

<https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.994>

*Artículos científicos*

## **Los ciclos circadianos y su influencia en la ocurrencia de accidentes en las organizaciones de Estado de México**

*Circadian Cycles and Their Influence on the Occurrence of Accidents in Organizations from the East of the Estado de México*

*Ciclos circadianos e sua influência na ocorrência de acidentes em organizações no Estado do México*

**Lizette Alvarado Tarango**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México

[lalvarado@itcj.edu.mx](mailto:lalvarado@itcj.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-7934-8330>

**Juan Pedro Benítez Guadarrama**

Universidad Autónoma del Estado de México, México

[jpbenitezg@uaemex.mx](mailto:jpbenitezg@uaemex.mx)

<https://orcid.org/0000-0002-2826-6359>

**Alfonso Aldape Almillio**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México

[aaldape@itcj.edu.mx](mailto:aaldape@itcj.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0001-8921-9479>

**Francisco Zorrilla Briones**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México

[fzorrilla@itcj.edu.mx](mailto:fzorrilla@itcj.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-0553-9841>

**Manuel Alonso Rodríguez Morachis**

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México

[mmorachis@itcj.edu.mx](mailto:mmorachis@itcj.edu.mx)

<https://orcid.org/0000-0003-1581-7737>



## Resumen

Las organizaciones industriales o de transformación aspiran a contratar trabajadores para realizar actividades en los procesos de producción bajo condiciones óptimas. Sin embargo, los diferentes contextos pueden cambiar las condiciones y afectar su estado de biorritmo. Al alterarse estos factores se propicia la ocurrencia de un accidente de trabajo. El objetivo del presente trabajo es investigar la existencia de una relación entre los ciclos circadianos con las incidencias en los accidentes de trabajo en los sistemas de producción de las entidades industriales o de transformación. En este estudio longitudinal, se utilizaron las bases de datos proporcionadas por la subdelegación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) de la zona oriente del Estado de México de los años 2013, 2014 y 2015. En el procesamiento y análisis de datos se utilizó estadística descriptiva, a fin de conocer el comportamiento de las variables en la muestra. Los resultados sugieren que los ciclos circadianos conformados por el estado físico, emocional e intelectual influyen significativamente en la ocurrencia de los accidentes de trabajo al interior de la empresa. Lo anterior permite inferir que conocer el estado biorrímico es relevante porque, principalmente, permite ubicar y reubicar a trabajadores en periodos expuestos a riesgos y, en segunda instancia, evitar el aumento en el seguro de prima de riesgo de trabajo.

**Palabras clave:** accidente de trabajo, biorritmos, ciclos circadianos, riesgos laborales.

## Abstract

Industrial or transformation organizations aspire to hire workers to carry out activities in the production processes under optimal conditions. However, different contexts can change conditions and affect their biorhythmic status. When these factors are altered, the occurrence of an accident at work occurs. The aim of this work is to investigate the existence of a relationship between circadian cycles with the incidence of accidents at work in the production systems of industrial or transformation entities. In this longitudinal study, the databases provided by the sub-delegation of the Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) of the eastern part of the Estado de México for the years 2013, 2014 and 2015 were used.. In the data analysis, descriptive statistics of variables were applied, in order to know the behavior of the variables in the sample. The results suggest that the circadian cycles made up of the physical, emotional and intellectual state significantly influence the occurrence of workplace accidents within the company. The foregoing allows us to infer that knowing the

biorhythmic state is relevant because, mainly, it allows locating and relocating workers in periods exposed to risks and, secondly, avoiding the increase in the insurance of the occupational risk premium.

**Keywords:** accidents at work, biorhythms, circadian cycles, occupational hazards.

## Resumo

As organizações industriais ou de transformação aspiram a contratar trabalhadores para realizar atividades nos processos de produção em condições ideais. No entanto, contextos diferentes podem alterar as condições e afetar seu status de biorritmo. Ao alterar esses fatores, favorece-se a ocorrência de acidente de trabalho. O objetivo deste trabalho é investigar a existência de uma relação entre ciclos circadianos com incidências de acidentes de trabalho nos sistemas de produção de entidades industriais ou de transformação. Neste estudo longitudinal, foram utilizadas as bases de dados fornecidas pela subdelegação do Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) da zona leste do Estado do México nos anos de 2013, 2014 e 2015. estatística descritiva, a fim de saber o comportamento das variáveis da amostra. Os resultados sugerem que os ciclos circadianos compostos pelo estado físico, emocional e intelectual influenciam significativamente na ocorrência de acidentes de trabalho dentro da empresa. O exposto permite inferir que conhecer o estado biorrímico é relevante porque, principalmente, permite localizar e recolocar trabalhadores em períodos de exposição a riscos e, em segundo lugar, evitar o aumento do seguro do prémio de risco do trabalho.

**Palavras-chave:** acidente de trabalho, biorritmos, ciclos circadianos, riscos ocupacionais.

**Fecha Recepción:** Enero 2021

**Fecha Aceptación:** Julio 2021

---

## Introducción

En el siglo XIX, los primeros estudios sobre los ciclos circadianos se realizaron en ciertos “ritmos” o “ciclos” de vida que luego fueron llamados *biorritmos*. La palabra *biorritmo* está compuesta por dos términos griegos, *bios* y *rhythmos*, que significan ‘vida’ y un constante o periódico ‘ritmo’. La teoría del biorritmo define y mide tres fundamentales e importantes ciclos del género humano: el ciclo físico, el emocional y el intelectual.

Wilhelm Fliess, un respetado y conocido doctor de Berlín, comenzó a interesarse por los biorritmos en el año de 1890. Fliess, que había observado ciclos de 23 y 28 días en muchos de sus pacientes, comenzó a recoger estadísticas sobre las frecuencias periódicas de la fiebre,

de los malestares infantiles y de la predisposición a enfermedades y a la muerte. Con estas estadísticas, Fliess creyó haber descubierto “periodos” fundamentales de la vida humana.

Sucesivamente, el doctor Fliess desarrolló dos de las teorías más importantes sobre los biorritmos: la primera sostiene que la naturaleza concede al hombre “relojes internos” que miden el tiempo a lo largo de toda su vida; la segunda teoría afirma que uno de estos relojes, el regulado por ciclos de 23 días, influencia la condición física y el otro, el regulado por un ciclo de 28 días, influencia la parte emotiva del ser humano y su nivel de sensibilidad.

