las estrategias de la gerencia y estándares y regulaciones establecidas, y lograr un bienestar en los trabajadores. La medida de intervención con mayor cantidad de intervenciones es la enfocada en la educación y la preparación de los trabajadores (Anund et al., 2015; Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingess, 2011; Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Fournier et al., 2007; P. Gander et al., 2011; Lerman et al., 2012; Lloyd & Campion, 2017; Patterson et al., 2018; Ross Owen Phillips et al., 2017; Redeker et al., 2019; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016; Van Drongelen et al., 2013; Völker et al., 2016; Wentzel & Brysiewicz, 2017; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019). La capacitación permite establecer un programa que se difunde desde la

organización a los trabajadores relevantes con el fin de prepararlos, en este caso, para la gestión de la fatiga.

Los dispositivos de ayuda son formales por su inclusión dentro de los procesos y procedimientos de la organización (Brandt et al., 2018; Butler & Gillette, 2019; de Guimarães et al., 2015; Hondzinski et al., 2019; Lu et al., 2021; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017). Requieren, en algunos casos, la capacitación del trabajador para su uso, interpretación y análisis. La inclusión de estos dispositivos se puede complementar de pautas de mejores prácticas y paquetes guías (Allen et al., 2007; Anund et al., 2015; Butler & Gillette, 2019; Cason, 2012; Eiter et al., 2014; Morrow et al., 2014; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016).

**3.1.1.3 Intervenciones del Individuo – 178 Intervenciones.** Se presentan distintas maneras para que el trabajador combata su fatiga, como salir al aire libre (Nejati et al., 2016; Patterson et al., 2018), escuchar música (Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Wentzel & Brysiewicz, 2017), realizar actividades físicas (Bérestégui et al., 2018; Bergouignan et al., 2016; Calogiuri et al., 2016; Coleman Wood et al., 2018; Gershon et al., 2009; Lerman et al., 2012; Lu et al., 2021; Reiner & Krupinski, 2012; H. G. Santos et al., 2020), descansar (Eiter et al., 2014; Fournier et al., 2007; Lloyd & Campion, 2017; Ross Owen Phillips et al., 2017; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019), participar de actividades lúdicas y recreativas (Bravo-Herrera & Carazo-Vargas, 2019; Cason, 2012), llevar registro de eventos importantes (Reiner & Krupinski, 2012), socializar con otros (Bérestégui et al., 2018; Gershon et al., 2009; Wentzel & Brysiewicz, 2017) o tomarse un café (Anund et al., 2015; Bérestégui et al., 2018; Gershon et al., 2009; Patterson et al., 2018; Petrie et al., 2004; Van Drongelen et al., 2013; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019). Dependiendo de la

edad, la experiencia y las condiciones físicas del trabajador, la persona puede tomar pausas para ajustar su postura (Lee et al., 2019; Speed et al., 2018), ajustar el ritmo de trabajo (Tucker, 2003), hacer ejercicios de respiración (Cason, 2012; Reiner & Krupinski, 2012) o estirarse (Coleman Wood et al., 2018).

Con respecto al ánimo, existen estrategias propias del individuo, y estrategias que realiza el individuo con su entorno. Para que el trabajador supere o prevenga la fatiga se propone la negación de las emociones (Lloyd & Champion, 2017), la autorregulación (Allen et al., 2007; Bérastégui et al., 2018), ajustar el ritmo de trabajo, tener autocompasión (Lloyd & Champion, 2017; Wentzel & Brysiewicz, 2017), automotivación (Bérastégui et al., 2018), retraining mental (Lee et al., 2019), y desapego de la fuente de fatiga (Wentzel & Brysiewicz, 2017). Las estrategias que puede hacer el individuo con su entorno son ajustar las condiciones físicas y ambientales (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Nejati et al., 2016), colocar música o radio (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Reiner & Krupinski, 2012), hablar con otros y socializar, relevar o delegar con algún compañero (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016), participar de actividades lúdicas, artísticas o deportivas (Kiley et al., 2018; Lloyd & Champion, 2017; Wentzel & Brysiewicz, 2017), o salir a recibir aire fresco durante los descansos (Nejati et al., 2016).

De parte del trabajador es importante la detección de la fatiga propia y de otros (Bérastégui et al., 2018; Dawson et al., 2015; Fournier et al., 2007; P. Gander et al., 2011; Lerman et al., 2012; Nejati et al., 2016; Petrie et al., 2004; Ross O. Phillips, 2016; Reiner & Krupinski, 2012), la cual se desarrolla a través del trabajo en equipo, para poder reportar la fatiga y hacer los ajustes necesarios para cumplir con la función esperada. Al identificar la fatiga, el

siguiente paso es asumir acciones para la autorregulación del trabajador y el afrontamiento de la fatiga.

**3.1.1.4 Intervenciones de la Organización – 236 Intervenciones.** La organización está encargada de preparar al trabajador desde la educación, capacitación (Anund et al., 2015; Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Bérastégui et al., 2018; Cason, 2012; Fournier et al., 2007; P. Gander et al., 2011; Lerman et al., 2012; Lloyd & Campion, 2017; Patterson et al., 2018; Ross Owen Phillips et al., 2017; Redeker et al., 2019; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016; Van Drongelen et al., 2013; Völker et al., 2016; Wentzel & Brysiewicz, 2017; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019) y explicación del rol para interactuar con los elementos del sistema y hacerlo de manera segura (Cason, 2012; Reiner & Krupinski, 2012).

Debe también cumplir con las regulaciones y normas propuestas para el sector en el que trabaja (Allen et al., 2007; Cason, 2012; Ewertowski & Berlik, 2021; Morrow et al., 2014; H. G. Santos et al., 2020). Para esto, ajusta el perfil del trabajador a través de capacitaciones para cumplir con lo establecido, prepara el lugar de trabajo por medio de la inclusión de tecnología (Anund et al., 2015; Reiner & Krupinski, 2012; Williamson & Friswell, 2013) y espacios de trabajo adecuados (Garrick et al., 2014; Lu et al., 2021; Steege & Dykstra, 2016), y establece los tiempos, el ritmo (Lu et al., 2021; J. Santos et al., 2014) y los procedimientos de la actividad laboral.

La organización establece las jornadas (Tepas, 1994), los turnos, las horas permisibles, y la flexibilidad de los horarios, además de la distribución y los tiempos para los descansos. Ante los descansos, no solo deben establecer su duración (Wong et al., 2019), también influyen en las actividades que se pueden realizar durante este tiempo según las instalaciones y actividades que le ofrecen al trabajador (Garrick et al., 2014; Lee et al., 2019). Algunas organizaciones ofrecen

lugares de esparcimiento internos a la organización (Lee et al., 2019; Steege & Dykstra, 2016), otros espacio al aire libre, unos realizan actividades físicas durante el descanso (Bérestégui et al., 2018; Bergouignan et al., 2016; Calogiuri et al., 2016; Cason, 2012; Lerman et al., 2012; Van Drongelen et al., 2013), otros actividades para socializar (Wentzel & Brysiewicz, 2017), meditar (Nejati et al., 2016) o realizar obras artísticas (Cason, 2012; Wentzel & Brysiewicz, 2017).

La organización es también responsable de establecer los canales de comunicación y el trabajo en equipo (Bérestégui et al., 2018) necesario para que tareas puedan ser relevadas, delegadas (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016), o reportadas (Bérestégui et al., 2018; Dawson et al., 2015; Fournier et al., 2007; P. Gander et al., 2011; Lerman et al., 2012; Nejati et al., 2016; Petrie et al., 2004; Ross O. Phillips, 2016; Reiner & Krupinski, 2012).

**3.1.1.5 Intervenciones para Prevenir la Fatiga – 224 Intervenciones.** El descanso, la cultura de breaks y la organización del tiempo de descanso dentro del diseño del trabajo es tema de 46 intervenciones. Otra medida de intervención importante para prevenir, con 11 artículos, es la relacionada con el ambiente físico de trabajo y las condiciones ambientales del lugar (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingess, 2011; Calogiuri et al., 2016; Ferguson & Major, 1974; Lerman et al., 2012; Lloyd & Campion, 2017; Nejati et al., 2016; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017; Steege & Dykstra, 2016; Völker et al., 2016; Wong et al., 2019).

Previo a sus procesos, la organización debe contemplar tener en sus instalaciones acceso a luz del día y aire fresco a través de ventanas (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Nejati et al., 2016) o espacios donde el trabajador puede acceder. A demás de estos factores ambientales, otros como la humedad, el ruido, la temperatura, la luminosidad y el mismo color utilizado dentro de las instalaciones (Ferguson & Major, 1974) deben estar controlados para

brindar condiciones que prevengan la fatiga. Estos factores variarán en la aplicación según las tareas a realizar y el lugar de trabajo.

Es también importante el ambiente de trabajo que se genera en la organización, y la construcción de relaciones sólidas. Las interacciones sociales dentro del trabajo son una medida de intervención importante para poder afrontar la fatiga en el trabajo (Bérestégui et al., 2018; Dawson et al., 2015; Djukic et al., 2010; Lloyd & Campion, 2017; Petrie et al., 2004; Wentzel & Brysiewicz, 2017).

Un actor con gran influencia sobre la prevención de la fatiga son los entes reguladores (Ross Owen Phillips et al., 2017), quienes establecen a través de leyes y normas los estándares que se deben cumplir para no exceder el tiempo de trabajo ni exponer al trabajador a factores de exposición que superen los límites permisibles (Dorrian et al., 2011).

Para la prevención de la fatiga se debe asignar un buen uso a las herramientas, los espacios, los procesos, tiempo para el trabajo y la tecnología empleada para brindarle bienestar al trabajador y cumplir con estándares.

### **3.1.1.6 Intervenciones para un Lugar de Trabajo a Prueba de Fatiga – 190**

**Intervenciones.** El 46% de las intervenciones buscaban brindar un lugar de trabajo a prueba de la fatiga, es decir, ofrecer condiciones que permitan que un trabajador que presenta fatiga logre ejecutar sus tareas. Para lograr un trabajo a prueba de fatiga, por lo general se requiere ofrecer distintas maneras de ejecutar las funciones, haciendo referencia a las posturas, las herramientas a utilizar, la implementación de tecnología y el orden de las tareas.

Lo más importante con respecto a un trabajo a prueba de la fatiga, es prevenir errores, los cuales pueden referirse a fallas en la productividad de la organización o la exposición del trabajador a accidentes laborales.

La ingesta de cafeína o bebidas energéticas es mencionada en 8 artículos (Anund et al., 2015; Bérastégui et al., 2018; Gershon et al., 2009; Patterson et al., 2018; Petrie et al., 2004; Van Drongelen et al., 2013; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019) por su capacidad de aliviar temporalmente la fatiga y ser un inhibidor de sueño. Esto se complementa del monitoreo, el cual es mencionado en 12 artículos (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011; Barger et al., 2018; Bérastégui et al., 2018; Djukic et al., 2010; Ewertowski & Berlik, 2021; Lerman et al., 2012; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017; Reiner & Krupinski, 2012; Wong et al., 2019), para reconocer los signos de la fatiga y efectuar alertas o cambios correspondientes para continuar con la labor.

Los dispositivos de ayuda son implementados en 7 artículos (Brandt et al., 2018; Butler & Gillette, 2019; de Guimarães et al., 2015; Hondzinski et al., 2019; Lu et al., 2021; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017) e indican el uso de software y elementos físicos para aligerar la carga laboral. En el sector salud se usan softwares que permiten acciones como la extracción automática de la historia clínica o inclusive la toma automática de signos vitales, esto se implementa con el fin de evitar errores de parte del personal y agilizar los procesos.

### ***3.1.2 Jerarquía de Controles***

#### **3.1.2.1 Intervenciones para la Eliminación del Riesgo de Fatiga – 11 Intervenciones.**

La eliminación en las intervenciones se aplica como un corte de raíz sobre la jornada o la operación. Se presenta por medio del trabajador al ausentarse del trabajo para no exponerse a factores de riesgo (Nejati et al., 2016), a través de la remoción del operador de sus funciones (Ross Owen Phillips et al., 2017), el reposo (Eiter et al., 2014; Fournier et al., 2007; Lloyd & Champion, 2017; Ross Owen Phillips et al., 2017; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al.,

2019), eliminación del turno nocturno (Williamson & Friswell, 2013), y la reducción del tiempo de pie durante la actividad (Speed et al., 2018).

### **3.1.2.2 Intervenciones para la Sustitución del Riesgo de Fatiga – 10 Intervenciones.**

La sustitución se presenta en un 90% para establecer condiciones de trabajo a prueba de fatiga como control de las emociones y automatización. El uso de herramientas tecnológicas (Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016; Williamson & Friswell, 2013) y oportunas para aligerar cargas y evitar errores. Se evidencia la sustitución especialmente en el sector salud para la extracción automática de historias clínicas, formatos con autorelleno, y diagnósticos preliminares (Reiner & Krupinski, 2012).

En cuanto a las emociones, la sustitución se usa especialmente para la fatiga de compasión y la fatiga emocional, combatiéndola con la satisfacción por la compasión (Lloyd & Campion, 2017; Wentzel & Brysiewicz, 2017) y la automotivación (Bérestégui et al., 2018), o, por lo contrario, la negación y el aislamiento de las emociones (Lloyd & Campion, 2017).

### **3.1.2.3 Intervención para Combatir el Riesgo de Fatiga con Control de Ingeniería – 51 Intervenciones.**

Los controles de ingeniería son utilizados para incluir herramientas y tecnología dentro de los procesos y ajustar el entorno, especialmente en cuanto a las condiciones ambientales.

La inclusión dentro de las instalaciones de ventanas y accesos para luz natural y aire fresco, al igual que los ajustes a las dimensiones del puesto de trabajo y las instalaciones, como las áreas de descanso, o inclusive el parqueadero, aportan a la reducción de factores causantes de fatiga. En estos espacios se propone llevar control y medición de la iluminación y el ruido para mejorar el ambiente de trabajo y, en caso de ser necesario, ajustar las fuentes emisoras, como las pantallas, los monitores, las lámparas, y los contrastes de los mismos.

Los dispositivos de ayuda, físicos y cognitivos (Brandt et al., 2018; Butler & Gillette, 2019; de Guimarães et al., 2015; Hondzinski et al., 2019; Lu et al., 2021; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017), aumentan la capacidad de los trabajadores. Según las funciones, se puede incluir dentro de los procesos exoesqueletos, elevadores (Steege & Dykstra, 2016), u otros dispositivos de asistencia como equipos de detección y alarma, apagados o bloqueos automáticos (Ross Owen Phillips et al., 2017), controles electrónicos para estabilidad durante la conducción (Williamson & Friswell, 2013), diseño de equipos para el sistema de producción, y controles automatizados para intervenir sobre las condiciones ambientales en tiempo real (Castillo-Martinez et al., 2018).

El uso de un exoesqueleto pasivo debe equilibrarse con la antropometría del usuario, así como con las tareas del trabajo, las herramientas utilizadas y las piezas manipuladas. Se debe complementar el uso de esta herramienta con capacitación sobre el cuidado y las limitaciones de la tecnología. También se debe garantizar que las partes materiales y componentes del exoesqueleto que entran en contacto con el cuerpo estén hechas de material transpirable y fresco para la comodidad y la aceptación por parte del trabajador (Butler & Gillette, 2019).

Otras herramientas más comunes son el uso de tapetes antifatiga, escritorios sit-stand, y rediseño de herramientas por parte de la organización, o de manera más informal, adaptadas por el trabajador.

**3.1.2.4 Intervención para Combatir el Riesgo de Fatiga con Control Administrativo**  
– **252 Intervenciones.** De las intervenciones identificadas como controles administrativos, el 49% son dirigidos a la actividad laboral. Estas intervenciones se enfocan en su mayoría en los tiempos de la jornada y los tiempos para descanso (Dawson et al., 2015; Wong et al., 2019), tanto dentro como fuera de las instalaciones. Para esto, deben tener en cuenta las reglas y normas

establecidos con respecto a la máxima cantidad de horas semanales, o máxima cantidad de exposición a esfuerzos (Bérestégui et al., 2018; Lerman et al., 2012).

Seguido de esto, se interviene en la preparación del personal para el puesto de trabajo, lo cual implica comunicar los procesos internos, capacitar a los trabajadores con la formación correspondiente, y establecer el ambiente de trabajo propicio para que se pueden reportar los signos de fatiga y dar retroalimentación a los trabajadores.

A nivel de control administrativo se lleva el registro y análisis de indicadores que permiten tomar decisiones con respecto a los procesos operativos a partir de los resultados de fatiga y productividad analizados y monitoreados (Cason, 2012; Reiner & Krupinski, 2012).

