

---

# IMPROVING THE SLEEP PATTERNS THROUGH SENSORIAL STIMULI

---

INSTITUT SUP'BIOTECH PARIS - UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA



2022-2023

AUTOR: IVÁN GARCÍA MORENO  
EDITOR: RAQUEL MORENO LOSHUERTOS

# Índice

I.	RESUMEN .....	2
II.	ANTECEDENTES.....	3
I.	EL SUEÑO .....	3
	<i>Definición.....</i>	3
	<i>Arquitectura del sueño.....</i>	3
	<i>Diferencias fisiológicas entre las etapas NREM y REM.....</i>	4
	<i>Calidad del sueño .....</i>	5
	<i>Tiempo de sueño óptimo .....</i>	6
II.	CICLO CIRCADIANO.....	7
	<i>Definición.....</i>	7
	<i>Control temporal de la fisiología.....</i>	7
	<i>Maquinaria molecular.....</i>	8
III.	PROBLEMAS DEL SUEÑO Y CONSECUENCIAS: .....	9
	<i>Salud cardiovascular .....</i>	10
	<i>Salud metabólica .....</i>	11
	<i>Sobrepeso y obesidad .....</i>	11
	<i>Salud endocrina.....</i>	13
	<i>Salud inmunológica.....</i>	13
	<i>Salud neurocognitiva.....</i>	14
IV.	ENCUESTA GLOBAL .....	15
V.	MONITORIZACIÓN DEL SUEÑO.....	17
VI.	TERAPIAS NO FARMACOLÓGICAS EMPLEADAS EN EL TRATAMIENTO DE LOS TRASTORNOS DEL SUEÑO ..	18
	<i>Aromaterapia.....</i>	18
	<i>Musicoterapia.....</i>	19
	<i>Cromoterapia.....</i>	19
VII.	ESTUDIO DEL MERCADO.....	19
	<i>Soluciones y técnicas existentes .....</i>	20
VIII.	NORMATIVA RELACIONADA CON EL PROYECTO .....	20
III.	OBJETIVOS .....	21
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
I.	BÚSQUEDA BIBLIOGRÁFICA .....	21
II.	DISEÑO Y REALIZACIÓN DE LA ENCUESTA .....	21
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
I.	ENCUESTA PROPIA .....	21
II.	PROTOTIPO IDEADO .....	23
VI.	CONCLUSIONES.....	24
VII.	BIBLIOGRAFÍA .....	25
VIII.	ANEXOS.....	27

## I. Resumen

Dormir es una necesidad vital, gracias a la cual el desarrollo mental y físico del cuerpo humano puede ser óptimo. Sin embargo, puesto que cada persona es diferente, el rango de sueño que se necesita difiere entre individuos. Además, a pesar de que la cantidad de tiempo que se debe utilizar para dormir varía con la edad, de manera general se determina óptimo un tiempo entre 7 y 9 horas para personas mayores de 18 años.

A pesar de la importancia de dicho proceso, una importante suma de individuos adultos reconocen no dormir tan bien como les gustaría y presentar al menos una perturbación del sueño por noche y consideran que la calidad de su sueño se ha reducido en los últimos años.

Sin embargo, bien porque piensan que no supone perjuicios significativos para ellos, bien porque creen que es inútil o bien porque han normalizado sus problemas de sueño, la mayoría de estas personas no busca ayuda médica.

Así pues, este proyecto busca investigar las dificultades para tener un sueño de calidad, de manera que se tenga una visión global del problema. Además, se pretende analizar la oferta de dispositivos que se encuentren en el mercado y que afirmen ayudar a mejorar el sueño.

En este trabajo, tras la realización de una encuesta, se ha ideado un producto que puede contribuir a paliar los trastornos de sueño más relevantes, basándose para ello en la monitorización del sueño y en estímulos, que incluyen la aromaterapia, la musicoterapia y la cromoterapia.

**Palabras clave:** dormir, necesidad vital, calidad, perjuicios, dispositivos, monitorización, aromaterapia, musicoterapia, cromoterapia

## I. Abstract

Sleeping is a vital necessity that allows for optimal mental and physical development of the human body. However, since each person is different, the range of sleep needed varies from one individual to another. Additionally, although the amount of time to be allocated for sleep varies with age, in general, a range of 7 to 9 hours is considered optimal for individuals over 18 years old.

Despite the importance of this process, a significant number of adults recognize that they don't sleep as well as they would like, experiencing at least one sleep disturbance per night, and considering that the quality of their sleep has decreased in recent years.

However, whether because they believe it doesn't have significant harm for them, they consider it useless, or they have normalized their sleep problems, most of these individuals do not seek medical help.

Therefore, this project aims to investigate the difficulties in achieving quality sleep in order to gain a comprehensive understanding of the problem. Additionally, it aims to analyze the range of devices available in the market that claim to help improve sleep.

In this work, after carrying a survey, a product has been devised that can help alleviate the most relevant sleep disorders, based on sleep monitoring and stimuli, including aromatherapy, music therapy, and chromotherapy.

**Keywords:** Sleep, vital necessity, quality, harm, devices, monitoring, aromatherapy, music therapy, chromotherapy.

## II. Antecedentes

### i. El sueño

#### Definición

El sueño es un proceso fisiológico altamente complejo que se caracteriza por un estado activo de inconsciencia producido por el cuerpo en el que la mente se encuentra en reposo (Brinkman J, Reddy V, Sharma S, 2023) y en el que se generan cambios en la actividad cerebral, respiración, pulso y temperatura corporal, entre otras (Pace-Schott E, Hobson J, 2002).

#### Arquitectura del sueño

El sueño supone alrededor de un tercio del tiempo que usamos en nuestra vida, por lo que resulta interesante saber un poco más respecto a este proceso de necesidad vital.

La organización estructural del sueño hace que se pueda dividir en dos tipos de acuerdo con el movimiento del ojo. Por un lado, lo que se conoce como el sueño REM (movimiento del ojo rápido) y por otro lado el sueño NREM (movimiento del ojo no rápido), que, a su vez, se divide en las fases 1, 2, 3 y 4; cada una con características particulares (Brinkman J, Reddy V, Sharma S, 2023).

En la figura 1 se observa la progresión y alternancia de las fases a lo largo de una noche de sueño.