Desafortunadamente, la teoría del biorritmo cayó en un tremendo comercialismo que demeritó los estudios serios que se habían hecho para tratar de determinar la existencia de una base científica.

Sin embargo, dichos estudios han estado de cierto modo limitados tanto en número de casos como de empresas analizadas. Como se verá más adelante, actualmente se han desarrollado diversos estudios que investigan la relación entre los ciclos circadianos y diversos aspectos médicos, sin embargo, son pocos los estudios encontrados que buscan relacionar el estado biorrítmico del individuo con la incidencia de accidentes laborales.

El objetivo del presente trabajo es investigar la existencia de una relación entre los ciclos circadianos con las incidencias en los accidentes de trabajo en los sistemas de producción de las entidades industriales o de transformación. En este estudio longitudinal, se utilizaron las bases de datos proporcionadas por la subdelegación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) de la zona oriente del Estado de México de los años 2013, 2014 y 2015. En el análisis de datos, se utilizó estadística descriptiva de las variables a fin de conocer el comportamiento de estas en la muestra. Los resultados indican que los ciclos circadianos conformados por el estado físico, emocional e intelectual influyen significativamente en la ocurrencia de los accidentes de trabajo al interior de la empresa. Lo anterior permite inferir que conocer el estado biorrítmico es relevante porque, principalmente, permite ubicar y reubicar a trabajadores en periodos expuestos a riesgos y, en segunda instancia, evitar el aumento en el seguro de prima de riesgo de trabajo.

## Marco teórico

El Instituto Nacional de Ciencias Médicas Generales [Nigms, por sus siglas en inglés] (2017) define a los *ritmos circadianos* como cambios físicos, mentales y conductuales que siguen un ciclo diario, y que responden, principalmente, a la luz y a la oscuridad del ambiente de un organismo. Dormir por la noche y estar despierto durante el día es un ejemplo de un ritmo circadiano relacionado con la luz. Los ritmos circadianos se encuentran en la mayoría de los seres vivos, incluidos los animales, las plantas y muchos microbios diminutos. El estudio de los ritmos circadianos se llama *cronobiología*.

Arreaza y Arreaza (2001) especifican lo siguiente:

En todos los organismos vivos, desde las bacterias hasta los humanos, opera un reloj biológico sincronizado a 24 horas/día. Este reloj interior controla una gran variedad de funciones bioquímicas que se llaman *fluctuaciones de ciclos*, incluidos el del comportamiento, el del sueño y la actividad, que colectivamente se les llaman los ritmos *circadianos* (del latín: *circadia* = alrededor del día) (p. 31).

Por su parte, Silva (1984) señala que la historia de los biorritmos se remonta al año 1729, cuando Jean Jacques d'Ortous de Mairan observó que una planta llamada *mimosa púdica* abría sus hojas durante el día y las cerraba durante la noche. Parecía claro que aquella planta “reaccionaba a la luz” con algún tipo de movimiento reflejo, pero a Mairan se le ocurrió encerrar a aquella planta en un armario oscuro y pudo comprobar que la misma continuaba abriendo y cerrando sus hojas sin ningún tipo de estímulo lumínico. A partir de ahí se abrió la posibilidad de suponer que los seres vivos podríamos poseer alguna especie de “relojes biológicos” endógenos.

Fliess (1906) observaba que los niños podían estar expuestos a las mismas enfermedades y, sin embargo, permanecer inmunes durante días enteros. Luego de considerar el inicio de la enfermedad y su evolución, llegó a la conclusión que no todos los enfermos presentaban similares cuadros al mismo tiempo. Así, funda su teoría sobre los ritmos biológicos. Fliess (1906) comprobó que el ritmo físico (masculino) duraba 23 días y el ritmo emocional (femenino) 28 días, que ambos estaban presentes en cada célula del organismo humano y que tenían relación con la fecha de nacimiento, marcando altas y bajas. Sigmund Freud (1986) creyó en la teoría de Fliess, sostuvo que sería una apertura en materia biológica y le hizo llegar informaciones sobre los ciclos de su propia vida y la de su familia, a partir de

los cuales había comprobado alteraciones de salud que fluctuaban según los ciclos. Swoboda (1897, citado en Tomen, 2001) retomó la revolucionaria teoría, profundizó las investigaciones, las defendió y escribió acerca de su aplicación. Swoboda confirmó la existencia de los citados ciclos y le dio importancia a los días críticos que se originan cuando el ritmo de alto a bajo o viceversa.

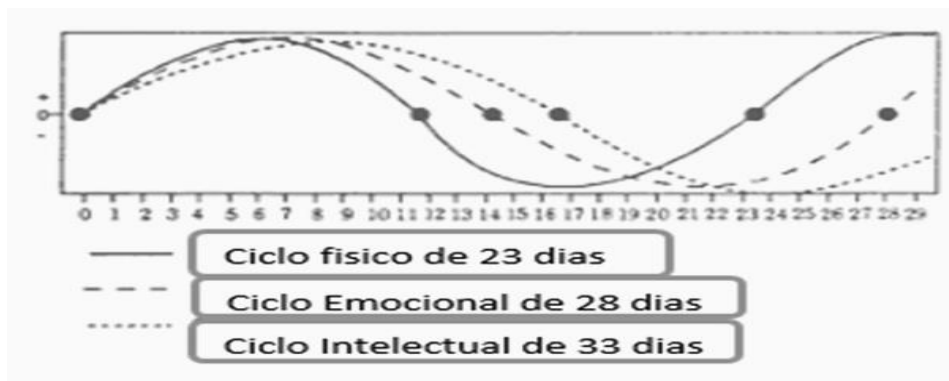
Winstead, Schwartz y Bertrand (1981) apuntan que fue Alfred Teltscher quien añadió un tercer ciclo de 33 días a partir de haber detectado que la capacidad intelectual de sus alumnos (comprensión, creatividad, concentración, etc.) variaba clínicamente durante este periodo. Desafortunadamente, no dejó materiales publicados. Años más tarde comienza a utilizarse el biorritmo en Alemania, Japón, Estados Unidos, Canadá, Francia y Latinoamérica. Ahora, gracias a los avances tecnológicos, es posible conocer el estado del caudal energético en el orden físico, emocional y mental en cualquier momento, saber cómo canalizar las energías, comprender por qué se originan ciertas situaciones, respetando nuestro reloj biológico. Además, es posible saber que la duración de los tres ritmos circadianos es la siguiente:

- Ritmo físico = 23 días, 11 ½ días positivos, 11 ½ días en baja.
- Ritmo emocional = 28 días, 14 días positivos, 14 días en baja.
- Ritmo intelectual = 33 días, 16 ½ días positivos, 16 ½ días en baja.