#### **3.1.2.5 Intervención para Combatir el Riesgo de Fatiga con EPP – 5 Intervenciones.**

Únicamente se encontraron artículos con intervenciones relacionadas con elementos de protección personal (EPP) (Anund et al., 2015; Lerman et al., 2012; Lu et al., 2021; Richter et al., 2016; Speed et al., 2018). Los artículos analizados contemplan muchas fatigas, y EPP solo la utilizan para fatiga física por medio de la inclusión de plantillas genéricas o personalizadas e insertos de zapatos, y para fatiga visual, gafas para bloquear la luz azul y para la sobreexposición lumínica.

#### **3.1.2.6 Intervención para Combatir el Riesgo de Fatiga con el Receptor – 85**

**Intervenciones.** El individuo como receptor se encarga de realizar cambios en su estado anímico, mental y físico para cumplir con sus responsabilidades.

Las estrategias más utilizadas entre las intervenciones están relacionadas con la ingesta de comida y bebidas para recuperar energía, el afrontamiento de la fatiga a través de la colocación de música, socialización con otros, salidas al aire libre (Nejati et al., 2016; Patterson et al., 2018), lavarse la cara (Bérestégui et al., 2018), ejercicios de estiramiento, movilidad, o

respiración, y estrategias para la planeación de su jornada, donde tiene en cuenta los tiempos de trabajo y de descanso, el ritmo de trabajo, el grupo de trabajo en el caso de delegar o pedir ayuda, el puesto de trabajo, del cual se apropia para aumentar su comodidad ajustando sus condiciones físicas o ambientales.

### **3.1.3 Sistema Ergonómico**

**3.1.3.1 Intervenciones Sobre el Humano del Sistema donde se Presenta la Fatiga – 178 Intervenciones.** El humano debe cumplir con las condiciones adecuadas para el trabajo, teniendo en cuenta su preparación y formación, y debe estar apto para el mismo (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Horrey et al., 2011; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017; Wong et al., 2019). Está encargado de sus procesos internos, su mentalidad, su estado anímico, su estado de salud y los cambios corporales y mentales para tener bienestar. Es responsable de interactuar con los objetos y las personas de su entorno, comunicando y reportando cuando hay signos de fatiga.

Debe responder a los tiempos y el ritmo de trabajo establecido en la organización y, según su grado de autonomía (Dode et al., 2016), organizar sus tareas de su jornada para cumplir con sus responsabilidades (Asensio-Cuesta et al., 2019; Bérastégui et al., 2018; Cason, 2012; Dawson et al., 2015; Lerman et al., 2012; Lu et al., 2021; J. Santos et al., 2014; Steege & Dykstra, 2016; Völker et al., 2016; Williamson & Friswell, 2013). En caso de identificar en sí mismo signos de fatiga, el trabajador es el encargado de solicitar ayuda o apoyo de sus compañeros para poder delegar algunas tareas. Puede también intervenir sobre su motivación y estado de alerta, los cuales son opuestos a la fatiga (Lerman et al., 2012).

**3.1.3.2 Intervenciones Sobre el Objeto del Sistema donde se Presenta la Fatiga – 69 Intervenciones.** Los objetos utilizados en las intervenciones tienen la función de ser

estimulantes para las personas a través de lo que ingiere, o dispositivos de ayuda para realizar las tareas, que ayudan a automatizar procesos o a monitorear y vigilar el bienestar de los trabajadores y la productividad de la empresa (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Wong et al., 2019).

Algunas intervenciones requieren rediseño o modificaciones a herramientas y lugares de trabajo, mientras otras hacen referencia a la inclusión de herramientas físicas o tecnológicas (Ross Owen Phillips et al., 2017) a los procesos. Las físicas incluyen exoesqueletos, plantillas, tapetes antifatiga, escritorios sit-stand. Las tecnológicas se usan principalmente para automatizar (de Guimarães et al., 2015).

**3.1.3.3 Intervenciones Sobre el Entorno del Sistema donde se Presenta la Fatiga – 70**  
**Intervenciones.** Las intervenciones relacionadas con los factores físicos del entorno se centran en las instalaciones, y los espacios, la distribución (Steege & Dykstra, 2016) y las condiciones de las mismas, y a menudo requieren accesos a luz y ventilación natural, en otros usan equipos de monitoreo para regular las condiciones y de esa manera brindar confort y evitar fatiga.

El aspecto social del entorno hace referencia al trabajo en equipo, al clima organizacional, y las interacciones que se pueden dar dentro de las instalaciones o dentro de la jornada.

En el aspecto organizacional se interviene para combatir la fatiga de los trabajadores a partir de incentivos y beneficios (P. Gander et al., 2011; Ross O. Phillips, 2016) para la realización de sus labores y para su vida en general, en temas como el cuidado de niños y mayores, aptitud financiera, la planificación patrimonial y la planificación de la jubilación, además de los recursos de salud mental (Garrick et al., 2014; Lee et al., 2019).

### **3.1.3.4 Intervenciones Sobre la Actividad del Sistema donde se Presenta la Fatiga –**

**165 Intervenciones.** La actividad se desarrolla cuando los tres componentes anteriores interactúan entre sí, sin embargo, la actividad misma puede ser intervenida en relación a sus tiempos de desarrollo (Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Lerman et al., 2012; Lu et al., 2021; Steege & Dykstra, 2016), el orden de las actividades, las exigencias físicas que le coloca al trabajador, y la flexibilidad y autonomía que se tiene para realizar lo establecido (Völker et al., 2016).

### **3.1.4 Enfoques Ergonómicos**

#### **3.1.4.1 Intervenciones para Combatir la Fatiga desde el Sistema Macroergonómico –**

**291 Intervenciones.** Las intervenciones a nivel macroergonómico establecen los turnos y las tareas que se deben realizar, y si estas pueden ser ordenadas según el trabajador o si son fijas, según el grado de autonomía que le ofrece la organización al trabajador. Pueden establecer descansos programados, por ejemplo, de 15 minutos, 45 minutos y 10 minutos al final del primer, segundo y tercer período de trabajo de dos horas, respectivamente, para revertir los aumentos de riesgo tanto en los turnos de día como de noche (Williamson & Friswell, 2013), o pueden ofrecer autonomía para los descansos, para que el trabajador los tome cuando los necesite.

Se contempla también en la macroergonomía el entorno físico, a partir del componente de las instalaciones, y el entorno social, expresado principalmente en el componente ambiente. La gestión de la fatiga se da de manera opuesta en estos dos componentes. En las instalaciones se busca la expansión, espacios más grandes y amplios, mientras que en el ambiente laboral se busca la cercanía, la creación de grupos de apoyo (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016), la construcción de equipos de trabajo con

claridad de los roles para que sepan qué se puede o no delegar (Bérestégui et al., 2018), y oportunidad de retroalimentación de parte de los compañeros (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Cason, 2012; Eiter et al., 2014; P. Gander et al., 2011; Ross Owen Phillips et al., 2017).

**3.1.4.2 Intervenciones para Combatir la Fatiga desde el Sistema Microergonómico – 299 Intervenciones.** A nivel de la microergonomía se evidencia la relación del trabajador con los elementos y el espacio de su puesto de trabajo. Sobre el puesto de trabajo se puede intervenir en la reorganización de los elementos del sistema. Según la autonomía del trabajador puede intervenir sobre el diseño de la tarea, cambiando el orden de realizar las actividades o la forma de hacerlo.

Los equipos y las herramientas son modificadas para mayor compatibilidad con la antropometría del trabajador y la agudeza de sus sentidos (de Guimarães et al., 2015; Fournier et al., 2007; H. G. Santos et al., 2020). Las interfaces son importantes en cuanto a su legibilidad, su ubicación y su contenido, para que la interacción del trabajador con esta sea más ágil (Castillo-Martinez et al., 2018; Ferguson & Major, 1974).

Como último eslabón en el enfoque microergonómico, está el trabajador. Influyen sobre él su ánimo y sus emociones, haciendo que su manera de ejecutar las tareas se vea afectada y sea modificada, por lo tanto, debe intervenir sobre su estado anímico, físico (Coleman Wood et al., 2018) y mental para combatir la fatiga y realizar sus labores. Para esto puede recurrir a ingerir bebidas o comida para recuperar energía, o hacer ejercicios de respiración o estiramientos para liberar un poco la fatiga que experimenta.

### ***3.1.5 Conclusión generalidades***

Las generalidades de las variables permiten, además de conocer intervenciones que eran agrupadas por la similitud de su enfoque, conocer el rol de cada variable frente a la gestión de la fatiga. Con este resultado se da cumplimiento al objetivo propuesto para el estudio de clasificar las medidas de intervención según variables asociadas a la gestión en el lugar de trabajo. Se pudo evidenciar que entre algunas variables se presentan abordajes similares para confrontar la fatiga, por ejemplo, las variables FRM y los tres enfoques, cada uno tiene alguna variable cercana a la persona afectada por la fatiga, llámese este individuo, receptor, humano o trabajador. Cada intervención era evaluada contra la definición de cada variable, por esto, aunque pueden existir similitudes en los resultados, no necesariamente debe corresponder en un 100%. Se entra más en detalle sobre la relación entre estas y otras variables similares en la tabla 5.

### **3.2 Cruce de Variables**

Como cada intervención es clasificada bajo los cuatro enfoques, variables FRM, jerarquía de controles, sistema ergonómico y enfoques ergonómicos, se elaboró la tabla 5 con el fin de evidenciar los cruces que se presentaban entre las variables al caracterizar las intervenciones y las combinaciones frecuentes. Al cruzar las variables, se logra una vista más en detalle de cada intervención y sobre la manera en que se ejecuta. El análisis se puede dar contrastando la cuantificación del cruce de dos variables específicas con respecto al total de intervenciones, 414, a partir del número en la casilla, o se puede contrastar con el total de intervenciones de cada variable, evidenciado en la primera fila numérica de la columna revisada, y representado en el porcentaje. Por ejemplo, ubicándose sobre las columnas en los enfoques ergonómicos y luego del sistema macroergonómico en las instalaciones, se encuentra en verde que 32 intervenciones de esta variable son ejecutadas al momento de buscar la prevención de la fatiga. Este tipo de cruce (instalaciones + prevención) se da en el 97% de las intervenciones sobre la instalación.

Tabla 5. Cruce entre la totalidad de las variables para la clasificación de las intervenciones

		Variables FRM						Jerarquía de controles						Sistema ergonómico				Enfoques ergonómicos									
		Formalidad		Responsable		Momento												Sistema Macroergonómico			Sistema Microergonómico						
		Informal	Formal	Individual	Organizacional	Prevención	A prueba de fatiga	Eliminación	Sustitución	Control de ingeniería	Control administrativo	EPP	Receptor	Humano	Objeto	Entorno	Actividad	Diseño organizacional	Instalaciones	Diseño del trabajo	Educación	Ambiente	Puesto de trabajo	Diseño de la tarea	Equipos	Herramientas	Trabajador
Total intervenciones		149	265	178	236	224	190	11	10	57	252	5	85	176	69	72	165	74	35	88	29	65	37	67	25	26	144
Formalidad	Informal	•	-	134	15	76	73	8	4	3	45	5	84	115	15	21	31	8	10	2	1	22	4	20	1	9	107
	Formal	-	•	44	221	148	117	3	6	48	207	-	1	63	54	49	134	67	23	87	28	41	31	47	24	17	37
Responsable	Individual	134	44	•	-	66	112	8	4	5	75	2	84	126	13	15	69	13	7	23	-	23	1	31	3	8	113
	Organizacional	15	221	-	•	158	78	3	6	46	177	3	1	52	56	55	96	62	26	66	29	40	34	36	22	18	31
Momento	Prevención	76	148	66	158	•	-	9	1	28	147	5	34	98	26	43	73	54	32	54	28	23	13	18	8	10	72
	A prueba de fatiga	73	117	112	78	-	•	2	9	23	105	-	51	80	43	27	92	21	1	35	1	40	22	49	17	16	72
Eliminación		8	3	8	3	9	2	•	-	-	-	-	-	10	-	-	3	-	-	1	-	-	-	2	-	-	8
Sustitución		4	6	4	6	1	9	-	•	-	-	-	-	4	6	-	6	-	-	-	-	-	-	2	4	2	4
Control de ingeniería		3	48	5	46	28	23	-	-	•	-	-	-	4	28	17	14	2	16	7	-	3	13	10	18	8	2
Control administrativo		45	207	75	177	147	105	-	-	-	•	-	-	86	20	48	125	69	17	81	29	52	20	40	1	8	59
EPP		5	-	2	3	5	-	-	-	-	-	•	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
Receptor		84	1	84	1	34	51	-	-	-	-	-	-	74	10	5	17	4	-	-	-	8	2	13	2	3	71
Humano		115	63	126	52	98	80	10	4	4	86	-	74	•	7	-	39	26	-	6	21	16	1	31	3	-	118
Objeto		15	54	13	56	26	43	-	6	28	20	5	10	7	•	1	16	2	-	10	-	-	24	13	23	21	6
Entorno		21	49	15	55	43	27	-	-	17	48	-	5	-	1	•	5	18	33	2	7	40	12	5	2	-	6
Actividad		31	134	69	96	73	92	3	6	14	125	-	17	39	16	5	•	38	-	78	1	20	-	51	7	12	40

<b>Diseño organizacional</b>	8	67	13	62	54	21	-	-	2	69	-	4	26	2	18	38	.	-	25	6	23	-	3	2	-	11
	5%	25%	7%	26%	24%	11%			4%	27%		5%	15%	3%	26%	23%			28%	21%	37%		4%	8%		8%
<b>Instalaciones</b>	10	23	7	26	32	1	-	-	16	17	-	-	-	-	33	-	-	.	-	-	11	11	-	-	-	-
	7%	9%	4%	11%	14%	1%			31%	7%			47%						17%	31%						
<b>Diseño del trabajo</b>	2	87	23	66	54	35	1	-	7	81	-	-	6	10	2	78	25	-	-	-	-	-	5	-	9	10
	1%	33%	13%	28%	24%	18%	9%		14%	32%					33%						7%		35%	7%		
<b>Educación</b>	1	28	-	29	28	1	-	-	-	29	-	-	21	-	7	1	6	-	-	-	4	-	1	-	-	-
	1%	11%	0%	12%	13%	1%				12%	12%		10%	1%	8%				6%		1%			0%		
<b>Ambiente</b>	22	41	23	40	23	40	-	-	3	52	-	8	16	-	40	20	23	11	-	4	.	11	3	-	-	24
	15%	15%	13%	17%	10%	21%			6%	21%		9%	9%		57%	12%	31%	33%		14%		31%	4%			17%
<b>Puesto de trabajo</b>	4	31	1	34	13	22	-	-	13	20	-	2	1	24	12	-	-	11	-	-	11	.	7	9	-	-
	3%	12%	1%	14%	6%	12%				25%	8%	2%	1%	35%	17%			33%		17%		10%	36%			
<b>Diseño de la tarea</b>	20	47	31	36	18	49	2	2	10	40	-	13	31	13	5	51	3	-	5	1	3	7	.	8	4	14
	13%	18%	17%	15%	8%	26%	18%	20%	20%	16%		15%	17%	19%	7%	31%	4%		6%	3%	5%	20%		32%	15%	10%
<b>Equipos</b>	1	24	3	22	8	17	-	4	18	1	-	2	3	23	2	7	2	-	-	-	-	9	8	.	1	-
	1%	9%	2%	9%	4%	9%		40%	35%			2%	2%	33%	3%	4%	3%					26%	12%		4%	
<b>Herramientas</b>	9	17	8	18	10	16	-	2	8	8	5	3	-	21	-	12	-	-	9	-	-	-	4	1		1
	6%	6%	4%	8%	4%	8%		20%	16%	3%	100%	4%		30%		7%			10%				6%	4%		1%
<b>Trabajador</b>	107	37	113	31	72	72	8	4	2	59	-	71	118	6	6	40	11	-	10	-	24	-	14	-	1	.
	72%	14%	63%	13%	32%	38%	73%	40%	4%	23%		84%	66%	9%	9%	24%	15%		11%		38%	21%		4%		

1

*Nota.* Se puede interpretar el contenido de la siguiente manera:

Las intervenciones (nombre variable columna) son en x casos, o x% de casos, por medio de estrategias (nombre variable fila).

<sup>1</sup> La tabla 5 demuestra la cantidad de intervenciones que son clasificadas bajo la variable de la columna, con la variable de la fila. Se debe analizar a través de las columnas, comparando el valor de la casilla con el valor correspondiente al total de intervenciones de esa variable para valorar su significancia.

Hay dos variables combinadas que en los artículos revisados se presentan siempre juntas. Siempre que una intervención se da por medio de un EPP, clasificado en la jerarquía de controles, es clasificado bajo el sistema ergonómico como un objeto, y bajo los enfoques ergonómicos como una herramienta parte del sistema microergonómico. Después de esta, la casilla con mayor correspondencia entre variables indica que 87 de 88 intervenciones sobre el diseño del trabajo son formales.