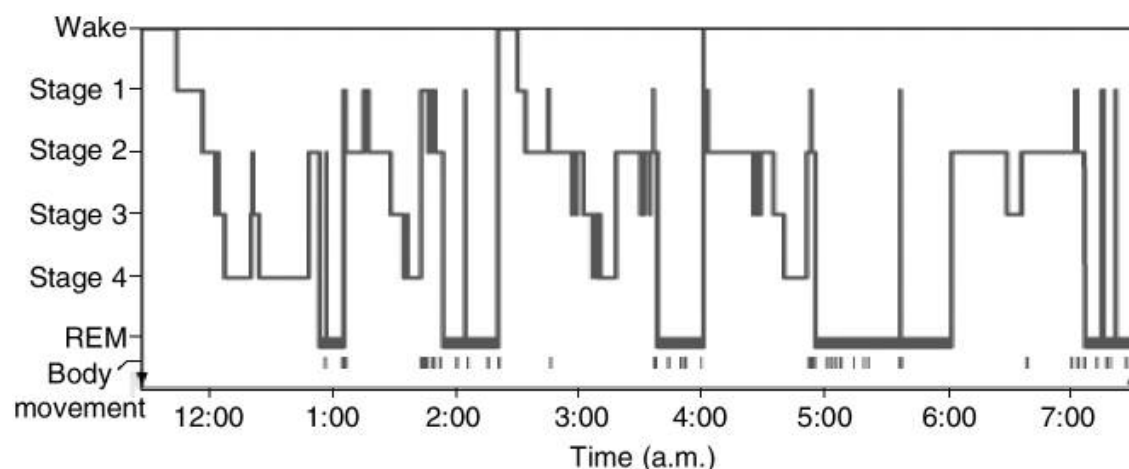


Figura 1. Orden general de los ciclos del sueño por la noche (Brinkman J, Reddy V, Sharma S, 2023).

Si se analiza, pueden obtenerse varias ideas al respecto. Se corrobora que ese movimiento corporal se produce fundamentalmente en las fases REM y supone entre un 20 y 25% del total del tiempo onírico, mientras que las fases NREM suponen el restante 75-80% del sueño. Luego, un ciclo completo de sueño se consideraría como un ciclo NREM-REM, es decir que ocurran ambos tipos de sueño de manera continuada, presentando una media de 100 minutos de duración por ciclo.

Además, conforme se avanza en la noche, se ve que tanto el ciclo NREM-REM como la fase REM por sí sola, duran más que lo generado en el primer ciclo de la noche. A estos datos, se le puede sumar el hecho de que a medida que el sueño progresa, la fase 2 supone la mayor parte del tiempo dentro de la fase NREM, si se compara con las fases 1, 3 y 4.

Ahora bien, ¿cuáles son esas diferencias que se producen dentro del sueño NREM para que podamos dividirlo en más fases?

La fase 1 sirve como transición de un ciclo de sueño completo a otro, suele durar entre 1 y 7 minutos y se puede interrumpir por un ruido sin mucha dificultad.

La fase 2 se cree que está involucrada en la consolidación de la memoria, pues la actividad cerebral en un electroencefalograma de esta fase muestra que aquellas personas que aprendieron una nueva tarea presentan una mayor densidad de husos del sueño o ritmos sigma, interpretando estas ondas sinusoidales como indicadores del aprendizaje. Además, la duración suele ser de entre 10 y 25 minutos y aumenta con cada ciclo completo, suponiendo entre un 45 y 55% del tiempo onírico total.

Las fases 3 y 4 forman parte de lo que se conoce como el sueño de ondas lentas (SWS), pues a diferencia de las fases 1 y 2, aquí se encuentran principalmente este tipo de ondas de baja frecuencia y de alto voltaje. Estas fases aparecen sobre todo en el primer tercio del sueño. La fase 3 dura un par de minutos y no es más del 8% del total del tiempo dormido, mientras que la fase 4 dura entre 20 y 40 minutos, siendo entre un 10 y 15% de las horas oníricas.

En cuanto al tipo de sueño REM, este se caracteriza por tener unas ondas cerebrales de bajo voltaje y de frecuencia mixta, algunas con forma de diente de sierra y presentar ondas Theta, aquellas relacionadas con un individuo aislado o desconectado del mundo exterior.

En el ciclo inicial, este sueño no dura más de 5 minutos, pero a medida que se prolonga el sueño cobra mayor duración.

Se permite resaltar el hecho de que este sueño parece ser importante para la memoria, al igual que la fase 2 del sueño NREM, sumado al hecho de que este se asocia con los episodios de sueño que tenemos, produciendo que más del 80% de los sueños que recordamos sea porque nos despertamos justo después de esta etapa.

### **Diferencias fisiológicas entre las etapas NREM y REM**

Respecto al sistema cardiovascular, la presión arterial, el flujo de sangre al cerebro, el ritmo cardíaco y el metabolismo son más elevados en el sueño REM que en el NREM, sobre todo aquellas relacionadas con el sistema límbico y las áreas de asociación visual

Respecto al sistema nervioso, la actividad simpática aumenta considerablemente en REM mientras que disminuye en NREM y el tono muscular es totalmente ausente en REM mientras que en NREM es similar al estado despierto.

Acerca del sistema respiratorio, la respiración decelera en NREM, pero acelera y es más asíncrona durante la fase REM, además en esta fase aumenta la resistencia de la vía aérea superior debido a la reducción del movimiento de la caja torácica y a la pérdida del tono muscular de los músculos intercostales y de la vía aérea superior.

Respecto a estas diferencias, es necesario mencionar la regulación corporal de la temperatura, mientras en la etapa REM no hay regulación específica y la temperatura se acerca a la del ambiente, en la etapa NREM hay una regulación, pero presentando el individuo una menor temperatura en comparación con la vigilia, produciéndose, por ejemplo, escalofríos a una menor temperatura.

Por último, cabe destacar las diferencias del sistema endocrino. La hormona del crecimiento, la hormona tiroidea y la secreción de melatonina están influenciadas de una manera u otra por el sueño. Por ejemplo, la primera es secretada durante las primeras horas del sueño, generalmente cuando la fase 3 y 4 de NREM tienen lugar, la segunda se secreta en la tarde noche y la última está influenciada por la luz, favoreciéndose su secreción en la oscuridad, reduciendo el estado de alerta del núcleo supraquiasmático y jugando un papel en la inducción del sueño y, por tanto, permitiendo que las personas podamos dormir y beneficiarnos de nuestro descanso diario.