El biorritmo se refiere a tres ciclos biológicos activos en todos los seres humanos: físico, emocional e intelectual. Estos ciclos determinan en las personas ciertos estados favorables o desfavorables que pueden ser previstos y así poder planificar y orientar de manera más conveniente y eficaz las actividades en todos los aspectos de la vida.

Cada uno de los ciclos biológicos es calculado mediante ecuaciones de curvas sinusoidales, donde  $t$  indica el número de días transcurridos desde la fecha de nacimiento de la persona (ver figura 1).

**Figura 1.** Curva sinusoidal



Fuente: Cardinali (1994)

- Ciclo físico:  $\text{sen}(2\pi t/23)$ ,
- Ciclo emocional:  $\text{sen}(2\pi t/28)$
- Ciclo intelectual:  $\text{sen}(2\pi t/33)$ ,

Los investigadores Swoboda, Fliess y Teletscher, propulsores de la teoría del biorritmo, indican que mediante esas ecuaciones es posible conocer el estado energético tanto en el orden físico como emocional e intelectual de cualquier individuo en una fecha determinada.

Feldman (1995) define a los ritmos circadianos como procesos biológicos que se repiten en ciclos de aproximadamente 24 horas. El sueño y la vigilia, por ejemplo, ocurren naturalmente al ritmo de marcapasos internos. El ritmo circadiano se observa principalmente en la alternancia entre sueño y vigilia, pero también es posible observarlo en otras variables biológicas, como la temperatura corporal, la secreción de hormonas, las funciones cognitivas e incluso las emociones (Silva, 2010). Otras diversas funciones corporales, como la de la temperatura del cuerpo, funcionan asimismo con base en ritmos circadianos. Los ritmos circadianos son estados muy fuertes.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, consideramos que el ciclo circadiano es un elemento importante sobre el que se debe reflexionar para poder prevenir un accidente de trabajo, debido a que cada ciclo del biorritmo está compuesto por dos semiciclos, uno positivo y otro negativo, ambos de la misma duración. Los ciclos se encuentran divididos en dos sectores: una parte positiva que inicia en cero e incrementa su valor positivo hasta alcanzar un pico máximo de uno, y a partir de allí desciende nuevamente hasta cero, donde tiene cabida el punto crítico de cambio y donde inicia el segundo sector, contrario al anterior, un descenso que parte de cero hasta alcanzar un valor de menos uno, su punto máximo, y

nuevamente va creciendo hasta alcanzar un valor de cero, y así se cumple un periodo completo de este ciclo.

Aun y cuando este concepto de *ciclos circadianos* tuvo su gran impacto en los 80, con el paso del tiempo se fue olvidando e, infortunadamente, terminó mezclado entre situaciones esotéricas y magias populares, por lo que se perdió mucha seriedad en su tratamiento y aplicación. Sin embargo, de acuerdo con Rutter, Martin y McKnight (2002), el estudio de los ciclos y ritmos circadianos ha tomado suma importancia en las áreas de la conducta humana, por ejemplo, a partir del estudio del mecanismo del “aparato biorrímico” y cómo regula el estado fisiológico del individuo acorde a su medio circundante. A este aparato biorrímico se le estudia actualmente, incluso, a nivel molecular. De hecho, algunos autores lo definen como el *aparato oscilatorio circadiano*, el cual se busca modelar integrando información bioquímica, celular y psicológica.

Respecto al planteamiento anterior, se puede revisar el trabajo de Cermakian y Boivin (2003), quienes afirman que un gran número de variables psicosociales presentan ritmos circadianos o de 24 horas. Afirman, asimismo, que actualmente se han identificado genes dedicados a la regulación y generación de estos ritmos psicosociales y que algunas mutaciones en estos genes llevan a alteraciones del sueño y del estado de ánimo.

Por otra parte, Refinetti y Menaker (1992) han trabajado las relaciones entre el ritmo circadiano de la temperatura corporal (CRT) y definieron patrones oscilatorios del tipo ultradiano e infradiano de este CRT. Adicionalmente, estudiaron la relación entre este CRT y el ritmo circadiano del sistema de actividad locomotora, incluyendo su relación con el control nervioso.

Otro hallazgo importante relacionado con el estudio de estos biorritmos es el de Guo y Stein (2003), quienes, después de una revisión sistemática de 300 artículos científicos, encontraron conclusiones equivalentes en 52 de ellos. Así, Guo y Stein (2003) documentan una relación significativa entre los ritmos circadianos y el ritmo cardiaco y la presión arterial, así como con eventos patológicos psicosociales tales como isquemia miocárdica y muerte cardiaca repentina. Finalmente, recomiendan el estudio de los ritmos circadianos y su relación con el sistema cardiovascular como un medio de administración de la salud del paciente.

Una investigación más es la realizada por Hofstra y Weerd (2008). A sabiendas de que los ataques epilépticos tienen ciertos patrones, estudiaron la patología de la epilepsia y correlacionaron estos patrones con los ciclos circadianos. En su investigación encontraron



mecanismos para medir la fase del estado circadiano, tales como la luz, melatonina, temperatura corporal y el cortisol. En otras palabras, han logrado asincronizar-sincronizar el ritmo circadiano a través de estos marcadores biológicos. También buscaron correlacionar el estado biorrímico del individuo al momento de un accidente, y una forma indirecta que encontraron es estimar el nivel del estado en cada uno de los elementos considerados, físico, emocional, intelectual. Pero, de acuerdo con estos investigadores, en realidad es el nivel de estos elementos bioquímicos (luz, melatonina, temperatura corporal y cortisol) lo que genera un estado de somnolencia, desatención, desconcentración, fatiga; en general, un estado psicoemocional de alto riesgo para tareas que involucran cualquier agente agresor (maquinaria, equipo, instrumentos).

Inclusive el estudio de estos ritmos circadianos se ha vinculado con el desarrollo de cáncer, a manera de ejemplo se puede ver las investigaciones de Savvidis y Koutsilieris (2012) y Zee, Attarian y Videnovic (2013).