Las variables FRM son las que tienen mayor cantidad de intervenciones compartidas con las otras variables ya que entre las dos variables se cumple la totalidad de intervenciones, es decir, para cada categoría, el 100% de la respectiva columna se divide únicamente entre dos filas. Los cambios que se dan en las intervenciones informales se usan tanto en prevención como ajuste del lugar de trabajo a prueba de fatiga y se dan principalmente interviniendo sobre el aspecto psicosocial, mental, anímico y relacional del trabajador, por esto el cruce con división más pareja son las intervenciones informales con respecto al momento de intervenir. Por lo contrario, una de las divisiones más disparejas corresponde al EPP, tanto con las variables de formalidad como con las de momento.

Las estrategias son informales en cuanto no se establezcan o divulguen dentro de la organización, por lo tanto, en un 90% de las intervenciones el principal responsable es el individuo quien a partir de estrategias de confrontamiento ajusta su estado o su entorno para cumplir con su trabajo. Por su parte, la organización interviene, en 94% de las intervenciones, por medio de estrategias formales que se divulgan y registran. Emplea controles administrativos en 177 de las 236 intervenciones de las que está a cargo. Abarcan las variables del sistema ergonómico de manera similar, con intervenciones sobre la actividad como pico, lo que hace referencia a procesos, y como lo demuestran los enfoques ergonómicos, enfocados al diseño del

trabajo y al diseño organizacional del sistema macroergonómico. Este entorno físico y organizacional da las bases para que la organización establezca la formación que deben recibir sus empleados.

De acuerdo con los artículos revisados, con respecto al momento de la intervención, ambas variables, prevención y a prueba de fatiga cuentan con mayor cantidad de intervenciones formales que informales. En las intervenciones preventivas prevalecen con 71% aquellas que son ejecutadas por la organización, y en las intervenciones a prueba de fatiga el responsable es el individuo en 112 de las 190 intervenciones de esta variable.

9 intervenciones de eliminación son para prevenir, mientras otras 9 de las 11 enfocadas a la sustitución son para lograr un lugar de trabajo a prueba de fatiga. La escasez de intervenciones en los niveles de eliminación y sustitución refleja que este tipo de controles son más dirigidos al sistema microergonómico, sugiriendo que este tipo de control es muy específico a la tarea que ejecuta el trabajador y no se maneja frecuentemente desde el sistema macroergonómico.

Después de las intervenciones formales, las de control administrativo, aplicadas en 252 de las 414 intervenciones, componen la segunda variable más identificada. Para controles de ingeniería y controles administrativos, priman las intervenciones formales realizados por la organización. Únicamente se identifican 5 intervenciones donde se emplee EPP, y estas son informales, usadas para prevenir el desarrollo de la fatiga. El 99% de las intervenciones a nivel del receptor del riesgo son informales realizadas por el individuo.

346 de las 414 intervenciones identificadas tuvieron una única clasificación según el sistema ergonómico. Las combinaciones que más se presentaron fueron enfocadas al humano y la actividad o al objeto del sistema y la actividad.

Con respecto al sistema ergonómico, 71% de las intervenciones enfocadas al humano son ejecutadas por el individuo y 134 de las 165 intervenciones sobre la actividad son formales. La organización está más a cargo sobre afectaciones a los objetos (81%), el entorno (79%) o la actividad (58%). Se busca prevenir mayormente a través del humano y el entorno y ajustar el lugar de trabajo para estar a prueba de la fatiga por medio de los objetos y la actividad.

En el caso de las intervenciones enfocadas en el entorno, estas se dan más sobre el sistema macroergonómico que el microergonómico. Al detallarlo se identifica que se da en mayor medida sobre el ambiente que las instalaciones, lo que refleja que las intervenciones sobre el entorno se refieren más al entorno sociocultural y organizacional que al entorno físico.

Los resultados evidenciados en el cruce de los enfoques ergonómicos comprueban el planteamiento del sistema micro y macroergonómico, en el cual la organización tiene el principal control sobre todos los niveles excepto el nivel del trabajador. En el sistema macroergonómico prima la formalidad, incluso clasificando de esta manera el 99% de las intervenciones sobre el diseño del trabajo. En su totalidad, las intervenciones en la educación son ejecutadas por la organización, principalmente con fines preventivos. Un resultado similar, 97%, tienen las intervenciones en las instalaciones que buscan prevenir la fatiga. El 78% de las intervenciones en el trabajador están a cargo del individuo, el 74% son informales, y en igual cantidad se busca prevenir y ajustar a prueba de fatiga. Los equipos o productos del lugar de trabajo son en un 96% intervenidos de manera formal y el 89% de las intervenciones sobre el puesto de trabajo también.

En la tabla se resaltan en color naranja otros cruces de variables con porcentajes significativos que permiten ahondar más sobre el análisis de cómo se presentan las intervenciones para combatir la fatiga en los distintos sectores.

Por medio de este cruce, se supera el nivel de clasificación y las intervenciones se caracterizan según cómo se materializan dos variables de clasificación. Se encontró que, a pesar de usar distintos enfoques para en primera instancia clasificar las intervenciones, al ver el cruce entre variables, la alta cantidad porcentual de intervenciones que compartían dos variables refleja la relación existente entre los distintos modelos de clasificación. Adicionalmente, se evidenció que el complemento a la interpretación que se logra al analizar los cambios en la frecuencia de una variable al cruzarla con otras permite que la caracterización de las intervenciones según variables logre más matices. A partir del cruce de variables y el análisis de los temas que toman mayor fuerza al ser desglosados entre los distintos enfoques se logró identificar tendencias y factores clave incrustados entre las diferentes intervenciones que se convierten en el insumo para plantear un marco de trabajo dirigido a facilitar la toma de decisiones para la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo.

### **3.3 Marco de Trabajo**

A continuación, se establece el marco de trabajo de medidas de intervención para la gestión de la fatiga en los lugares de trabajo que da cumplimiento al tercer objetivo específico. Se compone este marco de trabajo de dos partes, la primera, una herramienta que recopila y expone ejemplos de intervenciones que se presentaron en los artículos, y la segunda, una guía que resume los factores que se deben tener en cuenta al gestionar la fatiga en el lugar de trabajo, construido a partir de la información abstraída de las intervenciones y su categorización.

#### ***3.3.1 Ejemplos de Intervenciones***

Es importante que la experiencia se comparta siempre que sea posible (P. Gander et al., 2011) para que las estrategias de confrontación de la fatiga se puedan divulgar dentro de la organización y de esa manera formalizarse, inclusive pudiendo hacerlo a nivel del sector. Por

esto a continuación se presenta la tabla 6, la cual expone intervenciones tomadas de los artículos revisados.

Se presentan los ejemplos en forma de matriz, en la que cada intervención es identificada por un código alfanumérico. Las columnas tienen guía numérica, cada una correspondiente a una de las variables FRM, y las filas tienen guía alfabética, cada letra correspondiendo a una de las variables de los enfoques usados en la investigación, jerarquía de controles, sistema ergonómico o enfoques ergonómicos, compuesto por sistema microergonómico y macroergonómico. El número que acompaña cada ejemplo corresponde a la cantidad total de intervenciones que cumplen con ese cruce y el porcentaje correspondiente a la variable de la columna.

Por ejemplo, en la casilla C4 de la tabla 6, resaltada en azul, se destaca que se presentan 46 intervenciones que cumplen con ser controles de ingeniería aplicadas por la organización, lo cual representa un 19% de la totalidad de intervenciones organizacionales. Un ejemplo de este tipo de intervención es la ubicación de tapetes antifatiga en las instalaciones. La referencia en la casilla da cuenta de las veces que ese ejemplo en específico es mencionado en distintos artículos, en este caso, tres autores mencionan esta intervención.

Además de la revisión casilla por casilla, se pueden revisar las intervenciones bajando por cada columna haciéndose las siguientes preguntas para cada número.

1. ¿Qué se puede hacer para prevenir la fatiga?
2. ¿Qué se puede hacer para que el puesto de trabajo esté a prueba de fatiga?
3. ¿Qué puede hacer el individuo para combatir la fatiga?
4. ¿Qué puede hacer la organización para combatir la fatiga de sus trabajadores?
5. ¿Qué intervenciones formales aplican para combatir la fatiga?
6. ¿Qué intervenciones informales aplican para combatir la fatiga?

Tabla 6. Ejemplos de intervenciones que cruzan las variables de los enfoques con las variables FRM

		1	2	3	4	5	6
		Prevención n = 224	A prueba de fatiga n = 190	Individual n = 178	Organizacional n = 236	Formal n = 265	Informal n = 149
A	Eliminación n = 11	9 (4%) <b>Diseñar la tarea con variaciones en la postura</b> (Speed et al., 2018)	2 (1%) <b>Realizar las tareas sentado</b> (de Guimarães et al., 2015)	8 (4%) <b>Dormir</b> (Eiter et al., 2014; Fournier et al., 2007; Lloyd & Campion, 2017; Ross Owen Phillips et al., 2017; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019)	3 (1%) <b>Retirar al trabajador de su cargo</b> (Ross Owen Phillips et al., 2017)	3 (1%) <b>Eliminar turnos nocturnos</b> (Williamson & Friswell, 2013)	8 (5%) <b>Ausentarse</b> (Nejati et al., 2016)
	Sustitución n = 10	1 (0%) <b>Automotivarse</b> (Bérestégui et al., 2018)	9 (5%) <b>Utilizar software asistido por computadora para una interpretación preliminar</b> (Reiner & Krupinski, 2012)	4 (2%) <b>Emplear estrategias de evitación (ej. aislarse, negar las emociones)</b> (Lloyd & Campion, 2017)	6 (3%) <b>Autopoblar formatos y plantillas</b> (Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016)	6 (2%) <b>Automatizar procesos</b> (Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016; Williamson & Friswell, 2013)	4 (3%) <b>Sentir satisfacción por la compasión</b> (Lloyd & Campion, 2017; Wentzel & Brysiewicz, 2017)
C	Control de Ingeniería n = 51	28 (13%) <b>Incorporar los principios ergonómicos al puesto de trabajo</b> (Ferguson & Major, 1974)	23 (12%) <b>Contar con funciones de apagado y bloqueo automático</b> (Ross Owen Phillips et al., 2017)	5 (3%) <b>Usar herramientas de asistencia del estado de alerta</b> (Anund et al., 2015; Ferguson & Major, 1974; Lerman et al., 2012)	46 (19%) <b>Ubicar tapetes antifatiga en las instalaciones</b> (de Guimarães et al., 2015; Lu et al., 2021; Speed et al., 2018)	48 (18%) <b>Instalar luminaria que se ajuste a las condiciones lumínicas naturales</b> (Castillo-Martinez et al., 2018)	3 (2%) <b>Adaptación de las herramientas de trabajo para mayor comodidad</b> (Lu et al., 2021)
	Control Administrativo n = 252	147 (66%) <b>Realizar intervenciones educativas</b> (Anund et al., 2015; Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Fournier et al., 2007; P. Gander et al.,	105 (55%) <b>Utilizar los sistemas de monitoreo biométrico</b> (Horrey et al., 2011)	75 (42%) <b>Verbalizar las acciones</b> (Bérestégui et al., 2018)	177 (75%) <b>Capacitar sobre la gestión de la fatiga</b> (Fournier et al., 2007; Yazdi & Sadeghniaat-Haghighi, 2015)	207 (78%) <b>Habilitar espacios para descanso y reposo</b> (Steege & Dykstra, 2016)	45 (30%) <b>Realizar actividades restauradoras</b> (Nejati et al., 2016)
D							

2011; Lerman et al., 2012; Lloyd & Champion, 2017; Patterson et al., 2018; Ross Owen Phillips et al., 2017; Redeker et al., 2019; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016; Van Drongelen et al., 2013; Völker et al., 2016; Wentzel & Brysiewicz, 2017; Williamson & Friswell, 2013; Wong et al., 2019)

		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
		Prevención n = 224	A prueba de fatiga n = 190	Individual n = 178	Organizacional n = 236	Formal n = 265	Informal n = 149
<i>E</i>	EPP n = 5	5 (2%) <b>Utilizar filtros para el deslumbramiento</b> (Anund et al., 2015)	-	2 (1%) <b>Insertos para los zapatos</b> (Speed et al., 2018)	3 (1%) <b>Instalar filtros para bloquear tonalidades de la luz</b> (Lerman et al., 2012)	-	5 (3%) <b>Usar plantilla personalizada para el pie</b> (Lu et al., 2021)
	Receptor n = 85	34 (15%) <b>Alimentarse bien</b> (Richter et al., 2016; Van Drongelen et al., 2013)	51 (27%) <b>Escuchar la radio</b> (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Reiner & Krupinski, 2012)	84 (47%) <b>Tomar una siesta</b> (Anund et al., 2015; Bérastégui et al., 2018; Petrie et al., 2004; Richter et al., 2016; Williamson & Friswell, 2013)	1 (0%) <b>Contar con puestos de trabajo que el trabajador pueda ajustar</b> (Fournier et al., 2007)	1 (0%) <b>Acomodar y apropiarse de su espacio de trabajo</b> (H. G. Santos et al., 2020)	84 (56%) <b>Dejar de ejecutar la tarea momentáneamente</b> (Bérastégui et al., 2018)

		1	2	3	4	5	6
		Prevención n = 224	A prueba de fatiga n = 190	Individual n = 178	Organizacional n = 236	Formal n = 265	Informal n = 149
G	Humano n = 178	98 (44%) <b>Realizar exámenes de aptitud para el trabajo</b> (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Horrey et al., 2011; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017; Wong et al., 2019)	80 (42%) <b>Reorganizar las tareas a realizar</b> (Bérestégui et al., 2018; Fournier et al., 2007)	126 (71%) <b>Ser resiliente</b> (Lloyd & Campion, 2017)	52 (22%) <b>Informar sobre regulaciones</b> (Allen et al., 2007; Cason, 2012; Ewertowski & Berlik, 2021; Morrow et al., 2014; H. G. Santos et al., 2020)	63 (24%) <b>Tener en cuenta las preferencias del trabajador para la asignación de turnos</b> (Asensio-Cuesta et al., 2019; P. Gander et al., 2011; Ross O. Phillips, 2016; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016)	115 (77%) <b>Hacer ejercicios de respiración</b> (Cason, 2012; Reiner & Krupinski, 2012)
	Objeto n = 69	26 (12%) <b>Instalar banda transportadora</b> (de Guimarães et al., 2015)	43 (23%) <b>Incluir inhibidor de arranque</b> (Ross Owen Phillips et al., 2017)	13 (7%) <b>Tomar medicamentos</b> (Petrie et al., 2004; Reiner & Krupinski, 2012)	56 (24%) <b>Instalar sistema de vigilancia</b> (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Wong et al., 2019)	54 (20%) <b>Usar exoesqueletos y dispositivos de ayuda</b> (Brandt et al., 2018; Butler & Gillette, 2019; de Guimarães et al., 2015; Hondzinski et al., 2019; Lu et al., 2021; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017)	15 (10%) <b>Consumir sustancias que mejoren el estado de alerta</b> (Anund et al., 2015; Fournier et al., 2007; Lloyd & Campion, 2017; Williamson & Friswell, 2013)
I	Entorno n = 70	43 (19%) <b>Mejorar el diseño de la sala de descanso</b> (Steege & Dykstra, 2016)	27 (14%) <b>Promover cultura de reporte</b> (Bérestégui et al., 2018; Dawson et al., 2015; Fournier et al., 2007; P. Gander et al., 2011; Lerman et al., 2012; Nejati et al., 2016; Petrie et al., 2004; Ross O. Phillips, 2016; Reiner & Krupinski, 2012)	15 (8%) <b>Salir al aire libre</b> (Nejati et al., 2016; Patterson et al., 2018)	55 (23%) <b>Ofrecer incentivos y beneficios</b> (P. Gander et al., 2011; Ross O. Phillips, 2016)	49 (18%) <b>Asignar suficiente personal</b> (Allen et al., 2007; Ross O. Phillips, 2016; Steege & Dykstra, 2016)	21 (14%) <b>Tener momentos para la interacción social</b> (Bérestégui et al., 2018; Gershon et al., 2009; Wentzel & Brysiewicz, 2017)