### **Calidad del sueño**

No obstante, el mero hecho de dormir puede no ser suficiente, siendo indispensable, descansar y tener un buen reposo, apareciendo nuevos términos como el de calidad del sueño y salud onírica.

Tener una buena calidad de sueño es indispensable para tener una buena salud, según se defiende en un estudio que analiza el concepto de calidad de sueño (Nelson K, Davis J, Corbett C, 2022) definiéndose como calidad del sueño la satisfacción de uno con respecto a los diferentes aspectos que engloban el sueño, fijándose para ello en los siguientes cinco atributos:

- La eficiencia: tiempo que uno pasa en la cama y de éste, el rato que permanece dormido, considerando más de un 85% como un indicador de buena calidad y menos de un 74% como uno de baja calidad.
- La latencia: tiempo que se tarda en quedar dormido una vez se está intentando. Se considera un tiempo de latencia menor a 30 minutos como un indicador óptimo y superior a 60 minutos como uno pésimo.
- El despertar después del comienzo del sueño: tiempo en el que se suma los tiempos que una persona se despierta mientras duerme hasta el despertar definitivo, teniendo en cuenta menos de 20 minutos como un buen indicador y más de 51 minutos como un mal indicador.
- Los trastornos del sueño: disturbios relativos al sueño que pueden ser resultado de una cantidad inmensa de factores, los cuales pueden ocurrir bien antes de dormir o bien mientras se duerme. Evidentemente, cualquier trastorno del sueño se considera como un indicador de baja calidad del sueño.
- La duración: ecuación que consiste en la cantidad total de tiempo en el que se está durmiendo menos los despertares que se puedan tener en un periodo de 24 horas. Cabe destacar que en este aspecto es un poco más complicada la identificación de lo que se consideraría un buen o mal indicador de la calidad, ya que no hay un número óptimo de horas de sueño.

## Tiempo de sueño óptimo

De hecho, de acuerdo con un artículo que revisa diferentes metaanálisis y algunas de las recomendaciones de tiempo de sueño utilizadas por los facultativos se corrobora que no existe un número mágico de horas, como se pretende desarrollar a continuación (Chaput J, Dutil C, Sampasa-Kanyinga H, 2018).

Primeramente, deberemos comprender que cada individuo es diferente, y, por tanto, sus necesidades oníricas también lo son. Además, estas necesidades individuales cambiarán según las actividades que vaya a realizar dicha persona. De tal manera que se puede ver que se trata de un parámetro multifactorial.

En cualquier caso, se han realizado varios estudios y se muestra a continuación en la figura 2, con la que se puede identificar fácilmente el número de horas recomendadas por grupo de edad.

National sleep foundation (US)		AASM/SRS (US)		24-hour movement guidelines (Canada)	
Age group	Recommendation	Age group	Recommendation	Age group	Recommendation
Newborns (0–3 months)	14–17 hours	Newborns (0–3 months)	Not included	Newborns (0–3 months)	14–17 hours
Infants (4–11 months)	12–15 hours	Infants (4–11 months)	12–16 hours	Infants (4–11 months)	12–16 hours
Toddlers (1–2 years)	11–14 hours	Toddlers (1–2 years)	11–14 hours	Toddlers (1–2 years)	11–14 hours
Preschoolers (3–5 years)	10–13 hour	Preschoolers (3–5 years)	10–13 hours	Preschoolers (3–4 years)	10–13 hours
Children (6–13 years)	9–11 hours	Children (6–12 years)	9–12 hours	Children (5–13 years)	9–11 hours
Teenagers (14–17 years)	8–10 hours	Teenagers (13–17 years)	8–10 hours	Teenagers (14–17 years)	8–10 hours
Young adults (18–25 years)	7–9 hours	Adults (18–60 years)	≥7 hours	Adults (18–64 years)	In development
Adults (26–64 years)	7–9 hours			Older adults (≥65 years)	In development
Older adults (≥65 years)	7–8 hours				

Figura 2. Recomendaciones de tiempo de sueño por grupo de edad (Chaput J, Dutil C, Sampasa-Kanyinga H, 2018).

Si analizamos dicha tabla, se puede observar que el tiempo de sueño decrece de manera directamente proporcional con la edad de la persona.

Cabe destacar que, aunque entre distintas instituciones pueden diferir mínimamente las recomendaciones, logran coincidir en una ventana de tiempo igual para cada uno de los grupos estudiados. Se tomará como ejemplo el grupo de edad de 4 a 11 meses; en este caso, la National sleep foundation recomendaría dormir entre 12 y 15 horas, mientras que la AASM/SRS y las 24-hour movement guidelines recomendarían entre 12 y 16 horas. Aunque difieren con la primera en considerar una hora más, todas ellas coinciden en el lapso de 12 a 15 horas, por lo que se puede considerar como una ventana general óptima de sueño para ese grupo. Así pues, de manera general para la población adulta y mayores de 13 años, se puede considerar como ideal una cantidad de 8 horas.

A pesar de estos datos, se vuelve a incidir en que se tratan de generalidades que pueden servir de referencia para tratar de tener el mejor sueño posible y de manera mayoritaria el sueño que necesitamos caerá entre los rangos dispuestos en la tabla comentada, pero nunca se deben tener en cuenta como la verdad absoluta y como un número mágico a cumplir, porque el sueño esta influenciado por factores intra e interpersonales, que hacen variar el tiempo de este que necesitamos.

## ii. Ciclo circadiano

### Definición

El reloj o ciclo circadiano es un mecanismo fisiológico que influye en el comportamiento de los organismos, adaptándose a las situaciones ambientales, adquiriendo una conducta ventajosa para su supervivencia. La temperatura, la actividad motora, la alimentación y el sueño presentan ese tipo de ritmo. Aparece como resultado de que el movimiento de rotación de la Tierra dure 24 horas y se intercalen periodos diurnos y nocturnos, por lo que este ciclo circadiano también tendrá una duración de 24 horas (Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J et al. 2022)

Este reloj circadiano está controlado por un reloj fisiológico central que consta de 20000 neuronas y se encuentra en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo y se completa con los relojes periféricos localizados en los diferentes órganos, que, gracias a su sincronización, permiten que todo el cuerpo siga el mismo ciclo o reloj.