Actualmente, hay una cantidad considerable y diversa sobre el estudio y aplicación de los ciclos circadianos, lo que nos permite concluir que:

- No son los biorrítmos una cuestión esotérica sin fundamento científico.
- Son muy escasos los estudios que buscan correlacionar estos estados biorrímicos con los accidentes industriales.
- Las aplicaciones disponibles actualmente solo indican el nivel del estado biorrímico, no correlacionan estos indicadores con otras variables.

A partir de lo hasta aquí mencionado es posible comprender que un estudio correlacional extenso entre estos estados y el momento de un accidente industrial es más que necesario. Asimismo, la disponibilidad de una base de datos extensa permite sustentar un estudio exploratorio exhaustivo. Este es, entre otros, el principal objetivo de esta investigación.

Por otra parte, los ciclos circadianos son un factor que posibilita el cuidado y protección física del trabajador en el desempeño de sus labores. Además, contribuye en la prevención de los accidentes de trabajo y, por consiguiente, promueve el cumplimiento de las disposiciones especificadas en la Ley Federal de Trabajo mexicana.

Las disposiciones laborales especifican que los accidentes de trabajo son heridas que imposibilitan el bienestar del trabajador y que limitan el cumplimiento de sus actividades dentro de la organización. Las enfermedades son causas que provocan el malestar físico o

psicológico derivado de actividades diarias directamente relacionadas con su labor en la organización. Los riesgos son todos aquellos acontecimientos que hacen susceptible al trabajador de sufrir alguna lesión o enfermedad y que perjudican su bienestar. Las condiciones de seguridad e higiene son aquellos escenarios que benefician al trabajador para cumplir sin riesgo de sufrir una alteración a su estado físico, emocional o intelectual. Todo lo anterior se encuentra regulado en el título noveno, “Riesgos de trabajo”, de la Ley Federal de Trabajo (Presidencia de la República, 2019) (tabla 1).

**Tabla 1.** Conceptos básicos de riesgo de trabajo

Artículos	Ley Federal de Trabajo
Artículo 473	Riesgos de trabajos son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo
Artículo 474	Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, la muerte o la desaparición derivada de un acto delincuencia, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.  Quedan incluidos los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquél.
Artículo 475	Enfermedad de trabajo es todo estado patológico que tenga su origen o motivo en el trabajo o al prestar sus servicios.
Artículo 475 Bis	El patrón es responsable de la seguridad e higiene y de la prevención de los riesgos en el trabajo

Fuente: Presidencia de la República (2019)

## Objetivo

Las organizaciones industriales o de transformación requieren de la contratación de personal para desempeñar las labores en los diversos procesos. Para los trabajadores es necesario que la entidad cuente con condiciones de seguridad óptimas que garanticen su salud física, emocional e intelectual. La creciente ocurrencia de riesgos de trabajo, derivados de los escenarios en los que se encuentran inmersos los trabajadores, limita el cumplimiento de la

seguridad del trabajador. El objetivo del presente trabajo es investigar la relación entre los ciclos circadianos y los accidentes laborales en entidades industriales o de transformación.

## Descripción del método

En este documento se reporta la primera fase de una investigación extensa que se está desarrollando sobre la relación/caracterización de los ciclos circadianos con accidentes en la industria, así como con los niveles de aprovechamiento del estudiantado de nivel superior.

Como una primera aproximación se buscó encontrar un patrón, a través de estadística descriptiva entre estos accidentes y el estado biorrímico del trabajador, de manera que los resultados sirvan como base para un estudio más extenso, incluyendo análisis estadísticos más rigurosos.

Se solicitó, mediante oficio, a la subdelegación del IMSS de la zona oriente del Estado de México que proporcionara una base de datos. Esta base de datos recibida contiene información acerca de la fecha de nacimiento de los trabajadores, la fecha en que incurrieron los accidentes y el tipo de accidente de trabajo. Con esta información se realizó un análisis estadístico descriptivo sobre la ocurrencia de accidentes de trabajo y el estado de su ciclo circadiano.

Posteriormente, se elaboró el cálculo para determinar su ciclo de biorritmo en ese periodo y conocer si tenía relación directa con el accidente. Asimismo, se identificó el tipo de estado que presentaba vulnerabilidad. En este estudio se considera la *vulnerabilidad* como el punto en el que el ciclo cruza por cero, esto es, el ciclo positivo decrece antes de pasar a la fase negativa e igualmente crece antes de pasar a la fase positiva. El punto entre la fase negativa y positiva se considera como *crítico*, esto es, la teoría dice que en ese punto la persona es más vulnerable.

Con los datos de la fecha de nacimiento del trabajador y la fecha del accidente, se realizó un comparativo, considerando la ocurrencia como “exitosa” cuando la fecha del accidente se encuentra a +/-1 día del punto crítico (cero), en cualquiera de los tres biorritmos, físico, intelectual y emocional.

Los resultados finales muestran las proporciones de coincidencia de estas ocurrencias consideradas como exitosas para fines de este estudio.

## Resultados

Al revisar los datos estadísticos sobre los riesgos de trabajo ocasionados por la relación laboral, podemos identificar que existe un alto índice de accidentes derivados del mal desempeño de sus actividades, ya sea por cuestiones físicas, emocionales o intelectuales, de aquí que existe la posibilidad de relacionarlos con los ciclos circadianos y de esta manera poder determinar cuándo es el mejor momento para que el trabajador desempeñe sus actividades y viceversa, ya que los datos estadísticos afirman el alto índice de riesgos ocasionados, como lo señala la tabla 2.