		1	2	3	4	5	6
		Prevención n = 224	A prueba de fatiga n = 190	Individual n = 178	Organizacional n = 236	Formal n = 265	Informal n = 149
J	Actividad n = 165	73 (33%) <b>Establecer la duración adecuada para el descanso</b> (Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Lerman et al., 2012; Lu et al., 2021; Steege & Dykstra, 2016)	92 (48%) <b>Evitar la monotonía</b> (Völker et al., 2016)	69 (39%) <b>Revisar el trabajo realizado</b> (Bérestégui et al., 2018; Dawson et al., 2015)	96 (41%) <b>Optimización y auditoría del flujo de trabajo</b> (Cason, 2012; Reiner & Krupinski, 2012)	134 (51%) <b>Brindar guía de mejores prácticas</b> (Reiner & Krupinski, 2012)	31 (21%) <b>Contar con tiempo suficiente para salir de las instalaciones</b> (Nejati et al., 2016)
	Diseño Organizacional n = 75	54 (24%) <b>Establecer política de vacaciones obligatorias</b> (Eiter et al., 2014)	21 (11%) <b>Delegar tareas</b> (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016)	13 (7%) <b>Reportar signos de fatiga a la persona adecuada</b> (Bergouignan et al., 2016; Dawson et al., 2015; Fournier et al., 2007; P. H. Gander et al., 2005; Lerman et al., 2012; Ross O. Phillips, 2016)	62 (26%) <b>Realizar exámenes de salud</b> (Ewertowski & Berlik, 2021; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017; Steege & Dykstra, 2016; Williamson & Friswell, 2013)	67 (25%) <b>Cumplir reglas, normas y leyes</b> (Allen et al., 2007; Anund et al., 2015; Butler & Gillette, 2019; Cason, 2012; Eiter et al., 2014; Morrow et al., 2014; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016)	8 (5%) <b>No llevarse trabajo a la casa</b> (Steege & Dykstra, 2016)
L	Instalaciones n = 33	32 (14%) <b>Controlar las condiciones ambientales</b> (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Calogiuri et al., 2016; Ferguson & Major, 1974; Lerman et al., 2012; Lloyd & Campion, 2017; Nejati et al., 2016; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017; Steege & Dykstra, 2016; Völker et al.,	1 (1%) <b>Ensanchar los caminos de acarreo</b> (Eiter et al., 2014)	7 (4%) <b>Exponerse a la luz natural</b> (Anund et al., 2015; Bérestégui et al., 2018; Castillo-Martinez et al., 2018; Nejati et al., 2016; Richter et al., 2016; Steege & Dykstra, 2016; Van Drongelen et al., 2013)	26 (11%) <b>Incluir espacios más amplios</b> (Garrick et al., 2014; Lu et al., 2021; Steege & Dykstra, 2016)	23 (9%) <b>Diseñar el espacio de manera modular</b> (de Guimarães et al., 2015)	10 (7%) <b>Contar con espacios naturales</b> (Anund et al., 2015; Bérestégui et al., 2018; Calogiuri et al., 2016; Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Nejati et al., 2016)

2016; Wong et al., 2019)

		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	
		Prevención n = 224	A prueba de fatiga n = 190	Individual n = 178	Organizacional n = 236	Formal n = 265	Informal n = 149	
<i>M</i>	Diseño del trabajo n = 89	54 (24%) <b>Asignar tope de horas máximas permisibles</b> (Bérestégui et al., 2018; Lerman et al., 2012)	35 (18%) <b>Incluir sistemas para la detección de la fatiga</b> (Anund et al., 2015; Bérestégui et al., 2018; Dawson et al., 2015; Lerman et al., 2012; Ross O. Phillips, 2016; Wong et al., 2019)	23 (13%) <b>Anticipar, retrasar o rotar orden de tareas</b> (Asensio-Cuesta et al., 2019; Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Dawson et al., 2015; Lerman et al., 2012; Lu et al., 2021; J. Santos et al., 2014; Steege & Dykstra, 2016; Völker et al., 2016; Williamson & Friswell, 2013)	66 (28%) <b>Aplicar estrategias de monitoreo de errores</b> (Bérestégui et al., 2018; Dawson et al., 2015; Ross O. Phillips, 2016; Wong et al., 2019)	87 (33%) <b>Cumplir con límites máximos permisibles</b> (Butler & Gillette, 2019)	2 (1%) <b>Solicitar la ayuda de otros</b> (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016)	
	<i>N</i>	Educación n = 29	28 (13%) <b>Capacitar sobre el reconocimiento de signos de fatiga</b> (Bérestégui et al., 2018; Lloyd & Campion, 2017)	1 (1%) <b>Enseñar varias maneras de realizar la tarea</b> (Bérestégui et al., 2018)	-	29 (12%) <b>Posibilitar la transferencia de conocimiento entre trabajadores</b> (Bérestégui et al., 2018)	28 (11%) <b>Reforzar la memoria procedimental relacionada con la tarea</b> (Dawson et al., 2015)	1 (1%) <b>Gestionar de manera dinámica la transformación psicofísica</b> (Fournier et al., 2007)
	<i>O</i>	Ambiente n = 63	23 (10%) <b>Programar jornadas de ejercicio</b> (Bérestégui et al., 2018; Bergouignan et al., 2016; Calogiuri et al., 2016; Cason, 2012; Lerman et al., 2012; Van Drongelen et al., 2013)	40 (21%) <b>Realizar sesiones de transferencia de conocimiento</b> (Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Wentzel & Brysiewicz, 2017; Wong et al., 2019)	23 (13%) <b>Incluir la participación del trabajador en los cambios</b> (Ross O. Phillips, 2016)	40 (17%) <b>Organizar sesiones informativas</b> (Lloyd & Campion, 2017)	41 (15%) <b>Establecer una cultura justa dentro de la organización</b> (Anund et al., 2015; Lerman et al., 2012; Ross Owen Phillips et al., 2017)	22 (15%) <b>Recibir retroalimentación</b> (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Cason, 2012; Eiter et al., 2014; P. Gander et al., 2011; Ross Owen Phillips et al., 2017)

		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
		Prevención n = 224	A prueba de fatiga n = 190	Individual n = 178	Organizacional n = 236	Formal n = 265	Informal n = 149
<i>P</i>	Puesto de trabajo n = 35	13 (6%) <b>Implementar programa para la evaluación de la iluminación</b> (Castillo-Martinez et al., 2018)	22 (12%) <b>Hacer monitoreo basado en el desempeño</b> (Horrey et al., 2011; Ross Owen Phillips et al., 2017)	1 (1%) <b>Ajustar el escritorio o el asiento</b> (Fournier et al., 2007; H. G. Santos et al., 2020)	34 (14%) <b>Incluir un sistema de captura de video</b> (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dinges, 2011; Wong et al., 2019)	31 (12%) <b>Tener acceso a una ventana</b> (Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Nejati et al., 2016)	4 (3%) <b>Incluir elementos de la naturaleza</b> (Nejati et al., 2016)
	Diseño de la tarea n = 67	18 (8%) <b>Ejecutar la tarea según la guía de buenas prácticas</b> (Cason, 2012; Reiner & Krupinski, 2012)	49 (26%) <b>Dar autonomía al trabajador</b> (Dode et al., 2016; Fournier et al., 2007; Steege & Dykstra, 2016; Tucker, 2003)	31 (17%) <b>Reparar o tener lista de chequeo</b> (Bérestégui et al., 2018; Dawson et al., 2015)	36 (15%) <b>Asignar personal según compatibilidad con el cliente</b> (Steege & Dykstra, 2016)	47 (18%) <b>Ajustar el ritmo de trabajo</b> (Lu et al., 2021; J. Santos et al., 2014; Tucker, 2003)	20 (13%) <b>Variar la cantidad de fuerza requerida</b> (Lu et al., 2021)
<i>R</i>	Equipos n = 25	8 (4%) <b>Adquirir escritorio sit-stand</b> (Dutta et al., 2014; Edwardson, Biddle, et al., 2018; Henderson et al., 2018; Kowawlsky et al., 2018; Thorp et al., 2014)	17 (9%) <b>Extraer datos de manera automatizada</b> (Reiner & Krupinski, 2012; Steege & Dykstra, 2016; Williamson & Friswell, 2013)	3 (2%) <b>Utilizar ayudas cognitivas</b> (Bérestégui et al., 2018; Reiner & Krupinski, 2012)	22 (9%) <b>Realizar mantenimiento de los equipos</b> (Steege & Dykstra, 2016)	24 (9%) <b>Incluir herramientas para levantamiento de cargas</b> (Brandt et al., 2018; Butler & Gillette, 2019; de Guimarães et al., 2015; Hondzinski et al., 2019; Lu et al., 2021; Ross O. Phillips, 2016; Ross Owen Phillips et al., 2017)	1 (1%) <b>Ajustar los equipos a la antropometría del trabajador</b> (de Guimarães et al., 2015; Fournier et al., 2007; H. G. Santos et al., 2020)

		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
		Prevención n = 224	A prueba de fatiga n = 190	Individual n = 178	Organizacional n = 236	Formal n = 265	Informal n = 149
<i>S</i>	Herramientas n = 26	10 (4%) <b>Usar gafas para bloquear luz azul</b> (Richter et al., 2016)	16 (8%) <b>Diseñar un programa que arroja distintas formas de realizar la tarea</b> (Bérestégui et al., 2018)	8 (4%) <b>Tomar bebidas energéticas y estimulantes</b> (Bérestégui et al., 2018; Gershon et al., 2009)	18 (8%) <b>Diseñar software para asignar rotación según preferencias y competencias</b> (Asensio-Cuesta et al., 2019; Richter et al., 2016)	17 (6%) <b>Diseñar una aplicación con recomendaciones personalizadas</b> (Reiner & Krupinski, 2012)	9 (6%) <b>Contar con un dispositivo para escuchar música</b> (Bérestégui et al., 2018; Cason, 2012; Fournier et al., 2007; Gershon et al., 2009; Wentzel & Brysiewicz, 2017)
	Trabajador n = 144	72 (32%) <b>Realizar ejercicios de movilidad de tejidos blandos</b> (Coleman Wood et al., 2018)	72 (38%) <b>Acudir a una estación de alimentación e hidratación</b> (Allen et al., 2007; Anund et al., 2015; Bérestégui et al., 2018; Gershon et al., 2009; Patterson et al., 2018; Petrie et al., 2004; Van Drongelen et al., 2013; Williamson & Friswell, 2013)	113 (63%) <b>Distanciarse mentalmente</b> (Petrie et al., 2004)	31 (13%) <b>Ofrecer autonomía para los tiempos de descanso</b> (Dode et al., 2016)	37 (14%) <b>Programar sus actividades</b> (Cason, 2012; Nejati et al., 2016)	107 (72%) <b>Acomodarse para una mejor distribución del peso</b> (Brandt et al., 2018; Butler & Gillette, 2019; Speed et al., 2018)
<i>T</i>							

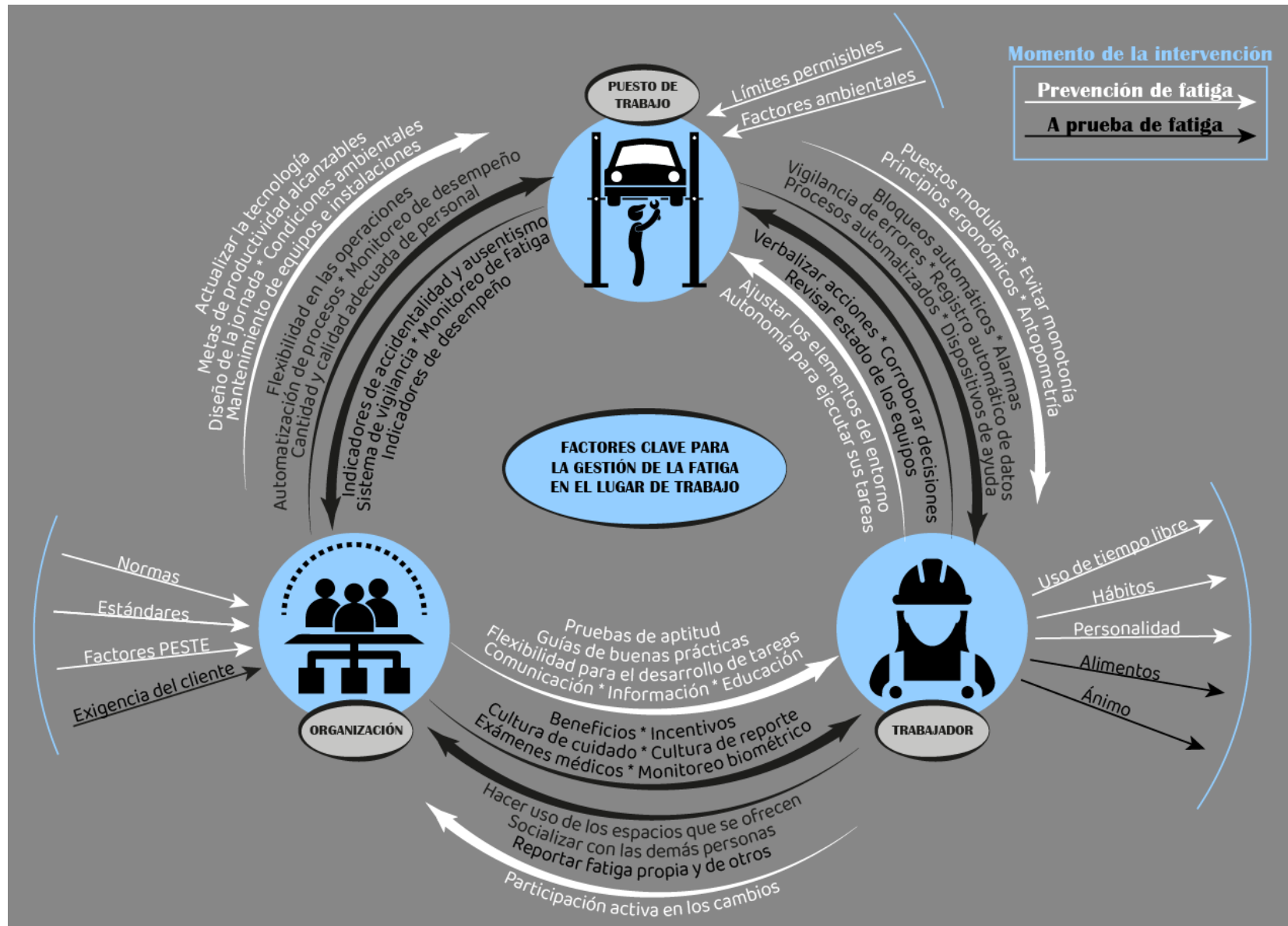
Los ejemplos expuestos en la tabla 6 ayudan dando herramientas prácticas para complementar la guía de gestión que se presentará a continuación. Serán utilizados dentro del texto descriptivo referenciando entre corchetes las casillas relevantes bajo su código alfanumérico, por ejemplo, la intervención de tapetes antifatiga [C4].

### **3.4 Guía de Gestión**

Como resultado de toda la información analizada, y por medio de un marco de trabajo, se plantea una guía para la gestión de la fatiga en un lugar de trabajo. Esta permite conocer los factores importantes para una gestión que abarca los tres componentes más influyentes sobre la fatiga del trabajador en el lugar de trabajo, abstraídos de las intervenciones analizadas, y los más afectados por trabajadores con fatiga.

Al cuestionarse la manera en que se combate la fatiga en un lugar de trabajo, se debe tener en cuenta que en los escenarios donde se genera o controla la fatiga existen tres componentes que siempre interactúan, el puesto de trabajo con el que debe cumplir el trabajador, la organización para la cual se está realizando la labor y finalmente el trabajador que está ejecutando las tareas necesarias para cumplir con los objetivos de la empresa, evidenciados en la gráfica 5. Estos componentes se presentan en cualquier lugar de trabajo, aunque cada uno de estos tiene una inmensa variabilidad según el sector de trabajo, los procesos que se realizan y las condiciones de trabajo.

La interacción de estas constantes son las que permiten tener control sobre las condiciones que pueden resultar en fatiga del trabajador o que son afectados por su presencia. Es necesario para combatir la fatiga en el trabajo usar las relaciones efectivamente y tener claridad sobre las herramientas o la información que puede facilitar el intercambio entre los componentes para combatir la fatiga.



Gráfica 5. Factores clave para la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo

En la gráfica 5 están diagramados los tres componentes del sistema propuesto, las relaciones entre ellos, indicadas por medio de flechas que demuestran el sentido de la relación, y los factores clave de aquellas relaciones. Se diferencian por color los factores que permiten prevenir la fatiga, señalados en blanco, y los factores que buscan un lugar a prueba de fatiga cuando ya existe en el trabajador, en negro. Adicionalmente, se señalan algunos factores externos a las relaciones que pueden influir sobre la fatiga en el sistema.

Para complementar la gráfica 5, y con el fin de demostrar cómo se presentan los distintos factores en la dinámica de la gestión de la fatiga, a continuación, se detallan las relaciones entre cada uno de los componentes del diagrama. El texto descriptivo de las relaciones hace referencia a los ejemplos encontrados en la tabla 6 por medio de su código alfanumérico. Al hacer ‘clic’ sobre estos códigos, se dirige a la parte de la tabla donde se encuentra ese ejemplo. Para regresar al diagrama tras revisar la intervención sugerida, en la parte superior izquierda de cada sección de la tabla 6 se encuentra el símbolo  $\Leftrightarrow$ , que al ser presionado redirige a la gráfica guía.