### Control temporal de la fisiología

El sincronizador o zeitgeber, más significativo en esas 24h para el ritmo circadiano es el ciclo luz-oscuridad. Este reloj circadiano se divide en un esquema, en el centro, el marcapasos, que sería el núcleo supraquiasmático junto a los osciladores circadianos, los productos de los genes reloj, las vías de entrada y las vías de salida (Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J et al. 2022).

La principal de las vías de entrada es una vía monosináptica que importa al núcleo supraquiasmático la información fótica recogida por células fotorreceptoras de los ojos, bastones, conos y células ganglionares de la retina (Potter G, Skene D, Arendt J et al. 2016), en forma de glutamato y polipéptido de la adenilato ciclase de la pituitaria. Una segunda aferencia que afecta de forma indirecta desde la retina al tálamo, y de ahí al núcleo supraquiasmático por los neurotransmisores GABA y el neuropéptido Y, y una tercera entrada que llega desde el mesencéfalo usando la serotonina (Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J et al. 2022).

En cuanto a las vías de salida, estas son eferentes al cerebro anterior, el tálamo, las regiones hipotálamicas y al área preóptica. En este caso, los neurotransmisores fundamentales serán GABA, péptido intestinal vasoactivo y el neuropéptido arginina-vasopresina (Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J et al. 2022).

La mejor conocida es una vía multisináptica que regula la liberación de norepinefrina al llegar a las fibras adrenérgicas, las cuales alcanzan la glándula pineal, desencadenando una cascada intracelular que activa la enzima arilalquilamina-N-acetiltransferasa, estimulando así la síntesis de melatonina, la principal hormona implicada en la oscilación entre la vigilia y el sueño (Potter G, Skene D, Arendt J et al. 2016).

La melatonina es una molécula sintetizada en las células de la pineal, o al menos eso es lo que se creía anteriormente. Hoy en día, se sabe que se puede secretar también en órganos como la retina, la médula ósea, la piel, el cerebelo, las células productoras de serotonina del tracto gastrointestinal y el sistema inmunitario. A partir del triptófano de la sangre, mediante una hidroxilación y descarboxilación, se produce serotonina. Esta molécula es acetilada en el N-alfa-terminal por una N-acetiltransferasa y posteriormente es metilada por una hidroxilindol-O-metiltransferasa, dando lugar a la N-acetil-5-metoxitriptamina, también llamada melatonina (Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J et al. 2022).

Se ha expresado anteriormente la idea de que todo esto está regulado por el ciclo luz-oscuridad, en este caso, la síntesis cíclica de esta hormona presenta sus valores mínimos durante el periodo diurno y sus valores máximos durante el periodo nocturno, con concentraciones oscilando entre los 10-30 pg/mL y los 100-200



pg/mL, respectivamente; entendiendo así que la luz es el principal factor que regula su secreción (Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J et al. 2022).

Este efecto lumínico de supresión de la producción de melatonina depende de la hora del día, de la duración y de la longitud de onda, ya que esas células ganglionares de la retina de la vía principal de entrada del ciclo circadiano contienen melanopsina, fotosensible a la longitud de onda corta cercana a los 480nm, la luz azul. No obstante, no son los únicos fotorreceptores involucrados, enviándoles información se encuentran los conos y los bastones de la retina.

Así pues, en términos generales, una exposición a la luz por la mañana hará que el pico máximo de melatonina ocurra antes durante la noche y por tanto adelantará el reloj, si ocurre por la tarde, hará que ese punto álgido se retrase, mientras que, si ocurre entre medianoche y la madrugada, se producirá una inhibición total de la síntesis mientras se esté expuesto (Blume C, Garbaza C, Spitschan M, 2019)

La suma relevancia de esta molécula reside en la capacidad cronobiótica que presenta sobre el núcleo supraquiasmático, teniendo la propiedad de sincronizar y resincronizar los ritmos circadianos y los ciclos sueño-vigilia. De tal manera, la concentración en sangre de melatonina produce que los órganos y tejidos detecten si es de noche o de día, expresando de manera diferencial los genes que se encuentran en sus células.

Así pues, la melatonina es una hormona que es regulada por el núcleo supraquiasmático, pero que recíprocamente puede actuar sobre este cuando se presentan cambios ambientales. Es una partícula de alto valor biológico, debido a que juega papeles en procesos fisiológicos vitales, como el ciclo vigilia-sueño, la reproducción estacional en animales, la maduración sexual y la regulación de la temperatura. Sin embargo, cabe resaltar que su papel principal es ser protector celular, relacionado con su propiedad antioxidante contra radicales libres del oxígeno y nitrógeno, así como con su acción estimulante de enzimas antioxidantes y su acción inhibidora de prooxidantes (Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J et al. 2022).

### **Maquinaria molecular**

Dicho lo cual, conviene entender molecularmente cómo se producen estos relojes rítmicos de aproximadamente 24 horas. El ciclo circadiano es un reloj altamente conservado que sigue un modelo muy frecuente en la fisiología de los organismos, un conjunto de dos circuitos de retroalimentación negativa a los niveles transcripcional y traduccional.

Se pretende iniciar con el estudio de ese reloj central fisiológico mencionado, para luego entenderlo a nivel tisular.

Por un lado, tenemos la primera vía, en la que tras formarse un heterodímero de los factores de transcripción BMAL1 y CLOCK, este se une a unas secuencias, llamadas E-BOX, en las proximidades de los promotores de las proteínas Período y Criptocromo.

Estos reguladores se expresan en el citosol y tras su dimerización y acumulación; o bien pueden ser fosforiladas por una molécula CK1 $\epsilon/\delta$  y ser degradadas por el proteasoma 26S, o bien, migran al núcleo donde inhiben las transcripciones mediadas por la forma dimérica BMAL1:CLOCK, inhibiendo su propia síntesis. Tras esta acción, en el núcleo de la célula, serán fosforiladas y sufrirán una ubiquitinación progresiva llevada a cabo por la molécula FBXL3, produciendo su degradación mediada por proteasomas 26S. Se habría cerrado así el primer ciclo del que consta este modelo de retroalimentación negativa.