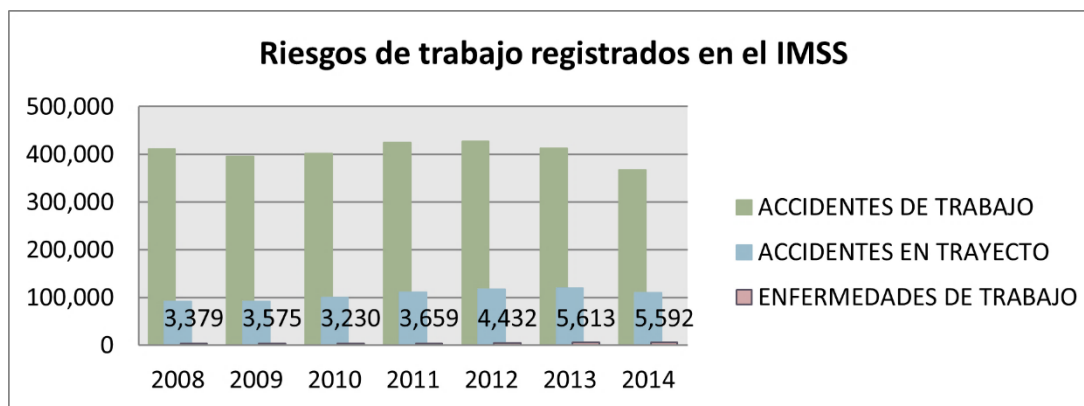
**Tabla 2.** Riesgos de trabajo terminados registrados en el IMSS por año de ocurrencia, según tipo de riesgo

Periodo	Total	Accidentes de trabajo	Accidentes en trayecto	Enfermedades de trabajo	No especificado
2011	539 418	424 624	111 135	3659	0
2012	549 595	427 811	117 352	4432	0
2013	537 435	412 523	119 299	5613	0
2014	482 408	366 942	109 874	5592	0

Fuente: Secretaría del Trabajo y Previsión Social, con información de la Coordinación de Salud en el Trabajo, IMSS

La figura 2 especifica las estadísticas del IMSS que muestran la clasificación de los riesgos de trabajo y el grado de incidencia de cada uno de ellos de los años 2014 al 2015, y se observa que el riesgo que ocurre con mayor frecuencia es el de accidentes de trabajo.

**Figura 2.** Riesgos de trabajo registrados en el IMSS



Fuente: Secretaría del Trabajo y Previsión Social con información de la Coordinación de Salud en el Trabajo, IMSS.

Los datos proporcionados por la delegación de Ecatepec de Morelos del IMSS sobre los trabajadores que han tenido accidentes de trabajo en los años 2013, 2014 y 2015 conforman 100 % ( $n = 34\ 443$ ) de los casos registrados, de los cuales 22 % ( $n = 7485$ ) corresponden al año 2013, 49 % ( $n = 16\ 826$ ) al año 2014 y 29 % ( $n = 10\ 132$ ) de los casos fueron registrados en 2015 (tabla 3).

**Tabla 3** Número de casos de accidentes de trabajo

Años	Núm. de casos	% por escala
2013	7485	22 %
2014	16 826	49 %
2015	10 132	29%
Total	34 443	100 %

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la depuración de trabajadores relacionados con la actividad industrial, se determinó que 11 % ( $n = 3820$ ) de casos considerados para esta investigación ocurrieron en el año 2013, 12 % ( $n = 4238$ ) fueron en el 2014 y 10 % ( $n = 3378$ ) en el 2015 (tabla 4 ). Aquí observamos una variación en el incremento y disminución de los accidentes registrados durante los años de referencia, por lo cual no se puede predecir la tendencia de los accidentes de trabajo en los años subsecuentes.

**Tabla 4.** Depuración de trabajadores relacionados con el área industrial

Años	Núm. de casos	% por escala
2013	3820	11 %
2014	4238	12 %
2015	3378	10 %
Total	11 436	33 %

Fuente: Elaboración propia

Respecto a los estados biorrítmicos emocional, físico e intelectual al momento del accidente, se encontró lo siguiente.

### Factor emocional

Los biorritmos emocionales se refieren al estado de nuestras emociones, la vitalidad anímica, los sentimientos que varían según el estado de ánimo y el humor. En fase alta estamos más alegres; en fase baja, más apáticos; la fase crítica es la más propensa a las discusiones.

En este caso, los datos señalan que en el 2013, 77.51 % ( $n = 2961$ ) representa al género masculino, y el punto crítico se encuentra en la fase negativa en el rango de -0.1 a -1 con un porcentaje acumulado de 37.67 % ( $n = 1439$ ); mientras que para el año 2014, 74.40 % ( $n = 3153$ ) del género masculino, y el punto crítico en un intervalo positivo de 0.1 a 1, representando un porcentaje de 44.88 % ( $n = 1902$ ), y para el año 2015, 76.58 % ( $n = 2587$ ) conformado por el género masculino, y un punto crítico negativo del 37.03 % ( $n = 1251$ ), comprendiendo, al igual que en el 2013, del -0.1 a -1 (tabla 5).

Respecto a los trabajadores del género femenino para el año 2013, representa el 22.49 % ( $n = 859$ ), del cual el punto crítico es positivo, debido a que 10.79 % ( $n = 412$ ) en un rango de 0.1 a 1, para el 2014 25.60 % ( $n = 1,085$ ) de mujeres el punto crítico se encuentra en un intervalo de -0.1 a -1, representado por 14.70 % ( $n = 623$ ), y para 2015, con un total de mujeres del 23.42 % ( $n = 791$ ), el punto crítico es negativo con 11.34 % ( $n = 383$ ) en un rango de -0.1 a -1 (tabla 5)

**Tabla 5.** Factor emocional

Género			2013	% por escala	2014	% por escala	2015	% por escala	2013	2014	2015
Masculino	0.6	1	106	2.77 %	777	18.33 %	792	23.45 %			
	0.1	0.5	1287	33.69 %	1125	26.55 %	431	12.46 %	36.47 %	44.88 %	36.20 %
	0		129	3.38 %	115	2.71 %	113	3.35 %			
	-0.1	-0.5	661	17.30 %	438	10.34 %	447	13.23 %			
	-0.6	-1	778	20.37 %	698	16.47 %	804	23.80 %	37.67 %	26.81 %	37.03 %
Total			2961	77.51 %	3153	74.40 %	2587	76.58 %			
Género			2013	% por escala	2014	% por escala	2015	% por escala	2013	2014	2015
Femenino	0.6	1	234	6.13 %	219	5.17 %	232	6.87 %			
	0.1	0.5	178	4.66 %	204	4.81 %	134	3.97 %	10.79 %	9.98 %	10.83 %
	0		36	0.94 %	39	0.92 %	42	1.24 %			
	-0.1	-0.5	37	0.97 %	125	2.95 %	138	4.09 %			
	-0.6	-1	374	9.79 %	498	11.75 %	245	7.25 %	10.76 %	14.70 %	11.34 %

Total	859	22.49	108	25.60	791	23.42	
		%	5	%		%	
Total	382	100 %	423	100 %	337	100 %	
	0		8		8		

Fuente: Elaboración Propia

### Factor físico

El factor físico es un elemento que las empresas deben de considerar importante dentro de las áreas de trabajo, ya que se pueden ver afectados seriamente los trabajadores en las áreas de operación.