Se puede comenzar la navegación por la información haciendo ‘clic’ sobre el diagrama en el componente o la relación que se quiera detallar. Hay en total 6 relaciones, conformadas por los tres componentes y en ambas direcciones. Según lo elegido en el diagrama, el documento se vinculará con el texto correspondiente. Tras hacer lectura del contenido se puede regresar a la gráfica guía haciendo ‘clic’ sobre el título de la relación o componente revisado.

### ***3.5.1 Relaciones entre los Componentes***

**3.5.1.1 Organización.** La organización se refiere a la parte administrativa y gerencial de un lugar de trabajo. Es quien destina recursos y asigna personal correspondiente a las operaciones de la empresa. A continuación, se presenta su relación con el puesto de trabajo y el trabajador dentro del sistema propuesto para la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo.

**3.5.1.1.1 Organización → Puesto de Trabajo.** La organización debe desde la concepción del puesto de trabajo, al establecer el contenido y las metas de productividad, contemplar las exigencias del puesto de trabajo y según eso tomar en cuenta la flexibilidad que se permitirá para tomar decisiones sobre la jornada [M1], los tiempos de descanso [T4], el orden en que se realizan las tareas [M3], el ritmo de trabajo [Q5], y las posturas que deberá adoptar el trabajador [A1]. Esta flexibilidad en las operaciones permite que el trabajador sienta que tiene autonomía, sin que esta afecte la seguridad del trabajador o la productividad de la empresa.

Es clave en la programación del puesto de trabajo tener en cuenta factores que protegerán al trabajador de la fatiga, por ejemplo, eliminar los turnos nocturnos [A5], ofrecer los espacios físicos y temporales para el trabajo y los descansos, y suplir el puesto con la cantidad y calidad adecuada de personal [I5]. Adicionalmente debe tener en cuenta las condiciones físicas del lugar de trabajo, brindando instalaciones con espacio suficiente [L2; L4], condiciones ambientales apropiadas [L1], y en lo posible que incluyan acceso a la naturaleza [L6; P5].

La organización puede dotar de tecnología el puesto de trabajo aplicándola a las instalaciones [C5] y a los equipos [H1] y herramientas de trabajo [B5; H5; R1]. Se debe también aprovechar para el monitoreo del desempeño del trabajador [P2] y de los mismos equipos tecnológicos, a través de indicadores de productividad [J4]. Con la instalación de las herramientas, se debe establecer un programa de mantenimiento [R4] y entrenamiento [D1], especialmente si el puesto de trabajo se puede modificar o ajustar por el trabajador [L5].

**3.5.1.1.2 Organización → Trabajador.** Las organizaciones deben preparar el contexto cambiante con información [G4; O4] y comunicación [O2]. Cuando realiza cambios en su estructura o procesos, lo debe acompañar de entrenamiento [D1], capacitación [D4; N1] y

adecuación de tiempos y espacios que deben ser registrados y difundidos a lo largo de la empresa.

La organización, con el fin de prevenir el riesgo de fatiga, debe realizar pruebas de aptitud [G1] antes de la inclusión del trabajador a la organización y los respectivos exámenes médicos [K4] relevantes al puesto de trabajo para el monitoreo del trabajador. Tras incluir al trabajador [O3], a través de entrenamientos y capacitaciones, la organización enseña cómo organizar las tareas de manera que se trabaje de manera efectiva y eficiente [J5; Q1], y también enseña cómo identificar y confrontar la fatiga [D4; N1]. Esta formación la dan por medio de folletos, grupos focales, talleres, entregables y cursos.

La información brindada no solo compete las labores que realiza el trabajador, también prestan asistencia y consejería en temas de estilo de vida, autocuidado, y de salud. Pueden además implementar políticas protectoras [K1; K6] y educar sobre buenas prácticas enfocadas hacia el cuidado del trabajador [G4].

Para la aplicación de intervenciones en la organización, es necesario que se haga una correcta identificación de las fuentes causantes de fatiga en los trabajadores. Puede realizar esto a través de un monitoreo [M2], donde por medio de indicadores se registren picos y valles en la productividad [J4; P2], o mirando el ausentismo laboral [A6] y relacionarlo con jornadas o épocas de trabajo. Reconocer los momentos de fatiga, permite que se ejecuten acciones que modifiquen el ambiente físico [C5; L1] o los procesos de trabajo [B5; M3] para que no se vea afectada la productividad [A4].

Flexibilidad para la planeación y ejecución de las tareas [Q2] permite que el trabajador ajuste sus responsabilidades a los picos y valles de concentración y fatiga. Adicionalmente, claridad sobre los roles dentro de la organización le permite contar con otros para apoyo [O5; O6]

sobre tareas en las que necesita ayuda o necesita delegar [K2]. Para complementar la construcción de una cultura de cuidado, la organización lo puede lograr a través de los beneficios que ofrece con respecto a espacios [D5], actividades [O1] y recompensas [I4] a las cuales el trabajador puede acceder.

**3.5.1.2 Puesto de trabajo.** El puesto de trabajo es el espacio físico donde se ejecutan las tareas correspondientes a las exigencias y las operaciones de la empresa. Puede estar conformado únicamente de equipos y herramientas, por un conjunto de personas que trabajan simultáneamente o una combinación de recursos físicos e intangibles. A continuación, se presenta su relación con la organización y el trabajador dentro del sistema propuesto para la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo.

**3.5.1.2.1 Puesto de Trabajo → Organización.** El puesto de trabajo contiene los equipos y las herramientas dispuestas por la organización, que el trabajador utiliza. Al integrar nuevos componentes a los procesos, se debe asegurar el espacio adecuado dentro del entorno para su instalación y la capacitación del trabajador en su uso. Un cambio en los procesos genera cambios en los indicadores, y por medio de estos se puede evaluar la productividad de la intervención [J4]. Esta información puede dar cuenta de datos correspondientes a mediciones de fatiga [M2], de accidentalidad [M4], productividad [P2] y de la calidad del producto de las operaciones. Resultados que indiquen una baja productividad dan a entender a la organización la necesidad de un rediseño de las herramientas [C1; R6] o la necesidad de renovar las que tienen.

Para informar a la organización directamente sobre datos relacionados con la fatiga, se puede complementar el puesto de trabajo con tecnología para la vigilancia [H4; P4] y monitoreo de signos de fatiga [M2], los cuales se pueden determinar a través de indicadores de productividad o aspectos biométricos del trabajador [D2].

Como se evidencia, desde el puesto de trabajo con respecto a la organización no hay factores que faciliten la prevención de la fatiga. Lo más importante es que el puesto de trabajo le emita información veraz y oportuna a la organización para que esta sea quien tome acciones frente a la prevención de la fatiga.

**3.5.1.2.2 Puesto de trabajo → Trabajador.** El puesto de trabajo debe ofrecer condiciones de trabajo óptimas e integrales y evitar reprocesos. Una consideración importante al momento de incluir herramientas o dispositivos de ayuda tecnológica o de información a las tareas que ejecuta el trabajador es la aceptación y el uso del sistema por parte del operador. La automatización de procesos [B5] en ocasiones relega al trabajador a roles de supervisión, y cuando la agencia humana se elimina mediante una mayor dependencia de la tecnología, puede producirse un aumento paradójico de la fatiga debido a la monotonía y la falta de exigencia mental de la tarea.

La mayor utilidad que se puede dar por medio de dispositivos de ayuda es en el ahorro de tiempos y esfuerzos [C3; H5; R2; R5]. El uso de software para interpretaciones preliminares [B2] o el uso de formatos autopoblados [B4] permite que el trabajador se concentre en la toma de decisiones sobre la acción a tomar, y no se desgaste recopilando y analizando datos [R2]. Se recomienda en el diseño de los puestos de trabajo, para mejor usabilidad del trabajador, aplicar principios ergonómicos [C1; R6] y hacer uso de la ergonomía participativa.

Se debe tener en cuenta que, si existe fatiga en el trabajador, las herramientas se vuelven fuente potencial de incidentes o accidentes. Por medio de la vigilancia de errores y de tiempos, los equipos pueden determinar el estado de fatiga del trabajador o momentos de mayor riesgo, y adaptarse para evitar accidentes [C2; H2].

**3.5.1.3 Trabajador.** El trabajador es el empleado que fue contratado por la organización para ejercer sus funciones en el puesto de trabajo asignado. Según el sector al que haga parte, y

particularmente a sus responsabilidades, tendrá exigencias físicas, mentales, cognitivas, emocionales, o una combinación de estas. A continuación, se presenta su relación con la organización y el puesto de trabajo dentro del sistema propuesto para la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo.

**3.5.1.3.1 Trabajador → Organización.** Un trabajador debe ser parte de la gestión de la fatiga, y lo hace principalmente desde la detección de la fatiga y la participación en intervenciones para su control para que la fatiga no intervenga en su desempeño y bienestar. La detección se puede dar a través de la vigilancia, el monitoreo, el autoreporte o la identificación de signos de fatiga entre los compañeros. Se puede construir un ambiente social donde se reconozca la necesidad de estar atento de los otros del grupo, y actuar oportunamente para prevenir cualquier riesgo.

Aparte de acercarse a los otros trabajadores en distintos tipos de actividades [I6; N4; O2], el trabajador puede acercarse a los recursos que ofrece la organización [D5; I1; T2] para despejarse de sus labores [F6; T3] y retomar energía [D6; H6; S3]. Durante los descansos, el trabajador puede hacer ejercicios de respiración o estiramiento, salir de la organización a tomar su almuerzo, salir a tomar aire fresco y exponerse a escenarios naturales, o inclusive lavarse la cara para reducir la sensación de fatiga, según lo que permite la organización, y el tiempo.

**3.5.1.3.2 Trabajador → Puesto de Trabajo.** El trabajador, al realizar sus funciones dentro de los procedimientos establecidos, debe participar de su entorno para buscar una mejora en cuanto a las condiciones del espacio y la actividad. Debe apropiarse de los elementos de su puesto para poder emplearlos en el momento correcto y de la manera correcta [M1], y debe reportar cualquier situación irregular [K3] que se presente con los equipos que utiliza y con quienes trabaja para mantener unas condiciones óptimas de trabajo. La identificación automática

y la comunicación de la fatiga por parte del trabajador [I2; K3] puede alertar a otros sobre la necesidad de adoptar estrategias para evitar errores, por ejemplo, realizar una confirmación sobre decisiones y procedimientos críticos [D3; Q3] o permitir tiempo adicional de preparación de tareas para evitar la presión del tiempo.

Tiene la responsabilidad de cumplir con sus funciones y, si le es permitido cierto grado de flexibilidad y autonomía, podrá reajustar y reorganizar sus tareas de acuerdo a su estado de alerta y de fatiga. Esto puede referirse a variaciones en las tareas, apoyo por medio de dispositivos de ayuda físicos [H5] o cognitivos [R3], inclusión de distractores como alarmas e iconos, o variaciones en la postura del trabajador [A1]. Los ajustes al puesto de trabajo [C6; P3; R6], los puestos de trabajo modulares [L5; R1], y la flexibilidad para organizar las tareas [F6; G2; K6; M3; Q2] no aumentan y no obstaculizan la productividad (Dutta et al., 2014), sin embargo, le dan más control al trabajador sobre su puesto de trabajo, lo cual permite reducir el riesgo de fatiga, o por lo contrario, ejecutar las tareas aunque ya esté fatigado.

### ***3.5.1 Factores Externos al Sistema***

Este sistema de relaciones propuesto para el marco de trabajo no se presenta aislado de factores externos que pueden influir sobre los componentes. Factores PESTE (Político-jurídicos, Económico-financieros, Socioculturales, Tecnológico-científicos, y Ecológico-ambientales) influyen sobre la organización y el puesto de trabajo, y se debe contemplar su influencia sobre las relaciones para combatir la fatiga. Adicionalmente deben estar constantemente actualizándose frente a nueva información que se emita y que afecte a la organización y sus procesos. Por parte del trabajador, factores psicosociales protectores y de riesgo, y condiciones extralaborales influyen sobre la disposición y el modo en que se relaciona con los demás componentes y cómo maneja su propia fatiga.

Por su parte, la organización debe tener en cuenta los actores clave de la cadena productiva e involucrar a todas las partes interesadas (Wong et al., 2019), para que asuman una mayor responsabilidad por su influencia en la fatiga del operador al establecer condiciones de trabajo como plazos de entrega cortos o una alta demanda en la producción que afectan la carga laboral y el ritmo de trabajo de los empleados (Ross Owen Phillips et al., 2017).

### **3.6 Aplicabilidad**

El marco de trabajo de trabajo propuesto permite guiar a la organización que desee gestionar la fatiga frente a los factores que puede tomar en cuenta con respecto a los puestos de trabajo y los trabajadores de su sistema. Al plasmar herramientas y prácticas que otras organizaciones han utilizado, la organización podrá evaluar la aplicabilidad de cada uno de los factores frente a sus propias operaciones. La herramienta facilita el reconocimiento de intervenciones oportunas para incluir dentro de su sistema de trabajo según la disponibilidad de recursos e información con que se cuente. Se requiere complementar de un conocimiento profundo del propio sistema de trabajo para saber cuáles factores pueden ser aplicados y en especial priorizar las intervenciones que mayor impacto tendrían.

Al trabajador fatigado este marco de trabajo le permite saber cómo desde su rol puede combatir la fatiga y qué exigencias o recomendaciones puede hacer a la organización para crear un ambiente protector frente a la fatiga. Adicionalmente, con respecto a los factores que no son parte del sistema de relaciones sino personales, el trabajador puede pedir o buscar los espacios dentro de la empresa, con la organización o con sus compañeros, donde pueda conseguir información de cómo manejarlos para combatir la fatiga.

Esta matriz es el resultado del objetivo general del presente estudio que es caracterizar las medidas de intervención aplicadas en los lugares de trabajo para combatir la fatiga con el fin de

divulgar estrategias para su control. Estos ejemplos permiten dar un brochazo sobre las intervenciones que se han empleado para combatir distintos tipos de fatiga en distintos sectores, y su organización matricial permite caracterizar cada medida de intervención a partir de su relación con las variables usadas para su clasificación.

## **Capítulo 4.**

### **Discusión**

Los artículos revisados exponen un aspecto multifacético con respecto a la fatiga presente en la manera en que se materializa el riesgo en los trabajadores y en la manera que se debe abordar una estrategia para su control (Steege & Dykstra, 2016; Yung et al., 2021). Además de las variables para la clasificación elegidas, basadas en enfoques de seguridad y ergonomía relevantes para la disciplina de seguridad y salud en el trabajo, las intervenciones se caracterizaron con las variables FRM. Estas variables permitían ver, más allá de qué se está aplicando o hacia qué se enfoca la intervención, la manera en que se emplean estas intervenciones.

Los resultados obtenidos a partir de la clasificación demuestran cómo ante una misma situación o actividad laboral, la cual se aborda desde el artículo, se presenta una combinación de estrategias para combatir la fatiga. El 67% de los artículos reflejan el abordaje multidimensional propuesto para la gestión de la fatiga al emplear de manera combinada las variables FRM para plantear intervenciones para la gestión de la fatiga

La manera en que se presenta la fatiga en los individuos y su variabilidad, desde el inicio de la investigación exige claridad en los términos utilizados y los factores relevantes a la pregunta de estudio. El presente estudio abarcó la fatiga en específico con sus distintas formas de presentación ya que la fatiga se reconoce como una experiencia subjetiva (Eriksen, 2006; Guo et

al., 2017; Tucker, 2003; Van Drongelen et al., 2013). Esto se percibió, por ejemplo, en el sector salud con la población de enfermeras que se abordó desde la fatiga de compasión (Lee et al., 2019; Lloyd & Campion, 2017; Wentzel & Brysiewicz, 2017), la fatiga mental (Nejati et al., 2016; Steege & Dykstra, 2016) y la fatiga ocupacional (Eriksen, 2006). Se tuvieron que descartar varios artículos que, aunque mencionaban la fatiga, se enfocaban más en temas de estrés (An et al., 2016; Calogiuri et al., 2016), percepción de salud (Edwardson, Yates, et al., 2018) e insomnio (P. Gander et al., 2011; Redeker et al., 2019; Richter et al., 2016). La subjetividad en el modo que se presenta la fatiga, sumada a una interpretación multidimensional y cíclica de la fatiga (Coleman Wood et al., 2018; Yung et al., 2021) que en ocasiones dificulta determinar si la intervención es de prevención o control hizo que fuera clave para la clasificación de las intervenciones hacerse la pregunta, ¿el trabajador ya está fatigado en este momento?

Se especificó también la inclusión de intervenciones que se ejecutaran en el lugar de trabajo ya que en la revisión se identificó que muchas se proponen realizar de manera extralaboral, por ejemplo, aquellas relacionadas con hábitos de sueño, de alimentación y de actividad física. Un gran argumento a favor de limitarse a intervenciones en el lugar de trabajo, con respecto a la fatiga física, es que las personas no compensan la mayor cantidad de actividad durante las horas de trabajo siendo menos activos durante las horas no laborales (Dutta et al., 2014).