Por otro lado, tenemos dos proteínas, ROR y REV-ERB, un activador y un represor transcripcional, respectivamente. Ambas son inducidas por el dímero BMAL1:CLOCK, de la misma manera que lo hacía con las proteínas Período y Criptocromo. Tras su acumulación en el citosol, se translocan al núcleo donde compiten por la unión a un elemento de respuesta situado en las regiones reguladoras de los genes controlados por reloj, denominadas Rev-ErbA/ROR. Entre estos genes, se encuentra *Bmall*, por lo que dependiendo de qué proteína se una, se activará o se inhibirá su transcripción, provocando el fin o el inicio del bucle de retroalimentación negativa (Dierickx P, Van Laake L, Geijsen N, 2018).

El conjunto de estos dos bucles es producido de manera síncrona en todos los órganos del cuerpo, sin embargo, esos genes controlados por reloj son específicos de cada tejido, es decir, específicos de cada reloj periférico; exceptuando *Bmall*, que juega un papel en la vía central y por tanto se encuentra en todos ellos. Esta especificidad reside en el hecho de que en cada tejido encontramos factores de transcripción específicos, actuando como complejos reguladores que producen la expresión rítmica y oscilatoria de genes determinados dentro de ese tejido. Así se alcanzan picos máximos de expresión para cada gen, cuya transcripción es controlada directa o indirectamente por reloj, en diferentes momentos del día.

Tras lo explicado, se puede determinar que estos relojes periféricos tienen un impacto en la fisiología de cada tejido u órgano, al empujar la expresión de mRNA de genes controlados por reloj de forma fluctuante involucrados en importantes procesos, como la lipogénesis y lipólisis, la secreción de insulina, el gasto rítmico cardíaco o la tolerancia al frío, entre otros (Dierickx P, Van Laake L, Geijsen N, 2018), generando así una influencia sobre la salud de los individuos.

### iii. Problemas del sueño y consecuencias:

A lo largo de estas líneas, se ha podido observar que dormir supone una necesidad vital, al igual que puede serlo comer o respirar. Y de la misma manera que estamos impactando negativamente nuestra salud si no comemos adecuadamente o respiramos un aire cargado de partículas pequeñas en suspensión, también lo haremos si no tenemos un sueño de cierta calidad.

De una manera clara, se puede decir que esta insuficiencia o baja calidad del sueño depende de varios niveles, como se señala en la Figura 3.

A nivel sociedad, se pueden destacar la creación de nuevas tecnologías, que irradian luz azul; el medio ambiente, que está siendo devastado y las olas de calor que dificultan el sueño son más frecuentes; y la geografía, pues dependiendo de la zona en la que nos encontremos recibiremos más o menos luz a lo largo de ese periodo de 24 horas, afectando nuestro sueño.

A nivel social, se podría hacer especial mención al nivel sociocultural, pues aquellos que se encuentran en uno bajo presentan más dificultades de sueño, ligadas a las preocupaciones económicas; el barrio en el que te encuentres, pues puede haber algunos que sean más propensos a ruidos nocturnos y por tanto, a perturbaciones de sueño y; el hogar, pues se puede tener un impacto negativo en nuestro sueño derivado de ruidos de otros residentes de la vivienda, temperaturas demasiado cálidas en verano por los materiales de construcción, entre muchos posibles otros.

A nivel individual, merece atención la propia genética del individuo, la salud en la que se encuentre en ese momento, la rutina y horarios que se lleven por trabajo o estudios, etc. (Grandner M, 2017)

Se desarrollarán a continuación las ramas más importantes de la salud en las que puede afectar esta deficiencia onírica como son la salud cardiovascular, metabólica, endocrina, inmunológica y

neurocognitiva; traduciéndose en una peor calidad de vida, y, en definitiva, un mayor riesgo de mortalidad. (Figura 3).

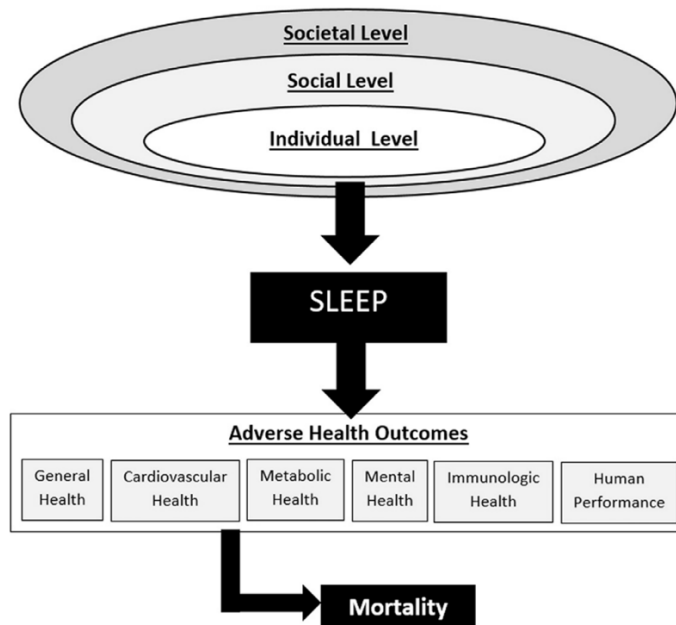


Figura 3. Esquema de los estratos que afectan al sueño y como este impacta en la mortalidad mediante los efectos adversos en la salud (Grandner M, 2017).

### Salud cardiovascular

Un metaanálisis de varios estudios con más de 9000 participantes sugirió que había una relación considerable entre una duración de sueño insuficiente y riesgo de hipertensión incidente en menores de 65 años, pero no en aquellos mayores de esta edad. Además, para el mismo grupo de edad, otro metaanálisis de diferentes estudios, suponiendo más de 100000 participantes, asoció que una duración onírica corta aumenta significativamente el riesgo de hipertensión prevalente.

No se sabe con certeza el porqué de esta causalidad, pero algunos datos muestran que podría deberse a que esta corta duración podría aumentar la presión arterial y la frecuencia cardíaca media diaria, activar en mayor medida el sistema nervioso simpático y favorecer factores de estrés físicos y psicosociales, conduciendo a una hipertensión sostenida.

Respecto al sesgo por edad, es difícil que se deba a una diferencia fisiológica como tal, más bien pueda deberse a diferencias conductuales que acaban afectando a la hipertensión. Por ejemplo, en comparación, una persona menor de 65 años tiende a trabajar más horas, así como a estar bajo más presiones por el trabajo y la familia; mientras una persona mayor de 65 años suele estar jubilada, presenta menos presión social y tiene una menor demanda de sueño, y, además, como en estos estudios se mide el sueño nocturno, tiene mayor probabilidad de compensarlo con siestas durante el día (Wang Q, Xi B, Liu M et al. 2012).