Los datos obtenidos muestran que los trabajadores que tuvieron un accidente de trabajo respecto del factor físico en 2013, considerando que de 100 % ( $n = 3820$ ) de trabajadores, 77.51 % ( $n = 2961$ ) pertenece al género masculino, obteniendo una suma acumulada positiva de 33.53 % ( $n = 1281$ ) y estableciendo el punto crítico que va en un rango de 0.1 a 1 como porcentaje mayor, con 26.07 % ( $n = 996$ ) en un rango negativo de -0.6 a -1 negativo.

De 100 % ( $n = 4238$ ), para 2014, 74.40 % ( $n = 3153$ ) pertenece al género masculino, identificando el punto crítico en un rango negativo del -0.01 a -1, con 31.97 % ( $n = 1355$ ) de suma acumulada y 23.24 % ( $n = 985$ ) siendo el mayor porcentaje en un intervalo positivo de 0.6 a 1; mientras que para el año 2015, de 100 % ( $n = 3378$ ) de trabajadores, 76.58 % ( $n = 2587$ ) pertenecen al género masculino, obteniendo un punto crítico negativo de 34.22 % ( $n = 1156$ ) de una suma acumulada en el rango de -0.01 a -1, y 25.84 % representando como mayor porcentaje al punto crítico en un rango positivo del 0.6 a 1 (tabla 6).

Considerando a los trabajadores del género femenino para el año 2013, representan 22.49 % ( $n = 859$ ); obtuvieron un punto crítico acumulado positivo de 10.10 % ( $n = 336$ ) en un rango de 0.1 a 1 y como porcentaje más alto del punto crítico 7.41 % ( $n = 283$ ) con un intervalo de -0.6 a -1 negativo; para el 2014, 25.60 % ( $n = 1085$ ) de mujeres el punto crítico se encuentra en un intervalo acumulado de -0.1 a -1, representado por 9.89 % ( $n = 409$ ), y con 8.45 % ( $n = 358$ ), representando el punto más alto en un rango de 0.6 a 1 positivo, y para 2015, con un total de mujeres de 23.42 % ( $n = 791$ ), con un punto crítico positivo del 10.54 % ( $n = 356$ ) en un rango de 0.1 a 1 y el más alto con 7.55 % ( $n = 255$ ) en un intervalo de 0.6 a 1 positivo (tabla 6).



Es posible identificar que en los años de estudio el punto crítico ha sido en un rango positivo y negativo, por lo que se interpreta que el accidente de trabajo puede incurrir en cualquier intervalo, y ocasionar daños progresivos en la salud de los trabajadores e indemnizaciones mayores para las empresas.

**Tabla 6.** Factor físico

Género			2013	% por escala	2014	% por escala	2015	% por escala	2013	2014	2015
Masculino	0.6	1	901	23.59%	985	23.24%	873	25.84%			
	0.1	0.5	380	9.95%	424	10.00%	363	10.75%	33.53%	33.25%	36.59%
	0		202	5.29%	389	9.18%	195	5.77%			
	-0.1	-0.5	482	12.62%	460	18.85%	342	10.12%			
	-0.6	-1	996	26.07%	895	21.12%	814	24.1%	38.69%	31.97%	34.22%
Total			2961	77.51%	3153	74.40%	2587	76.58%			
Género			2013	% por escala	2014	% por escala	2015	% por escala	2013	2014	2015
Femenino	0.6	1	244	6.39%	358	8.45%	255	7.55%			
	0.1	0.5	142	3.72%	210	4.96%	101	2.99%	10.10%	13.40%	10.54%
	0		54	1.41%	98	2.31%	61	1.81%			

	-0.1	-0.5	136	3.56 %	207	4.88 %	120	3.55 %			
	-0.6	-1	283	7.41 %	212	5.00 %	254	7.52 %	10.97 %	9.89 %	11.07 %
Total			859	22.49 %	1085	25.60 %	791	23.42 %			
Total			3820	100%	4238	100 %	3378	100 %			

Fuente: Elaboración propia

### Factor intelectual

Este factor influye en la memoria y capacidad de razonar. Cabe puntualizar que en su fase positiva de 16 días y medio aumenta la capacidad para los estudios y todo lo que requiera atención y concentración; a diferencia de lo que sucede durante la fase negativa, los siguientes 16 días y medio siguiente, donde hay una disminución cognoscitiva (cansancio mental).

Evaluando a los trabajadores que incurrieron en un accidente, los resultados revelan que en el año 2013 77.51 % ( $n = 2961$ ) representa al género masculino, analizando que el punto crítico se encuentra en la fase negativa en el rango de -0.1 a -1 con un porcentaje acumulado de 40.08 % ( $n = 1531$ ), colocándose en mayor porcentaje 25.86 % ( $n = 988$ ) en un rango negativo de -0.6 a -1. Para el año 2014, 74.40 % ( $n = 3153$ ) pertenecientes al género masculino, adquiriendo un punto crítico en un intervalo negativo de -0.1 a -1, representando un porcentaje acumulado de 37.14 % ( $n = 1574$ ) y 21.59 % ( $n = 915$ ) el más alto en un intervalo de -0.6 a -1 negativo.

Para el año 2015, 76.58 % ( $n = 2,587$ ) fue conformado por el género masculino, y obtuvo un punto crítico negativo acumulado de 37.74 % ( $n = 1275$ ), con mayor porcentaje en un rango de -0.6 a -1 negativo de 23.33 % ( $n = 788$ ) (tabla 7).

Considerando a los trabajadores del género femenino que incurrieron en un accidente de trabajo para el año 2013, estos representan 22.49 % ( $n = 859$ ), con un punto crítico positivo

de 11.94 % ( $n = 456$ ) acumulado en un rango de 0.1 a 1 y con 7.28 % ( $n = 278$ ) el más alto en un rango de 0.6 a 1 positivo.