La batería de riesgos psicosociales (Ministerio de la Protección Social, 2010) relaciona la fatiga con las demandas ambientales y de esfuerzo físico de la ocupación que bajo ciertas circunstancias exigen del individuo un esfuerzo de adaptación, sin embargo, al evidenciar que en los estudios se presenta el hábito de sueño o higiene de sueño como uno de los principales métodos tanto para prevenir como para combatir la fatiga (Ross Owen Phillips et al., 2017;

Steege & Dykstra, 2016), es importante reconocer cómo influye lo extralaboral sobre el trabajador. La organización debe siempre buscar prevenir la fatiga, de todas maneras, a pesar de sus esfuerzos no es posible negar la posibilidad de que esta se presente en el trabajador en un momento dado.

Un estudio de Polonia relata que se pueden distinguir tres estrategias para detectar y responder a la fatiga: reactiva, proactiva y predictiva (Ewertowski & Berlik, 2021). Otros estudios distinguen las intervenciones según la cadena de riesgos conocida como “fatigue-risk trajectory” o trayectoria del riesgo de fatiga (Ross Owen Phillips et al., 2017; Wong et al., 2019). Este estudio se basa en lo propuesto por Drew Dawson (Dawson et al., 2012). En este modelo, donde existe la prevención y el “fatigue-proofing”, el objeto de estudio más que ser la fatiga, se centra en el trabajador. En el momento de exposición a los distintos factores del trabajo, el trabajador no tiene fatiga y se pueden tomar acciones preventivas. Cuando el trabajador ya ha sido expuesto y presenta fatiga, o desde fuera del trabajo trae la fatiga, se toman las acciones a prueba de fatiga.

Drew Dawson, el autor que propone este tipo de intervenciones, conocido como “fatigue-proofing”, escribe que existe una aparente paradoja donde los comportamientos a prueba de fatiga existen pero que no se entienden abiertamente como tal (Dawson et al., 2015). Se puede confirmar lo que dice el autor ya que poco se habla de este tipo de estrategias, y poco se menciona que en un momento dado ya el trabajador está fatigado, sin embargo, a partir de los estudios revisados, 75% de los artículos y 46% de las intervenciones hacen uso de este tipo de intervenciones. Aunque la medida de intervención más presentada con respecto a estrategias a prueba de fatiga fue la de tomar un descanso, es más clara con respecto a que ya hay trabajadores fatigados la intervención donde se realiza un monitoreo del trabajador y del desempeño.

La detección es vital para combatir la fatiga (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011; Eiter et al., 2014; Ewertowski & Berlik, 2021; P. Gander et al., 2011; Horrey et al., 2011; ICAO, 2008; Ross Owen Phillips et al., 2017). Al determinar cómo está el trabajador con respecto a la fatiga se puede entender la información con la que se debe contar para evaluar sus efectos sobre los procesos individuales y de la organización. Las mediciones objetivas, generalmente presentadas a través de monitoreo tecnológico, permiten detectar las bajas en la productividad a causa de fatiga. Para esto se puede hacer uso de indicadores de accidentalidad (Edwardson, Yates, et al., 2018; Eiter et al., 2014; Nejati et al., 2016; Richter et al., 2016), ausentismo y rotación de personal (Lee et al., 2019; Lloyd & Champion, 2017; Steege & Dykstra, 2016), indicadores de salud y enfermedades laborales (Butler & Gillette, 2019; de Vries et al., 2017; Edwardson, Yates, et al., 2018; Eiter et al., 2014; Hondzinski et al., 2019; Lu et al., 2021; Richter et al., 2016; H. G. Santos et al., 2020; Van Drongelen et al., 2013; Völker et al., 2016; Yung et al., 2021), además de indicadores de productividad como velocidad de las repeticiones (Helbostad et al., 2010; J. Santos et al., 2014), tiempo de respuesta (Dawson et al., 2015; Lerman et al., 2012; Reiner & Krupinski, 2012) y presentación de errores (Richter et al., 2016; Wentzel & Brysiewicz, 2017).

Aunque se encontraron artículos que se enfocaban únicamente en la parte de gestión de la fatiga dedicada a la identificación a partir de la medición y monitoreo de indicadores de fatiga (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011; Ewertowski & Berlik, 2021; ICAO, 2008) pero, sin el uso de tecnología resulta fácil perderse los signos de fatiga, especialmente cuando las personas están trabajando solas o sin supervisión (Dawson et al., 2015). La fatiga se debe identificar, y es responsabilidad de todos los miembros de una organización ser capaces de hacerlo (Dawson et al., 2015; Fournier et al., 2007; P. Gander et al., 2011; ICAO, 2008; Lerman

et al., 2012; Ross Owen Phillips et al., 2017). Hay poblaciones laborales que hablan directamente y reconocen la fatiga, pero hay otras, como el sector salud y las brigadas de emergencia que no lo hacen (Bérestégui et al., 2018). Existe una incomodidad asociada a autoidentificarse como fatigado o reportar a otros como fatigados (Williamson & Friswell, 2013), y se prefiere comunicar haciendo referencia a los síntomas, cambios en el rendimiento de la tarea o sugiriendo soluciones (Dawson et al., 2015). Con el estudio se pudo determinar que lo más importante en este aspecto es contar con los canales adecuados para hacer el reporte y el ambiente social propicio para ejercer esta cultura de cuidado.

El autorreconocimiento no debe ser solo hacia la identificación de fatiga, también permite al trabajador considerarse apto para asumir más trabajo o horas extra. En la aviación los operadores pueden utilizar el sistema de gestión de la fatiga como base para solicitar la excepción de las limitaciones de tiempo de vuelo existentes. Para obtener una excepción, un operador debe presentar un caso de seguridad, demostrando con éxito que se puede mantener un nivel equivalente de seguridad mientras trabaja fuera de los límites existentes (Lerman et al., 2012).

La clasificación de las intervenciones a partir de la perspectiva sobre el momento con respecto a la fatiga del trabajador se complementó con tres enfoques distintos. La jerarquía de controles, por su relación con el control de peligros y por su importancia en la disciplina de seguridad y salud en el trabajo, y el sistema ergonómico y los enfoques ergonómicos, compuesto por sistema micro- y macroergonómico, por su importancia en la relación entre el humano y el trabajo.

Desde OHSAS 18001 se plantea la jerarquía de los controles, basada en la filosofía de que las mejores medidas de control para cualquier peligro son abordarlo en la fuente (ICONTEC,

2007) en lugar de confiar en el cambio de comportamiento humano para evitarlo. Aunque esto se proponga, debido al tipo de intervenciones que surgieron, fue necesario agregar un último nivel titulado receptor en el cual la misma persona que está expuesta al peligro toma acción para mitigar el riesgo. Se evidenció esto por medio del descanso, la capacidad del individuo de ajustarse a las adversidades, la apropiación y el control sobre su entorno, el autorreconocimiento de sus límites y detección de los signos de fatiga. Internamente, el receptor puede prepararse para prevenir la fatiga, pero cabe resaltar que, en el caso de algunas medidas de intervención como alimentarse bien o tomar siestas, estas pueden pasar a ser un control administrativo si se regula o educa desde la organización. Aun así, estos niveles de control no son los más eficientes según este enfoque.

La jerarquía recomienda la eliminación del peligro como el mejor enfoque en todos los casos, seguido de la sustitución del peligro, sin embargo, la baja cantidad de intervenciones aplicadas en estos niveles indica que se debe hacer una mayor investigación sobre la causa raíz de los factores que tienen riesgo de producir fatiga en el trabajador para poder intervenir sobre la fuente. Un ejemplo de cómo conocer la causa raíz puede facilitar la determinación de cómo intervenir se puede ver con respecto a la jornada de trabajo. Más que la duración de la jornada y la influencia de las horas extra (Eiter et al., 2014; P. H. Gander et al., 2005; Lerman et al., 2012), se menciona la relación de fatiga con el trabajo por turnos (Dawson et al., 2015; Eiter et al., 2014; Fournier et al., 2007; P. H. Gander et al., 2005; Lerman et al., 2012; Richter et al., 2016; Steege & Dykstra, 2016; Wong et al., 2019) y el trabajo nocturno (Morrow et al., 2014; Ross Owen Phillips et al., 2017; Richter et al., 2016; Steege & Dykstra, 2016; Williamson & Friswell, 2013).

Además de la relevancia de un diseño apropiado en cuanto a los tiempos de la jornada, también es importante la asignación del tiempo y la duración de los descansos. En los distintos artículos variaba la duración del descanso, incluso con un artículo recomendando hacer uso de los microdescansos (Bergouignan et al., 2016; Coleman Wood et al., 2018). Aunque el descanso sea la segunda intervención más recomendada para combatir la fatiga, muy pocos sectores (Bérestégui et al., 2018; Petrie et al., 2004; Ross Owen Phillips et al., 2017; Reiner & Krupinski, 2012; Richter et al., 2016) permiten dormir la siesta durante el tiempo de trabajo. Esto se debe a que se ha demostrado que las siestas cortas de entre 10 y 20 minutos mejoran significativamente el estado de alerta, pero las siestas más largas causan una inercia significativa del sueño (Bérestégui et al., 2018).

Aún sin permitir el tiempo de descanso para siesta, muchas empresas permiten los descansos únicamente en momentos especificados por la organización, no en el momento que el empleado lo necesite o desee (Williamson & Friswell, 2013). El momento y la duración del descanso son importante, pero no es lo único que se debe contemplar. Sería útil revisar los enfoques ergonómicos, en especial el sistema macroergonómico del lugar y momento de los descansos para, teniendo en cuenta sus niveles, brindar las condiciones propicias para que el trabajador se recupere de su fatiga. Esto significa ofrecer en las instalaciones un espacio adecuado, dar educación sobre gestión de la fatiga para saber qué actividades son beneficiosas para una recuperación, y contar con el personal suficiente para permitir la socialización durante el descanso. Estas condiciones las puede proponer la organización apoyada de los trabajadores a través de la ergonomía participativa (Brandt et al., 2018; de Guimarães et al., 2015; Lu et al., 2021), la cual puede conducir a un aumento de la productividad, una disminución en los costos

de las enfermedades laborales, y a la reducción de los factores de riesgo laboral y el ausentismo laboral (Ross Owen Phillips et al., 2017).

El sistema ergonómico, aunque claramente arraigado a la ergonomía, disciplina que nació de la relación del hombre con el trabajo, fue el enfoque de menor aporte para la interpretación de las intervenciones. Su utilidad se evidenciaría más bien al contemplar todo el sistema de trabajo, tomando en cuenta los componentes, humano, objeto, entorno y actividad en la prevención a través del diseño, una estrategia prometedora para abordar la fatiga (Lu et al., 2021) que le corresponde a la organización.

No basta con determinar la intervención adecuada para el lugar de trabajo. Además de plantear la propuesta, se debe documentar y divulgar la información para que las estrategias relacionadas con el control de la fatiga se formalicen y se divulguen dentro de la empresa, y se debe tener presente los costos de la fatiga (Richter et al., 2016) para argumentar los beneficios de las acciones enfocadas a la gestión de la fatiga.

#### **4.1 Impacto de las Intervenciones**

Las intervenciones que se desean implementar, aunque cumplan con prevenir la fatiga o mitigar sus efectos sobre el trabajo, se deben evaluar ya que pueden tener resultados positivos o negativos en la salud y la productividad de la organización. Los beneficios de las intervenciones para gestionar el riesgo de fatiga se evidencian en una reducción en la accidentalidad, mejoras en la salud mental, en el funcionamiento cognitivo del individuo, y en su capacidad física y funcional.

Se evidencian a través de las intervenciones mejoras individuales como mayor influencia sobre el propio trabajo, aumento del control de fatiga percibido, mejor estado de ánimo, salud mental, calidad de sueño y calidad de vida en general. Inclusive, en una intervención con

enfermeras, los temas identificados fueron el rejuvenecimiento, sentirse apreciados y una pasión renovada por el trabajo (Wentzel & Brysiewicz, 2017).

En una intervención de eliminación del riesgo de fatiga en minería, la política de vacaciones obligatoria requería que los trabajadores se tomaran un tiempo libre del trabajo, dando así a los mineros la oportunidad de relajarse, pasar tiempo con familiares y amigos, y programar citas médicas (Eiter et al., 2014), influyendo positivamente sobre su calidad de vida.

El consumo de bebidas energéticas con cafeína puede mejorar el rendimiento mental, reducir el tiempo de reacción de elección, aumentar la concentración y aumentar el estado de alerta subjetivo (Gershon et al., 2009). La cafeína en el trabajador actúa como depresor del sueño, pero el incluir entre las instalaciones un lugar para tomar café adicionalmente aumenta las interacciones sociales entre los trabajadores, permitiendo que se distancien de sus tareas o, por el contrario, que consulten los problemas con compañeros y así aligerar la carga de la responsabilidad. Estos momentos de interacción con otros trabajadores también permite la creación de la cultura organizacional que a futuro facilitará la implementación de canales para reportar fatiga y recibir retroalimentación. Este escenario puede propiciar la ejecución de estrategias de corrección basadas en equipos, las cuales requieren que se comparta continuamente información sobre quién está en riesgo y qué tareas son vulnerables (Bérestégui et al., 2018).

Una de las intervenciones con mayor beneficio son las actividades físicas en el lugar de trabajo, escenario ideal para la implementación de la promoción de la salud, principalmente porque involucra a personas que no tienen tiempo o tienen otros obstáculos para participar en el ejercicio físico fuera del lugar de trabajo. Un aumento del nivel de actividad física, mejora el estado de salud general, incluyendo presión arterial, frecuencia cardíaca e índice de masa

corporal (H. G. Santos et al., 2020), y adicionalmente, se ha propuesto que una combinación de mecanismos psicológicos y fisiológicos subyace al efecto beneficioso del ejercicio en la fatiga relacionada con el trabajo (de Vries et al., 2017). Los ejercicios de resistencia son más eficientes que el entrenamiento ligero, ya que mejoran las funciones del aparato locomotor y tienen impactos positivos en los sistemas cardiovascular y musculoesquelético (H. G. Santos et al., 2020).

Con respecto a las siestas durante la jornada, la inercia del sueño se asocia con una disminución del rendimiento cognitivo, irritabilidad, confusión y comportamientos automáticos, y representan un riesgo significativo en términos de seguridad laboral ya que puede presentarse a través de la "desaceleración" y "desvinculación" de la tarea o por el contrario, centrarse en exceso en la tarea (Dawson et al., 2015). Aunque se encontró que el trabajador tarda en alcanzar el máximo rendimiento después de despertarse a, demostrando una memoria más pobre inmediatamente al despertar, se demuestran menos signos conductuales de falta de atención y somnolencia durante el resto del turno (Nejati et al., 2016).

Una intervención puede tener efectos adversos entre los distintos trabajadores, e inclusive en ocasiones, puede no solo tener consecuencias negativas, si no también convertirse en un factor de riesgo. Las fajas para soporte lumbar, usadas para prevenir fatiga física, pueden aumentar la presión intraabdominal del individuo (Lu et al., 2021). La automatización parcial de las tareas del operador podría aumentar el alcance de la fatiga pasiva relacionada con las tareas (Ross Owen Phillips et al., 2017), y el exceso de confianza y fiabilidad en la tecnología también puede llegar a ser peligroso (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011).

El acoplamiento del trabajador a nuevas tecnologías y herramientas implementadas en su puesto de trabajo puede implicar un tiempo prolongado para ser competente con el dispositivo,

pero da como resultado la generación de trabajadores multi-talentos (Nejati et al., 2016), y le permite al individuo sentir mayor influencia sobre el trabajo propio. En el sector construcción, el uso de un exoesqueleto generó malestar localizado, aumento de la actividad muscular compensatoria, atrofia muscular potencial, y cambios inseguros en la cinemática de movimiento del usuario (Hondzinski et al., 2019). En otro estudio, al implementar un dispositivo de ayuda para aliviar la fatiga física, los resultados mostraron efectos positivos en la influencia del dispositivo sobre la ejecución del trabajo propio y la fatiga general después de un día de trabajo típico, pero no en el dolor, la carga de trabajo percibida o la frecuencia con la que se realizaba el trabajo pesado (Brandt et al., 2018).

Por esto es necesaria la implementación de intervenciones que aborden las distintas variables del sistema y los distintos niveles de control. Finalmente, con trabajadores saludables y productivos, la organización cosecha frutos, por esto es tan importante que se involucre en la gestión desde el sistema macroergonómico (Cason, 2012).

Con un gestión adecuada se puede lograr una reducción de las lesiones relacionadas con el trabajo, reducción de los costos asociados con honorarios médicos, licencia por enfermedad y demandas, reducción de la fatiga de los trabajadores y aumento del estado de alerta de los trabajadores, la productividad y la calidad del trabajo (Hondzinski et al., 2019). Al invertir en las intervenciones para gestionar el riesgo de fatiga, la organización ahorra al reducir el presentismo y el ausentismo, aumenta el compromiso laboral (Edwardson, Yates, et al., 2018), y mejorar la seguridad en la organización, reduciendo costos por daños a la propiedad y pago de seguros (Eiter et al., 2014).