Por otro lado, algunas investigaciones con más de 90000 participantes sugirieron una asociación entre el riesgo de hipertensión y una cantidad excesiva de sueño, sin embargo, esto último necesita mayor investigación, ya que podría deberse a otros factores como estado de desempleo o síntomas depresivos, siendo esta cantidad de sueño más un marcador que un factor de riesgo (Wang Q, Xi B, Liu M et al. 2012). A estos datos, se le suma el hecho de que un metaanálisis con un total de más de 30000 participantes indicó un mayor riesgo eventos cardiovasculares como el infarto y el accidente cerebrovascular tanto para una duración del sueño corta, como para aquella en exceso, además de mayor posibilidad de sufrir hipercolesterolemia en el caso de sujetos con insuficiencia de sueño (Altman N, Izci-Balserak B, Schopfer E et al. 2010).

## Salud metabólica

El metabolismo es la interacción de la totalidad de biomoléculas que se encuentran en un individuo, construyendo un mapa enorme con una gran variedad de rutas bioquímica. El metabolismo se puede dividir en dos principales tipos de rutas, por un lado, rutas de catabolismo, cuya consecuencia final es la degradación de las moléculas y, por otro lado, rutas de anabolismo, cuyo resultado radica en la síntesis de moléculas.

De todo este entramado de reacciones, la secuela metabólica mejor estudiada como consecuencia de la interrupción del sueño es la alteración del metabolismo de la glucosa, suponiendo un mayor riesgo de diabetes (Maurovich-Horvat E, Pollmächer T, Sonka K, 2008).

Tras producirse la ingesta, el cerebro supone alrededor del 50% de la eliminación de glucosa de un individuo, viéndose que la reducción del sueño hacía disminuir este uso glucémico.

Además, durante la fase cefálica, es decir, mientras se están ingiriendo los alimentos, se producen estímulos acordes a ellos y se secreta insulina. Añadiendo a esto último, se ha observado que la resistencia a insulina producida por la privación de sueño no está relacionada con esta fase y por tanto tampoco con la resistencia a insulina proveniente del hígado, así pues, se deduce que esa resistencia debe producirse en otros tejidos. Si se tiene en cuenta que multitud de procesos fisiológicos de diferentes tejidos están regulados altamente por el reloj molecular central, se puede llegar a la hipótesis de que esa mayor tolerancia a la glucosa y la alteración metabólica tras la reducción de sueño pueden producir cambios transcripcionales y traduccionales que afecten a este ciclo circadiano de tejidos periféricos, tales como el adiposo, el muscular esquelético y aquellos relacionados con la degradación de la glucosa.

Esta hipótesis se ha confirmado tras determinar con un estudio que, al reducir el sueño, en adipocitos hay mayor metilación en dos regiones promotoras cerca de la proteína periodo y en la región del criptocromo y en los miocitos una transcripción reducida en esta última y en la proteína BMAL1, proteínas controladas por reloj (Potter G, Skene D, Arendt J et al. 2016).

Todo esto se traduce en un metabolismo alterado, cuyo efecto se puede relacionar con el incremento de la incidencia de diabetes en un 33%, según un metaanálisis.

Otro estudio observó que, comparado con los datos de individuos con un sueño regular, en individuos privados parcialmente de sueño, el nivel medio de glucosa en sangre era un 15% mayor y la respuesta a la insulina un 30% menor (Spiegel K, Leproult R, Van Cauter E, 1999).

## Sobrepeso y obesidad

Se establece que la pérdida de sueño y los problemas oníricos probablemente contribuyan a una mayor resistencia a insulina y relacionado con esto, a un mayor riesgo de diabetes. Bien, por sus efectos directos a través de la salud metabólica como se ha explicado anteriormente; o bien por sus efectos indirectos, a través del aumento de peso y a la obesidad.

La obesidad se considera una enfermedad crónica, de alta prevalencia, superándose los 670 millones de personas que la padecen, y multifactorial en la que solo para un 2-3% de afectados sería una consecuencia de una patología endocrinológica. Supone un riesgo principal para la salud, pues se ha estimado que la obesidad es parcialmente responsable de enfermedades como la diabetes, hipertensión y cardiopatías isquémicas y algunos cánceres (Purnell J, 2023).

La OMS sugiere utilizar como el indicador clínico universal para la determinación de esta afección un Índice de Masa Corporal igual o superior a  $30 \text{ kg/m}^2$  y entendiéndose como normo peso un individuo con un índice menor a  $25 \text{ kg/m}^2$ .

No obstante, la obesidad por definición es el exceso de grasa corporal, entendiéndose como tal un porcentaje mayor al 20% y al 30% del peso corporal total para hombres y mujeres, respectivamente (Manuel Moreno G, 2012).

En un estudio en el que se ha realizado una revisión bibliográfica de más de una treintena de artículos, se sugiere que esta privación onírica puede estar relacionada con el aumento de peso y una mayor probabilidad de sufrir obesidad.

No obstante, la medición del sueño en todos los estudios menos en uno de ellos fue a través de una encuesta, por lo que no son datos enteramente objetivos. Además, el estudio que sí fue meramente objetivo usando una actigrafía de 72 horas no fue estadísticamente relevante (Patel S, Hu F, 2008).

Cabe añadir, que el aumento de peso y obesidad fueron determinados por el Índice de Masa Corporal, una medición que utiliza una regla matemática que incluye tu altura y tu peso, usada incluso hoy en día para determinar estos parámetros. Sin embargo, sin tener en cuenta el porcentaje de grasa corporal, se debe ser precavido con su análisis, ya que recientemente se ha demostrado que un índice de masa corporal elevado no está relacionado explícitamente con una mala salud y obesidad. Al fin y al cabo, dos individuos que pesen y midan lo mismo, pueden tener una forma física, salud y grasa corporales muy diferentes según su masa muscular (Patel S, Hu F, 2008).

A pesar de esas limitaciones mencionadas y que se necesite mayor investigación en el campo, estos descubrimientos pueden ayudarnos a inferir que un sueño insuficiente puede presentar una cierta relación con la ganancia de peso y obesidad.

Bien es cierto que sí se encontraron en varios de los estudios revisados datos fisiológicos relevantes para la regulación del apetito, y, por ende, para incremento del peso, los niveles bajos de leptina y los elevados de ghrelina (Patel S, Hu F, 2008).