Para el 2014, 25.60 % ( $n = 1085$ ) de mujeres registran el punto crítico en un intervalo de -0.1 a -1, representado por 12.77 % ( $n = 541$ ) acumulado y el más alto con 9.11 % ( $n = 386$ ) negativo en un rango de -0.6 a -1 negativo, y para 2015, con un total de mujeres de 23.42 % ( $n = 791$ ) el punto crítico es negativo, con 10.92 % ( $n = 369$ ) acumulado en un rango de -0.1 a -1, identificando el más alto con 7.02 % ( $n = 245$ ) de un rango del 0.6 a 1 positivo (tabla 7).

**Tabla 7.** Factor intelectual

Género			2013	% por escala	2014	% por escala	2015	% por escala	2013	2014	2015
Masculino	0.6	1	821	21.49 %	879	20.74 %	741	21.94 %			
	0.15	0	539	14.11 %	592	13.97 %	484	14.33 %	35.60 %	34.71 %	36.26 %
		0	70	1.83 %	106	2.55 %	87	2.58 %			
	-0.15	-	543	14.21 %	659	15.55 %	487	14.42 %			
	-0.6	-1	988	25.86 %	915	21.59 %	788	23.33 %	40.08 %	37.14 %	37.74 %
Total			2961	77.51 %	3153	74.40 %	2587	76.58 %			
Género			2013	% por escala	2014	% por escala	2015	% por escala	2013	2014	2015

				esca la							
Femeni no	0. 6	1	278	7.28 %	368	8.68 %	237	7.02 %			
	0. 1	0. 5	178	4.66 %	110	2.60 %	157	4.65 %	11.94 %	11.28 %	11.66 %
	0		20	0.52 %	66	1.56 %	28	0.83 %			
	- 0. 1	- 0. 5	123	3.22 %	155	3.66 %	151	4.47 %			
	- 0. 6	-1	260	6.81 %	386	9.11 %	218	6.45 %	10.03 %	12.77 %	10.92 %
Total				22.4 9 %	108 5	25.60 %	791	23.42 %			
Total			382 0	100 %	423 8	100 %	337 8	100 %			

Fuente: Elaboración propia

## Discusión

La teoría especifica que, para tener una inteligencia emocional estable, es necesario estar físicamente bien, ya que el estado de nuestras emociones proporciona vitalidad anímica. Los sentimientos varían según el estado de ánimo y el humor, estos elementos son indispensables para armonizar esas tendencias.

En el año 2013 un mayor número de trabajadores hombres sufrieron un accidente de trabajo encontrándose en la fase negativa. Respecto al género femenino, se ubica el mayor porcentaje de accidentes en la fase positiva. Para el 2014, la mayor relevancia está ubicada en la fase positiva en hombres y en la fase negativa para las mujeres. Y en 2015, para el género masculino y femenino se determinó que el mayor número de accidentes incurrieron en una fase negativa. En ningún caso el mayor número de trabajadores accidentados estaban en un punto crítico cero. Este análisis de datos del factor emocional se puede mencionar que

los accidentes no cumplen del todo con lo que especifica la teoría de que el punto crítico sea más propenso al momento de estar en fase negativa o al momento de estar en cero.

Respecto a los factores físicos, la teoría apunta que son factores ambientales que dependen de las propiedades físicas de los cuerpos. Los resultados estadísticos finales del análisis del factor físico muestran que el mayor número de accidentes para el año 2013 en el género masculino se ubica en la fase negativa, mientras que para el año 2014 y 2015 los accidentes se generaron dentro de la fase positiva. Lo anterior toma relevancia derivado de que en ese periodo se incumple con lo que especifica la teoría, debido a que en este caso los trabajadores sufren más accidentes en una fase positiva que en una negativa, en el caso de los hombres. Para el género femenino, en el año 2013 el mayor riesgo en los trabajadores que incurren en un accidente está ubicado en la fase negativa; en 2014 en la fase positiva, y en 2015 en la fase negativa. En ningún caso el mayor número de trabajadores accidentados estaban en un punto crítico cero, por lo que se considera que en este análisis de datos no necesariamente se cumple con la teoría de que el punto crítico es más propenso al momento de estar en fase negativa o al momento de estar en cero.

Por último, el factor intelectual nos especifica que es aquel que influye en nuestra memoria y capacidad de razonar. En relación con la base de datos, obtuvimos que en el año 2013 existió un mayor número de accidentes en el género masculino, que fue de 40.08 %, encontrándose en la parte negativa; para el género femenino, fue mayor la parte positiva, obteniendo un mayor porcentaje de 11.94 %, disminuyendo un poco los accidentes de trabajo a 10.03 %.

Para el año 2014, en ambos géneros se presentaron más accidentes debido a que se encontraron mayores trabajadores en su fase negativa: para el género masculino fue de 37.14 % y el femenino de 12.77 %. Y en el año 2015, para el género masculino se encuentra en la fase negativa, con 37.74 %, y el femenino la mayor parte es para la positiva, 11.66 %, reduciendo en número de accidentes a 10.92 %.

Cabe destacar que las mujeres se encuentran más propensas a accidentes de trabajo en periodos negativos en dos de los factores, ya que de los tres años analizados se muestra como resultado que en dos tuvieron el accidente en periodo negativo en las fases emocionales y físicas, mientras que los hombres solo presentaron en un año afectaciones en el periodo negativo en estas dos fases y sus accidentes fueron recurrentes en periodos positivos. En comparación con el factor intelectual, las mujeres solo un año se encontraban en periodo

negativo y sus accidentes se presentaron en el periodo positivo, mientras que los hombres en esta fase todos sus accidentes se encontraron en periodo negativo.

## Conclusión

Las organizaciones industriales o de transformación, al contar con trabajadores que se encuentran susceptibles a acontecimientos que limiten su rendimiento, buscan estrategias para disminuir riesgos. Una de las propuestas más viables ante este acontecimiento es la de la medición del ciclo de biorritmo de los trabajadores operativos y administrativos para medir el comportamiento de los ciclos físico, emocional e intelectual.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se observó que las mujeres son más susceptibles a presentar accidentes laborales en su ciclo físico y emocional negativo, mientras que los hombres son más susceptibles en periodos positivos. En cuanto al ciclo intelectual, los hombres son más susceptibles a accidentes en su periodo negativo, contrario a las mujeres, que se da en su ciclo positivo. Estos datos contrastan con lo que establece la teoría de que el punto crítico es cero o negativo. Como sea que fuere, se encontraron datos interesantes sobre cómo influyen los ciclos derivados de los géneros. La medición del ciclo biológico permite a las organizaciones conocer los periodos de posible riesgo dentro de la entidad con la finalidad de prevenir el riesgo. Es importante que los directivos de las empresas y profesionales de las áreas estudien estos factores para generar estrategias que mejoren el rendimiento del trabajador y, por consiguiente, la productividad de la organización, disminuyendo las compensaciones de pago por accidentes.