Finalmente, son pocas las organizaciones que involucran a las familias de los trabajadores en la formación. Si se llega a identificar que se debe proponer una intervención que

el trabajador realice por fuera del lugar de trabajo o de su jornada, es oportuno incluir su familia en la intervención para darles una mejor comprensión sobre cómo adaptarse por ejemplo al horario de un trabajador por turnos con respecto a la necesidad de sueño y nutrición saludable, y aportar al cuidado del trabajador con respecto a la fatiga y a la organización de las actividades familiares (Richter et al., 2016).

## **Capítulo 5.**

### **Conclusión**

Existen varios factores que motivan la implementación de un control de riesgo de fatiga dentro de un lugar de trabajo. Para la organización puede ser aumentar la productividad, reducir costes y retener a sus empleados, mientras que para el individuo el fin sea su salud, bienestar y motivación. Desde el concepto de gestión del riesgo de fatiga se reconoce como objetivo el evitar o controlar la fatiga por medio de alguna intervención. Al implementar la estrategia dentro de la organización, se debe realizar contemplando los distintos modos de operación, y evaluando la fatiga en los trabajadores (Allen et al., 2007). El registro de esta información permite evaluar la eficiencia de la intervención, determinar la curva de aprendizaje relacionada con la apropiación por parte del trabajador, y adicionalmente ver los efectos sobre la productividad.

Gran parte de un manejo inadecuado del riesgo de fatiga es la cultura de infatigabilidad (Dawson et al., 2015), presente por ejemplo en el sector de los servicios de emergencia y el sector salud, y la necesidad frecuente de operar con seguridad mientras están fatigados. Por esto, el primer paso para gestionar la fatiga es reconocerla, lo cual requiere tener visión sistémica del lugar, los procesos y los trabajadores (de Guimarães et al., 2015; Ross Owen Phillips et al., 2017).

Dado que muchas estrategias evolucionan naturalmente en el lugar de trabajo, estas ya representan contextos culturales y son aceptadas por los trabajadores (Ross O. Phillips, 2016). En otras ocasiones, la estandarización y la integración de la intervención a la gestión del riesgo de fatiga son una forma eficaz de probar posibles errores y medir la aceptabilidad entre los trabajadores antes de difundir la estrategia en la organización o el sector.

A las intervenciones se le debe probar su efectividad, y esta se debe adaptar a la situación real, operacional, no a una situación de prueba (Balkin, Horrey, Graeber, Czeisler, & Dingese, 2011), teniendo en cuenta factores como cantidad de personal (Allen et al., 2007; Ross O. Phillips, 2016), exigencias de la productividad y el ritmo de trabajo. La mayoría de los controles formales no abarcan la noción de prueba (Bérestégui et al., 2018) y, aunque el entrenamiento es distinto a la ejecución real por el contexto, las condiciones y las decisiones tomadas por el individuo (Fournier et al., 2007), se deben realizar pruebas antes de una implementación total para tomar decisiones en conjunto con los trabajadores que ejecutarán los nuevos procedimientos de trabajo.

Para lograr que una intervención se implemente dentro de una organización o un sector, se recomienda que la intervención pueda ser personalizable, adaptable, interactiva, controlada por datos y centrada en la calidad (Reiner & Krupinski, 2012). Se propone una planificación dinámica en la que el trabajador continuamente reevalúe las situaciones a medida que el contexto evoluciona. Esto se evidencia en los conductores de camiones, quienes tienen cierto grado de autonomía en cuanto a sus descansos, con tal de cumplir con los límites de tiempo (Fournier et al., 2007). La organización debe educar al trabajador sobre distintas estrategias que puede adoptar para lograr esta planificación dinámica, y a la vez el trabajador debe contar con la información relevante y oportuna para decidir qué estrategia ejecutar para gestionar la fatiga.

Una de las intervenciones más relevantes es el consumo de cafeína, ahora bien, qué tan útil puede ser esta medida si el trabajador no puede acceder a ella en el momento que siente fatiga porque tiene tiempos de descanso asignados o por el simple hecho de que la organización no le ofrece el espacio para tomarlo. Para la gestión del riesgo de fatiga no se puede solo esperar que la última línea de defensa, el trabajador, sea el único encargado de combatir la fatiga. La organización debe implementar las condiciones apropiadas para facilitar la gestión por parte del individuo.

Los enfoques ergonómicos y su desglose en los niveles del sistema micro y macroergonómico componen el modelo más completo para determinar a qué debe apuntar la intervención. Facilitan el conocimiento de la organización a partir de los distintos niveles sobre los cuales puede intervenir para dar un espacio físico, temporal, social y normativo propicio para que se dé la gestión del riesgo de fatiga dentro del lugar de trabajo. Al implementar una intervención, la jerarquía de controles permite apuntar a un nivel de control del riesgo al que se desea llegar, mientras tanto, al plantear la intervención el sistema ergonómico permite reconocer las distintas variables que podrán ser afectadas por el cambio. Una intervención y una gestión del riesgo que combine las variables usadas en este estudio debe ser más eficaz que uno que se centra solo en una dimensión. Aun así, no es necesario que se tomen todas las acciones a la vez. Por medio de un proceso de mejora continua, se puede garantizar que los beneficios crezcan con el tiempo (Lerman et al., 2012).

En el presente estudio se logró llegar a la divulgación de medidas de intervención aplicadas en los lugares de trabajo y a la construcción de un marco de trabajo que permite buscar de manera fácil factores sobre los cuales intervenir para gestionar la fatiga. La matriz de intervenciones resume algunos ejemplos de control de fatiga, tomados de los artículos revisados,

y clasificados según distintas variables con el fin de presentar un abanico de opciones que se pueden complementar según las necesidades de cada empresa. Esto se acompañó de un marco de trabajo que sirve de guía para la gestión de la fatiga, donde se exponen factores específicos a tener en cuenta que surgen de las relaciones entre los componentes de un sistema de trabajo.

Al implementar las intervenciones, se podrán encontrar con barreras para la formalización y divulgación. La mala gestión de la comunicación del conocimiento con respecto a la gestión de la fatiga y el entrenamiento que requiere la apropiación de algunas intervenciones puede atrasar la evidencia de los beneficios de su implementación. Se debe trabajar en identificar y formalizar estrategias de prevención y afrontamiento de la fatiga para establecer en el lugar de trabajo un sistema de gestión del riesgo de fatiga y desarrollar técnicas culturalmente apropiadas para una mejor gestión del riesgo de fatiga.

Se pueden resumir las recomendaciones para la gestión de la fatiga en el lugar de trabajo en los siguientes puntos:

0. Construir el clima organizacional propicio para reportar la fatiga y divulgar estrategias para su gestión.
1. Usar fuentes individuales, sociales y tecnológicas para detectar la fatiga.
2. Registrar indicadores de bienestar y productividad, y recibir reportes de los trabajadores, para reconocer el proceso o el momento en el que se debe intervenir.
3. Reconocer el sistema micro y macroergonómico del lugar de trabajo para determinar el nivel en el que se presenta la fuente donde se debe combatir la fatiga.
4. Determinar el conjunto de estrategias que componen la intervención, junto con los trabajadores, a partir de los recursos de la empresa, la flexibilidad de la operación y la autonomía del trabajador.

5. Permitir un periodo de prueba y ajuste al implementar la intervención para evaluar los posibles errores y su nivel de aceptabilidad.
6. Formalizar, estandarizar y comunicar la intervención dentro de la empresa.
7. Continuar el monitoreo de fatiga y constantemente reevaluar el sistema de trabajo.

### **5.1 Limitaciones**

Esta investigación, por ser construida a partir de literatura de bases científicas, tiene la limitación de contar únicamente con artículos publicados, lo cual significa que cuenta con mayor cantidad de intervenciones formales. En esta recopilación, aunque se identificaron algunas estrategias informales, es posible que hayan quedado cortas frente a la gestión en los distintos sectores. Las estrategias informales, se evidenció, que se identifican en mayor medida en los artículos construidos a partir de entrevistas y grupos focales. Los sectores informales no fueron incluidos en este estudio por falta de representación entre los artículos científicos con respecto a la fatiga. Adicionalmente, la representación de la fatiga en Latinoamérica es muy escasa, en esta investigación solo se encontró un estudio elaborado en Costa Rica.

### **5.2 Futuras Investigaciones**

En los estudios revisados no se encontró alguno que presentara un seguimiento detallado sobre la medida de intervención en términos distintos a la fatiga, por ejemplo, con respecto a la productividad, la accidentalidad, la rotación de personal o los costos operativos. Otro seguimiento que se podría hacer frente a una intervención para gestionar el riesgo de fatiga es desde la perspectiva de mejora continua, para contrastar el orden en que se implementan las intervenciones con la clasificación de las variables de alguno de los enfoques propuestos en este estudio.

El análisis de las intervenciones y su momento de inclusión dentro del ciclo de diseño, podría llevar a una comparación entre los costos y la eficiencia de implementar una estrategia durante la fase de concepción de un proceso con respecto a un proceso que ya esté en ejecución. También, a partir de lo que propone Fu Guo (2017), sobre la correlación de fatiga con tareas con las que los trabajadores no estaban familiarizados, y con tareas que se vuelven monótonas, se podría hacer una investigación sobre la presentación de fatiga a lo largo de una curva de aprendizaje.

Finalmente, a partir de lo que se planteó en este estudio como nivel de receptor, sería interesante ahondar sobre la propuesta de un nivel menor al de EPP en la jerarquía de controles.

## Referencias

- Allen, P., Wadsworth, E., & Smith, A. (2007). The prevention and management of seafarers' fatigue: a review. *International Maritime Health*, 58(1–4), 167–177.
- An, M., Colarelli, S. M., O'Brien, K., & Boyajian, M. E. (2016). Why we need more nature at work: Effects of natural elements and sunlight on employee mental health and work attitudes. *PLoS ONE*, 11(5), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155614>
- Anund, A., Fors, C., Kecklund, G., van Leeuwen, W., & Akerstedt, T. (2015). *Countermeasures for fatigue in transportation*. April.
- Ardila-Jaimes, C. P., & Rodríguez-Amaya, R. M. (2018). VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO DE CULTURA ERGONÓMICA EN CENTROS DE TRABAJO CCE-T. *Papel de La Interculturalidad En El Control Del Cáncer En Pueblos Indígenas*, 6–7.
- Asensio-Cuesta, S., García-Gómez, J. M., Poza-Luján, J. L., & Conejero, J. A. (2019). A game-theory method to design job rotation schedules to prevent musculoskeletal disorders based on workers' preferences and competencies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(23), 1–17. <https://doi.org/10.3390/ijerph16234666>
- Aveyard, H. (2014). Doing a Literature Review in Health and Social Care. In *Mc Graw Hill Education* (Vol. 3).
- Balkin, T. J., Horrey, W. J., Graeber, R. C., Czeisler, C. A., & Dinges, D. F. (2011). The challenges and opportunities of technological approaches to fatigue management. *Accident Analysis and Prevention*, 43(2), 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.12.006>
- Balkin, T. J., Horrey, W. J., Graeber, R. C., Czeisler, C. A., & Dinges, D. F. (2011). The challenges and opportunities of technological approaches to fatigue management. *Accident Analysis and Prevention*, 43(2), 565–572.
- file:///C:/Users/Usuario/Desktop/Maestría/Proyecto de Investigación/00. Proyecto Final/Fatiga/Base de datos/Tech approaches to fatigue management.htm
- Barger, L. K., Runyon, M. S., Renn, M. L., Moore, C. G., Weiss, P. M., Condlle, J. P., Flickinger, K. L., Divecha, A. A., Coppler, P. J., Sequeira, D. J., Lang, E. S., Higgins, J. S., & Patterson, P. D. (2018). Effect of Fatigue Training on Safety, Fatigue, and Sleep in Emergency Medical Services Personnel and Other Shift Workers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Prehospital Emergency Care*, 22(S1), 58–68. <https://doi.org/10.1080/10903127.2017.1362087>

- Bérastégui, P., Jaspard, M., Ghuysen, A., & Nyssen, A. S. (2018). Fatigue-related risk management in the emergency department: A focus-group study. *Internal and Emergency Medicine, 13*(8), 1273–1281. <https://doi.org/10.1007/s11739-018-1873-3>
- Bergouignan, A., Legget, K. T., De Jong, N., Kealey, E., Nikolovski, J., Groppe, J. L., Jordan, C., O'Day, R., Hill, J. O., & Bessesen, D. H. (2016). Effect of frequent interruptions of prolonged sitting on self-perceived levels of energy, mood, food cravings and cognitive function. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 13*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0437-z>
- Bláfoss, R., Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Brandt, M., Bay, H., & Andersen, L. L. (2019). Physical workload and bodily fatigue after work: Cross-sectional study among 5000 workers. *European Journal of Public Health, 29*(5), 837–842. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz055>
- Brandt, M., Madeleine, P., Samani, A., Ajslev, J. Z. N., Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., & Andersen, L. L. (2018). Effects of a participatory ergonomics intervention with wearable technical measurements of physical workload in the construction industry: Cluster randomized controlled trial. *Journal of Medical Internet Research, 20*(12). <https://doi.org/10.2196/10272>
- Bravo-Herrera, M., & Carazo-Vargas, P. (2019). The effect of one-session rhythm therapy on mood states in female and Male corporate employees. *Retos, 36*(2), 273–277. <https://doi.org/10.47197/retos.v36i36.64967>
- Butler, T., & Gillette, J. (2019). Exoskeletons: Used as PPE for Injury Prevention. *Professional Safety, 33*.
- Calogiuri, G., Evensen, K., Weydahl, A., Andersson, K., Patil, G., Ihlebæk, C., & Raanaas, R. K. (2016). Green exercise as a workplace intervention to reduce job stress. Results from a pilot study. *Work, 53*(1), 99–111. <https://doi.org/10.3233/WOR-152219>
- Cason, D. L. D. (2012). Ergonomic principles and tools for best interdisciplinary psycho-physical stress prevention. *Work, 41*(SUPPL.1), 3920–3922. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0062-3920>
- Castillo-Martinez, A., Medina-Merodio, J. A., Gutierrez-Martinez, J. M., Aguado-Delgado, J., de-Pablos-Heredero, C., & Otón, S. (2018). Evaluation and improvement of lighting efficiency in working spaces. *Sustainability (Switzerland), 10*(4), 1–16.