La leptina es una hormona derivada del adipocito que media el almacenamiento de energía como tejido adiposo. Los niveles de esta molécula están regulados por el ciclo circadiano, presentando sus niveles ínfimos por la mañana y sus niveles máximos por la tarde, aumentando la sensación de hambre por la mañana y disminuyéndola por la tarde. Además, parecen generarse altos niveles de esta hormona durante el sueño (Maurovich-Horvat E, Pollmächer T, Sonka K, 2008).

La ghrelina es un péptido derivado del estómago, que media el incremento de la ingesta y el peso, así como de una disminución del uso de las grasas.

Además, esta molécula parece ser un factor promotor del SWS y de la liberación nocturna de la hormona adrenocorticotropa (ACTH), la hormona del crecimiento (GH) y el cortisol (Maurovich-Horvat E, Pollmächer T, Sonka K, 2008).

La privación de sueño se ha asociado con niveles más bajos de leptina y más altos de ghrelina, suponiendo según lo citado anteriormente, un mayor apetito y un incremento de la ingesta y el peso (Maurovich-Horvat E, Pollmächer T, Sonka K, 2008).

## Salud endocrina

La salud metabólica y endocrina están altamente relacionadas, pues las moléculas y hormonas presentes del sistema endocrino forman parte también del sistema metabólico, pues son moléculas que se sintetizan y degradan, y por definición, estos dos procesos componen el metabolismo.

Puesto que, dentro del sistema endocrino, el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal regula una gran cantidad de procesos fisiológicos, y, por tanto, resulta un factor determinante para los efectos adversos producidos por la insuficiencia onírica, se procede a exponer el impacto en su actividad fruto de la deficiencia de sueño.

En un estudio en el que se evaluaron los niveles de ACTH y cortisol en grupos comparativos de humanos, se vio que, al privar de sueño, los niveles de ACTH aumentaron un 19%, mientras que los niveles diurnos de cortisol un 21%. Por lo que se puede concretar que la deficiencia del sueño actúa como un factor de estrés leve, que impulsa este eje hormonal hacia la hiperactividad (Guyon A, Balbo M, Morselli L et al. 2014).

Además, los cambios en la ACTH fueron inexistentes durante la noche, mientras que durante la mañana aumentó; por lo que sugiere que la sensibilidad de la parte suprarrenal del eje puede ser menor durante la mañana y mayor durante la noche.

Por otro lado, para los niveles de cortisol ocurrió al revés, apenas sufrieron cambios durante la mañana, mientras que el cortisol libre y total aumentaron durante la noche, un 200% y un 30%, respectivamente.

Dicho lo cual, se puede destacar que, el hecho de que los niveles de ambas hormonas fueran afectados diferentemente según el momento del día, sugiere que la pérdida onírica altera la sensibilidad circadiana de la glándula suprarrenal a la ACTH (Guyon A, Balbo M, Morselli L et al. 2014).

Respecto al cortisol, hay que tener en cuenta que se trata de uno de los mayores sincronizadores circadianos, si no el mayor, sincronizando de manera directa el tejido adiposo, muscular y hepático, controlando los principales tejidos energéticos, que actúan de reserva de glucógeno, grasas y proteínas. Sin olvidar que también sincroniza de manera indirecta algunos órganos, como el páncreas y el estómago, ambos relacionados relevantemente con la absorción de macronutrientes.

El cortisol es, por tanto, la principal hormona que controla el catabolismo y una regulación inadecuada del mismo puede tener en dichos tejidos unas consecuencias fatales, comprometiendo la salud del individuo (O'Byrne N, Yuen F, Butt W et al. 2021).

## Salud inmunológica

El sistema inmunitario es una compleja red de respuestas, en las que juegan un rol numerosas células y moléculas, defendiendo el cuerpo de agentes patógenos.

La relación entre el sueño y la inmunidad parece ser recíproca, pues al igual que el estar infectado afecta al sueño, reduciéndolo durante el periodo de incubación y aumentándolo durante el periodo de infección, cuando se produce una privación de sueño también se generan ciertos cambios en la inmunidad.

Por un lado, aumentan los niveles de monocitos, y con ellos, los de citoquinas, relacionándose con un estado proinflamatorio.

De acuerdo con esto último, parece lógico que en un estudio se observara que los niveles en suero de inmunoglobulinas aumentaban, pues su producción está relacionada con algunas citoquinas, como la IL-2 y la IL-6. No obstante, no resultaba en un efecto patológico.

Además, algunos estudios han demostrado que la actividad NK aumentó tras dos noches de deficiencia onírica.

Por otro lado, en un estudio se ha observado que, tras la vacunación de individuos privados oníricamente, los niveles de anticuerpos específicos producidos contra el virus en cuestión a los días fueron la mitad o incluso menores, comparados con aquellos de pacientes sin privación de sueño.

De manera general, los hallazgos sugieren que, tras una insuficiencia de sueño a corto plazo, se produce un aumento de la respuesta inmunitaria, mientras que a largo plazo se produce un impacto negativo sin precedentes (Maurovich-Horvat E, Pollmächer T, Sonka K, 2008).

Un claro ejemplo del impacto negativo en la inmunidad es el hecho de que se tenga más probabilidad de infección de SARS-COV-2 para individuos que reportan dificultades para dormir, mientras que exista una cierta protección, reduciendo un 12% el riesgo de COVID-19 por cada hora adicional de sueño.

Sin embargo, estos efectos negativos no solo pueden ser producto de una mala calidad de sueño, también pueden ser resultado de una modificación del ciclo circadiano, como demuestra un estudio en el que se promovía la replicación de un amplio rango de virus relevantes para la clínica en ratones BMAL1 KO, destacando el rol que tiene el reloj circadiano en la infección viral.

Se puede añadir que un análisis de expresión génica del transcriptoma pulmonar mostró que algunos genes fueron sobre expresados, enriqueciendo la autofagia, la organización del aparato de Golgi y la localización de proteínas celulares, procesos implicados en la entrada viral y replicación de RNA. No obstante, se vislumbró la existencia de varios genes regulados en menor medida, suponiendo más de un 70% de estos, productos relacionados con rutas del sistema inmunológico, probando una disminución inmunitaria generalizada en los pulmones (Taylor L, Von Lendenfeld F, Ashton A et al. 2023)

### **Salud neurocognitiva**

Resulta interesante tener en cuenta el funcionamiento del cerebro y cómo procesa el entorno al hablar de cómo afectan los trastornos del sueño a la salud global de un individuo. Al fin y al cabo, por su sintomatología se trata de uno de los indicadores de falta de sueño más fáciles de reconocer, sin olvidarse de que el buen funcionamiento del cerebro resulta esencial para la integridad.