Siguiendo con esta línea de investigación, se pretende investigar y analizar si hay relación directa entre el tipo de ciclo circadiano, el periodo de ocurrencia y el género, así como analizar las herramientas existentes que desarrollan el cálculo automatizado de los ciclos, proponer una aplicación que mida y evalúe los ciclos biológicos y conocer su usabilidad dentro de las empresas industriales, con el propósito de realizar una planeación estratégica como medida de prevención en la ocurrencia de los accidentes de trabajo.

## Líneas de investigación propuestas

Los resultados sugieren una correlación importante, sin embargo, es necesario considerar otras variables:

- El género. La estadística descriptiva sugiere una diferencia importante en las ocurrencias entre hombres y mujeres en los tres estados biorrítmicos estudiados.
- Debe incluirse una matriz de correlación, de manera que se estudie, matemáticamente, la significancia entre estas variables.
- Al parecer, la teoría del “punto crítico cero” no es suficiente. Es menester estudiar otras variables, tales como la combinación de los estados biorrítmicos, el sentido del estado al momento del accidente (creciente, decreciente, pendiente de la curva).

## Referencias

- Arreaza, R. y Arreaza, R. (2002). El ritmo circadiano: base molecular. Aspecto clínicos y laborales. *Gaceta Médica de Caracas*, 110(1), 31-34.
- Cardinali, D. P., Jordá, J. y Sánchez, E. J. (1994). *Introducción a la cronobiología: fisiología de los ritmos biológicos*. España: Universidad de Cantabria.
- Cermakian, N. and Boivin, D. (2003). A molecular perspective of human circadian rhythm disorders. *Brain Research Reviews*, 42(3) 204-220. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(03\)00171-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(03)00171-1).
- Feldman, R. (1995). *Psicología con aplicaciones para Iberoamérica*. México: McGraw-Hill.
- Fliess, W. (1906). *Der Ablauf des Lebens: Grundlegung zur exakten Biologie*. Deutschland: Franz Deuticke.
- Freud, S. (1986). *Las cartas completas de Sigmund Freud a Wilhelm Fliess, 1887-1904*. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu editores.
- Guo, Y. and Stein, P. K. (2003). Circadian rhythm in the cardiovascular system: chronocardiology. *American Heart Journal*, 145(5), 779-786. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0002-8703\(02\)94797-6](https://doi.org/10.1016/S0002-8703(02)94797-6).
- Hofstra, W. and Weerd, A. (2008). How to assess circadian rhythm in humans: A review of literature. *Epilepsy & Behavior*, 13, 438-444. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.yebeh.2008.06.002>.

- Instituto Nacional de Ciencias Médicas Generales [Nigms]. (2017). Hoja informativa sobre los ritmos circadianos. Recuperado de [https://www.nigms.nih.gov/education/Documents/Spanish\\_circadian.pdf](https://www.nigms.nih.gov/education/Documents/Spanish_circadian.pdf).
- Presidencia de la República. (2019). Ley Federal de Trabajo. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado de <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lft.htm>.
- Refinetti, R. and Menaker, M. (1992). The circadian rhythm of body temperature. *Physiology & Behavior*, 51(3), 613-637. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(92\)90188-8](https://doi.org/10.1016/0031-9384(92)90188-8).
- Rutter, J., Martin, R. and McKnight, S. L. (2002). Metabolism and the Control of Circadian Rhythms. *Annual Review of Biochemistry*, 71, 307-331. Recuperado de <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.biochem.71.090501.142857>.
- Savvidis, C. and Koutsilieris, M. (2012). Circadian Rhythm Disruption in Cancer Biology. *Molecular Medicine*, 18, 1249-1260. Recuperado de <https://10.2119/molmed.2012.00077>.
- Silva, L. (1984). Teoría de los biorritmos ¿resurgimiento de un mito? *Revista Cubana de Administración de Salud*, 10(4), 333-340.
- Silva, F. (2010). Trastornos del ritmo circadiano del sueño: fisiopatología, clasificación y tratamientos. *Revista Memoriza*, (7), 1-13.
- Tomen, G. S. (2001). Biorritmos-algo de historia. Recuperado de [http://www.bibliotecapleyades.net/bioritmos/ciencia\\_biorritmos01.htm](http://www.bibliotecapleyades.net/bioritmos/ciencia_biorritmos01.htm).
- Winstead, D., Schwartz, W. and Bertrand E. (1981). Biorhythms: fact of superstition? *American Journal of Psychiatry*, 138(9), 1188-1192.
- Zee, P., Attarian, H. and Videnovic, A. (2013). Circadian rhythm abnormalities. *Continuum*, 19(1), 132-147.



Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Alfonso Aldape Alamillo (Principal); Juan Pedro Benítez Guadarrama (Igual); Francisco Zorrilla Briones (Apoya)
Metodología	Juan Pedro Benítez Guadarrama (Principal); Lizette Alvarado Tarango (Apoya)
Software	Juan Pedro Benítez Guadarrama (Principal); Manuel Alonso Rodríguez Morachis (Igual)
Validación	Francisco Zorrilla Briones (Principal); Juan Pedro Benítez Guadarrama (Igual)
Análisis Formal	Juan Pedro Benítez Guadarrama
Investigación	Juan Pedro Benítez Guadarrama (Principal); Manuel Alonso Rodríguez Morachis (Igual)
Recursos	Lizette Alvarado Tarango
Curación de datos	Juan Pedro Benítez Guadarrama (Principal); Francisco Zorrilla Briones (Igual)
Escritura - Preparación del borrador original	Juan Pedro Benítez Guadarrama (Principal); Alfonso Aldape Alamillo (Apoya)
Escritura - Revisión y edición	Francisco Zorrilla Briones
Visualización	Juan Pedro Benítez Guadarrama
Supervisión	Francisco Zorrilla Briones (Principal); Juan Pedro Benítez Guadarrama (Igual)
Administración de Proyectos	Juan Pedro Benítez Guadarrama
Adquisición de fondos	Lizette Alvarado Tarango