<https://doi.org/10.3390/su10041110>

- Coleman Wood, K. A., Lowndes, B. R., Buus, R. J., & Hallbeck, M. S. (2018). Evidence-based intraoperative microbreak activities for reducing musculoskeletal injuries in the operating room. *Work*, *60*(4), 649–659. <https://doi.org/10.3233/WOR-182772>
- Dawson, D., Chapman, J., & Thomas, M. J. W. (2012). Fatigue-proofing: A new approach to reducing fatigue-related risk using the principles of error management. *Sleep Medicine Reviews*, *16*(2), 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2011.05.004>
- Dawson, D., Mayger, K., Thomas, M. J. W., & Thompson, K. (2015). Fatigue risk management by volunteer fire-fighters: Use of informal strategies to augment formal policy. *Accident Analysis and Prevention*, *84*, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.06.008>
- Dawson, D., & Thomas, M. J. W. (2019). Fatigue management in practice – It’s just good teamwork. *Sleep Medicine Reviews*, *48*, 101221. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2019.101221>
- de Guimarães, L. B. M., Anzanello, M. J., Ribeiro, J. L. D., & Saurin, T. A. (2015). Participatory ergonomics intervention for improving human and production outcomes of a Brazilian furniture company. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *49*, 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.02.002>
- de Vries, J. D., van Hooff, M. L. M., Geurts, S. A. E., & Kompier, M. A. J. (2017). Exercise to reduce work-related fatigue among employees: A randomized controlled trial. *Scandinavian Journal of Work, Environment and Health*, *43*(4), 337–349. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3634>
- Djukic, M., Kovner, C., Budin, W. C., & Norman, R. (2010). Physical work environment: Testing an expanded model of job satisfaction in a sample of registered nurses. *Nursing Research*, *59*(6), 441–451. <https://doi.org/10.1097/NNR.0b013e3181fb2f25>
- Dode, P., Greig, M., Zolfaghari, S., & Neumann, W. P. (2016). Integrating human factors into discrete event simulation: A proactive approach to simultaneously design for system performance and employees well being. *International Journal of Production Research*, *54*(10), 3105–3117. <https://doi.org/10.1080/00207543.2016.1166287>
- Dorrian, J., Baulk, S. D., & Dawson, D. (2011). Work hours, workload, sleep and fatigue in Australian Rail Industry employees. *Applied Ergonomics*, *42*(2), 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.06.009>

- Dutta, N., Koepp, G. A., Stovitz, S. D., Levine, J. A., & Pereira, M. A. (2014). Using sit-stand workstations to decrease sedentary time in office workers: A randomized crossover trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *11*(7), 6653–6665. <https://doi.org/10.3390/ijerph110706653>
- Edwardson, C. L., Biddle, S. J. H., Clarke-Cornwell, A., Clemes, S., Davies, M. J., Dunstan, D. W., Eborall, H., Granat, M. H., Gray, L. J., Healy, G. N., Richardson, G., Yates, T., & Munir, F. (2018). A three arm cluster randomised controlled trial to test the effectiveness and cost-effectiveness of the SMART Work & Life intervention for reducing daily sitting time in office workers: Study protocol 11 Medical and Health Sciences 1117 Public Health and . *BMC Public Health*, *18*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6017-1>
- Edwardson, C. L., Yates, T., Biddle, S. J. H., Davies, M. J., Dunstan, D. W., Esliger, D. W., Gray, L. J., Jackson, B., O’Connell, S. E., Waheed, G., & Munir, F. (2018). Effectiveness of the stand more at (SMArT) work intervention: Cluster randomised controlled trial. *BMJ (Online)*, *363*. <https://doi.org/10.1136/bmj.k3870>
- Eiter, B. M., Steiner, L., & Kelhart, A. (2014). Application of fatigue management systems: small mines and low technology solutions. *Mining Engineering*, *176*(1), 69–75.
- Eriksen, W. (2006). Work factors as predictors of persistent fatigue: A prospective study of nurses’ aides. *Occupational and Environmental Medicine*, *63*(6), 428–434. <https://doi.org/10.1136/oem.2005.019729>
- Ewertowski, T., & Berlik, M. (2021). Fatigue Risk Management of the Operator Based on Selected Examples. *Journal of KONBiN*, *50*(4), 287–297. <https://doi.org/10.2478/jok-2020-0087>
- Ferguson, D. A., & Major, G. (1974). Vision at work. *Applied Ergonomics*, *June*, 84–93.
- Fournier, P. S., Montreuil, S., & Brun, J. P. (2007). Fatigue management by truck drivers in real life situations: Some suggestions to improve training. *Work*, *29*(3), 213–224.
- Gander, P. H., Marshall, N. S., Bolger, W., & Girling, I. (2005). An evaluation of driver training as a fatigue countermeasure. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *8*(1), 47–58. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2005.01.001>
- Gander, P., Hartley, L., Powell, D., Cabon, P., Hitchcock, E., Mills, A., & Popkin, S. (2011). Fatigue risk management: Organizational factors at the regulatory and industry/company level. *Accident Analysis and Prevention*, *43*(2), 573–590.

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.11.007>

- Garrick, A., Mak, A. S., Cathcart, S., Winwood, P. C., Bakker, A. B., & Lushington, K. (2014). Psychosocial safety climate moderating the effects of daily job demands and recovery on fatigue and work engagement. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 87(4), 694–714. <https://doi.org/10.1111/joop.12069>
- Gershon, P., Shinar, D., & Ronen, A. (2009). Evaluation of experience-based fatigue countermeasures. *Accident Analysis and Prevention*, 41(5), 969–975. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.05.012>
- Groves, P. S., Farag, A., & Bunch, J. L. (2020). Strategies for and Barriers to Fatigue Management Among Acute Care Nurses. *Journal of Nursing Regulation*, 36–43.
- Guo, F., Wang, T., & Ning, Z. (2017). Subjective measures of work-related fatigue in automobile factory employees. *Work*, 58(2), 233–240. <https://doi.org/10.3233/WOR-172606>
- Helbostad, J. L., Sturnieks, D. L., Menant, J., Delbaere, K., Lord, S. R., & Pijnappels, M. (2010). Consequences of lower extremity and trunk muscle fatigue on balance and functional tasks in older people: A systematic literature review. *BMC Geriatrics*, 10. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-10-56>
- Henderson, B., Stuckey, R., & Keegel, T. (2018). Current and ceased users of sit stand workstations: A qualitative evaluation of ergonomics, safety and health factors within a workplace setting. *BMC Public Health*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-6296-6>
- Hernández, P., Andrea, P., Mina, L., Vanessa, H., Paz, G., Marcela, L., & Mancilla, B. (2015). *Síntomas De Fatiga Física Percibida Por Trabajadores Administrativos De Dos Instituciones De Educación Superior*.
- Hondzinski, J. M., Ikuma, L., De Queiroz, M., & Wang, C. (2019). Effects of exoskeleton use on movement kinematics during performance of common work tasks: A case study. *Work*, 61(4), 575–588. <https://doi.org/10.3233/WOR-162827>
- Horrey, W. J., Noy, Y. I., Folkard, S., Popkin, S. M., Howarth, H. D., & Courtney, T. K. (2011). Research needs and opportunities for reducing the adverse safety consequences of fatigue. *Accident Analysis and Prevention*, 43(2), 591–594. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.01.014>

- ICAO, T. I. C. A. O. (2008). Fatigue Risk Management Systems Addressing Fatigue Within a Just Safety Culture. *Risk Management, June*, 1–8.
- ICONTEC. (2007). Norma Técnica Colombiana NTC-OHSAS 18001: Sistemas de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional. Requisitos. *NTC, 1(571)*, 40.
- IPIECA. (2007). *Managing fatigue in the workplace A guide for the oil and gas industry THE GLOBAL OIL AND GAS INDUSTRY ASSOCIATION FOR ENVIRONMENTAL AND SOCIAL ISSUES*. [https://www.ipieca.org/media/4729/managing\\_fatigue\\_2019.pdf](https://www.ipieca.org/media/4729/managing_fatigue_2019.pdf)
- Kiley, K. A., Sehgal, A. R., Neth, S., Dolata, J., Pike, E., Spilsbury, J. C., & Albert, J. M. (2018). The Effectiveness of Guided Imagery in Treating Compassion Fatigue and Anxiety of Mental Health Workers. *Social Work Research, 42(1)*, 33–43.  
<https://doi.org/10.1093/swr/svx026>
- Kołodziej, S., & Ligarski, M. J. (2017). The Influence of Physical Fatigue on Work on a Production Line. *Acta Technologica Agriculturae, 20(3)*, 63–68. <https://doi.org/10.1515/ata-2017-0013>
- Kowawlsky, R. J., Perdomo, S. J., Taormina, J. M., Kline, C. E., Hergenroeder, A. L., Balzer, J. R., Jakicic, J. M., & Gibbs, B. B. (2018). Effect of Using a Sit-Stand Desk on Ratings of Discomfort, Fatigue, and Sleepiness across a Simulated Work Day in Overweight and Obese Adults. *Journal of Physical Activity and Health, 15(10)*, 788–794.  
<https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0639.Effect>
- Lee, E., Daugherty, J. A., Eskierka, K., & Hamelin, K. (2019). Compassion Fatigue and Burnout, One Institution’s Interventions. *Journal of Perianesthesia Nursing, 34(4)*, 767–773.  
<https://doi.org/10.1016/j.jopan.2018.11.003>
- Lerman, S. E., Eskin, E., Flower, D. J., George, E. C., Gerson, B., Hartenbaum, N., Hursh, S. R., & Moore-Ede, M. (2012). Fatigue risk management in the workplace. *Journal of Occupational and Environmental Medicine, 54(2)*, 231–258.  
<https://doi.org/10.1097/JOM.0b013e318247a3b0>
- Li, G., & Buckle, P. (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics, 42(5)*, 674–695. <https://doi.org/10.1080/001401399185388>
- Lloyd, C., & Champion, D. P. (2017). Occupational stress and the importance of self-care and resilience: Focus on veterinary nursing. *Irish Veterinary Journal, 70(1)*, 1–7.

<https://doi.org/10.1186/s13620-017-0108-7>

Loisel, P., Gosselin, L., Durand, P., Lemaire, J., Poitras, S., & Abenhaim, L. (2001).

Implementation of a participatory ergonomics program in the rehabilitation of workers suffering from subacute back pain. *Applied Ergonomics*, *32*(1), 53–60.

[https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(00\)00038-7](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(00)00038-7)

Lu, L., Megahed, F. M., & Cavuoto, L. A. (2021). Interventions to Mitigate Fatigue Induced by Physical Work: A Systematic Review of Research Quality and Levels of Evidence for Intervention Efficacy. *Human Factors*, *63*(1), 151–191.

<https://doi.org/10.1177/0018720819876141>

Mahdavi, N., Dianat, I., Heidarimoghadam, R., Khotanlou, H., & Faradmali, J. (2020). A review of work environment risk factors influencing muscle fatigue. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *80*(July). <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2020.103028>

Mendoza Villaveces, J. A., López Cortes, L. F., & Duque Moreno, L. V. (2016). *Factores Relacionados A La Fatiga Laboral: Causas, Consecuencias Y Medidas De Control, Documentados En La Literatura Entre Los Años 2006 Y 2016*.

Ministerio de la Protección Social. (2010). *Batería de instrumentos para la evaluación de factores de riesgo psicosocial*.

Ministerio del Trabajo. (2015). *Gestión de la jornada y prevención de la fatiga laboral*.

Morrow, G., Burford, B., Carter, M., & Illing, J. (2014). Have restricted working hours reduced junior doctors' experience of fatigue? A focus group and telephone interview study. *BMJ Open*, *4*(3). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-004222>

NCBI. (2020). *Fatigue*.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh/?term=%22Fatigue%22%5BMeSH+Terms%5D>

Nejati, A., Shepley, M., & Rodiek, S. (2016). A review of design and policy interventions to promote nurses' restorative breaks in health care workplaces. *Workplace Health and Safety*, *64*(2), 70–77. <https://doi.org/10.1177/2165079915612097>

Patterson, P. D., Higgins, J. S., Van Dongen, H. P. A., Buysse, D. J., Thackery, R. W., Kupas, D. F., Becker, D. S., Dean, B. E., Lindbeck, G. H., Guyette, F. X., Penner, J. H., Violanti, J. M., Lang, E. S., & Martin-Gill, C. (2018). Evidence-Based Guidelines for Fatigue Risk Management in Emergency Medical Services. *Prehospital Emergency Care*, *22*(S1), 89–101. <https://doi.org/10.1080/10903127.2017.1376137>

- Petrie, K. J., Powell, D., & Broadbent, E. (2004). Fatigue self-management strategies and reported fatigue in international pilots. *Ergonomics*, *47*(5), 461–468.  
<https://doi.org/10.1080/0014013031000085653>
- Phillips, Ross O. (2016). *Countermeasures for use in fatigue risk management*.
- Phillips, Ross Owen, Kecklund, G., Anund, A., & Sallinen, M. (2017). Fatigue in transport: a review of exposure, risks, checks and controls\*. *Transport Reviews*, *37*(6), 742–766.  
<https://doi.org/10.1080/01441647.2017.1349844>
- Reason, J. (1997). Managing the Risks of Organizational Accidents. In עלון הגנטע (Vol. 66). Ashgate Publishing.
- Redeker, N. S., Caruso, C. C., Hashmi, S. D., Mullington, J. M., Grandner, M., & Morgenthaler, T. I. (2019). Workplace interventions to promote sleep health and an alert, healthy workforce. *Journal of Clinical Sleep Medicine*, *15*(4), 649–657.  
<https://doi.org/10.5664/jcsm.7734>
- Reiner, B. I., & Krupinski, E. (2012). Innovation strategies for combating occupational stress and fatigue in medical imaging. *Journal of Digital Imaging*, *25*(4), 445–448.  
<https://doi.org/10.1007/s10278-011-9437-3>
- Richter, K., Acker, J., Adam, S., & Niklewski, G. (2016). Prevention of fatigue and insomnia in shift workers-a review of non-pharmacological measures. *EPMA Journal*, *7*(1).  
<https://doi.org/10.1186/s13167-016-0064-4>
- Santos, H. G., Chiavegato, L. D., Valentim, D. P., & Padula, R. S. (2020). Effectiveness of a progressive resistance exercise program for industrial workers during breaks on perceived fatigue control: A cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, *20*(1), 1–11.  
<https://doi.org/10.1186/s12889-020-08994-x>
- Santos, J., Baptista, J. S., Monteiro, P. R. R., Miguel, A. S., Santos, R., & Vaz, M. A. P. (2014). The influence of task design on upper limb muscles fatigue during low-load repetitive work: A systematic review. *International Journal of Industrial Ergonomics*, *52*, 78–91.  
<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.09.010>
- Scott, P., Kogi, K., & McPhee, B. (n.d.). *Ergonomics Guidelines for occupational health practice in industrially developing countries*.
- Sedighi Maman, Z., Alamdar Yazdi, M. A., Cavuoto, L. A., & Megahed, F. M. (2017). A data-driven approach to modeling physical fatigue in the workplace using wearable sensors.

- Applied Ergonomics*, 65, 515–529. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.02.001>
- Sedighi Maman, Z., Chen, Y. J., Baghdadi, A., Lombardo, S., Cavuoto, L. A., & Megahed, F. M. (2020). A data analytic framework for physical fatigue management using wearable sensors. *Expert Systems with Applications*, 155. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113405>
- Smets, EMA, Garssen, B, Bonke, B, de Haes, J. (1995). Pergamon FATIGUE INVENTORY ( MFI ) PSYCHOMETRIC QUALITIES OF AN INSTRUMENT TO. *Journal of Psychosomatic Research*, 39(5), 315–325.  
[https://www.academia.edu/5238606/The\\_multidimensional\\_Fatigue\\_Inventory\\_MFI\\_psychometric\\_qualities\\_of\\_an\\_instrument\\_to\\_assess\\_fatigue](https://www.academia.edu/5238606/The_multidimensional_Fatigue_Inventory_MFI_psychometric_qualities_of_an_instrument_to_assess_fatigue)
- Speed, G., Harris, K., & Keegel, T. (2018). The effect of cushioning materials on musculoskeletal discomfort and fatigue during prolonged standing at work: A systematic review. *Applied Ergonomics*, 70(March), 300–314.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2018.02.021>
- Steege, L. M., & Dykstra, J. G. (2016). A macroergonomic perspective on fatigue and coping in the hospital nurse work system. *Applied Ergonomics*, 54, 19–26.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.11.006>
- Techera, U., Hallowell, M., Stambaugh, N., & Littlejohn, R. (2016). Causes and consequences of occupational fatigue: Meta-Analysis and systems model. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 58(10), 961–973.  
<https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000000837>
- Tepas, D. I. (1994). Technological Innovation and the Management of Alertness and Fatigue in the Workplace. *Human Performance*, 7(3), 165–180.  
<https://doi.org/10.1080/08959289409539853>
- Thorp, A. A., Kingwell, B. A., Owen, N., & Dunstan, D. W. (2014). Breaking up workplace sitting time with intermittent standing bouts improves fatigue and musculoskeletal discomfort in overweight/obese office workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(11), 765–771. <https://doi.org/10.1136/oemed-2014-102348>
- Tucker, P. (2003). The impact of rest breaks upon accident risk, fatigue and performance: A review. *Work and Stress*, 17(2), 123–137. <https://doi.org/10.1080/0267837031000155949>
- Van Drongelen, A., Van Der Beek, A. J., Hlobil, H., Smid, T., & Boot, C. R. L. (2013). Development and evaluation of an intervention aiming to reduce fatigue in airline pilots:

- Design of a randomised controlled trial. *BMC Public Health*, 13(1).  
<https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-776>
- Vedder, J., & Laurig, W. (2010). Ergonomía: Herramientas Y Enfoques. *Enciclopedia de Salud y Seguridad En El Trabajo*, 29.2-29.102.
- Völker, I., Kirchner, C., & Bock, O. L. (2016). On the relationship between subjective and objective measures of fatigue. *Ergonomics*, 59(9), 1259–1263.  
<https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1110622>
- Wentzel, D., & Brysiewicz, P. (2017). Integrative review of facility interventions to manage compassion fatigue in oncology nurses. *Oncology Nursing Forum*, 44(3), E124–E140.  
<https://doi.org/10.1188/17.ONF.E124-E140>
- Williamson, A., & Friswell, R. (2013). Fatigue in the workplace: causes and countermeasures. *Fatigue: Biomedicine, Health and Behavior*, 1(1–2), 81–98.  
<https://doi.org/10.1080/21641846.2012.744581>
- Wong, I. S., Popkin, S., & Folkard, S. (2019). Working time society consensus statements: A multi-level approach to managing occupational sleep-related fatigue. *Industrial Health*, 57(2), 228–244. <https://doi.org/10.2486/indhealth.SW-6>
- Yazdi, Z., & Sadeghniaat-Haghighi, K. (2015). Fatigue management in the workplace. *Industrial Psychiatry Journal*, 24(1), 12. <https://doi.org/10.4103/0972-6748.160915>
- Yung, M., Du, B., Gruber, J., & Yazdani, A. (2021). Developing a Canadian fatigue risk management standard for first responders: Defining the scope. *Safety Science*, 134(October 2020), 105044. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105044>