La privación onírica produce una larga lista de efectos en las funciones cognitivas de una persona, destacando la fatiga, definiéndose ésta como una degeneración progresiva del rendimiento cognitivo. No obstante, se pueden mencionar también otros ejemplos en los que afecta negativamente, como la memoria, el aprendizaje, la escucha activa.

*Grosso modo*, se puede decir que las tareas que tienden a ser más convergentes, como el pensamiento crítico o la deducción de ideas no suelen estar afectadas por esta falta de sueño, mientras que las tareas más divergentes, como la asimilación de cambios o la proactividad están más afectadas.

Fisiológicamente, estos impactos serían producidos por el efecto sufrido en la región prefrontal del córtex, siendo similar a la pérdida neurocognitiva fruto de un déficit en esta región, situada en los lóbulos frontales del cerebro en la población anciana (Durmer J, Dinges D, 2005)

Merece especial mención el hecho de que esta deficiencia cognitiva se traduce, por tanto, en una peor función humana, ocasionando un mayor riesgo de accidentes.

No solo se ha observado que aquellos individuos que duermen menos de 6 horas al día tienen un 13% más de riesgo de mortalidad respecto a individuos que duerman entre 7 y 9 horas, sino que, además, una población que duerma entre 6 y 7 horas tendrá un 7% más de probabilidad de defunción.



Por otro lado, se destaca el efecto económico mundial que esta privación de sueño produce. Como los datos de cinco países de la *Organisation for Economic Co-operation and Development* situados en diferentes partes del globo muestran que solo en ellos, aproximadamente, se tendría una pérdida de 2.33 millones de días de trabajo, teniendo en cuenta como un día de trabajo 8 horas. Cabe añadir que, un modelo macroeconómico predijo que la pérdida económica anual, como resultado de un sueño insuficiente en estos cinco países, estaría en torno a los 680 billones de dólares (Hafner M, Stepanek M, Taylor J et al. 2017)

Tras exponer los diferentes impactos negativos de un sueño sin calidad, se puede considerar que paliar los efectos adversos de la privación onírica resulta imprescindible para la salud general de la población, pero también para la economía global, relacionada con la calidad de vida y necesaria para impedir el colapso mundial.

#### iv. Encuesta global

A pesar de la importancia del sueño para cada uno de nosotros, muchos individuos no prestan la necesaria atención a este hábito tan vital.

Así pues, un estudio que tuvo en cuenta a población de Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, como muestra de la población total de los países desarrollados, recogió datos interesantes que se deben exponer a continuación (Léger D, Poursain B, Neubauer D et al. 2008).

En cuanto a la prevalencia, se vio que había un 56%, un 31.2% y un 23% de personas con percepción de tener problemas oníricos en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, respectivamente.

Además, se estudió la naturaleza de las dificultades del sueño sufridas por los afectados.

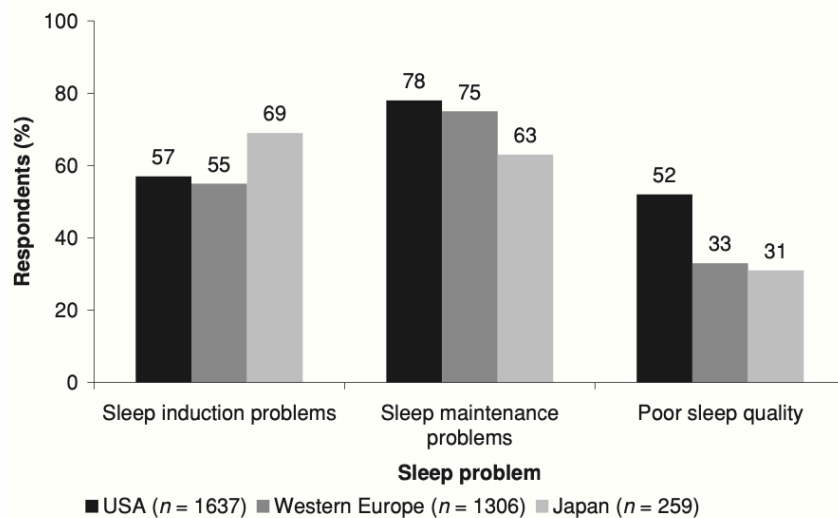


Figura 4. Naturaleza de los problemas oníricos (Léger D, Poursain B, Neubauer D et al. 2008).

Se puede observar en este histograma que, tanto en porcentaje como en número, los problemas para mantener el sueño fueron los más comunes de manera global, seguidos por los problemas para conciliar el sueño y, por último, la mala calidad onírica. No obstante, Japón destaca por mostrar el porcentaje mayor para aquellas personas que sufren por iniciar su sueño y Estados Unidos destaca por tener un alto porcentaje de individuos que auto perciben tener una mala calidad de sueño, existiendo una menor diferencia de porcentaje respecto a los otros dos parámetros estudiados, en comparación con Japón y Europa Occidental. Analizando el histograma, se puede calcular que la suma de los porcentajes por región no da el 100%, sino más. Esto se debe a que varias personas no solo sufrían de una condición, sino de varias.



Siendo más exactos, un 62%, 43% y 48% en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, respectivamente, reportaron tener más de un problema asociado al sueño.

Además, de ellos, un 26%, 17% y 11%, respectivamente, respondieron experimentar tener inconvenientes en los tres tipos de dificultades oníricas estudiadas.

En cuanto a la frecuencia, tanto en Europa Occidental como en Estados Unidos, los disturbios del sueño aparecían al menos varias veces a la semana en la mayoría de la población (Figura 5), para más del 85% y 95% de ella, respectivamente, además, casi un tercio de la muestra de ambas regiones dijo sufrirlas diariamente. Sin embargo, en Japón, estas afecciones parecían ser menos frecuentes, pues menos del 75% de los individuos reconocían sufrirlas al menos varias veces por semana, y tal solo un 15.4% respondió padecerlas diariamente.

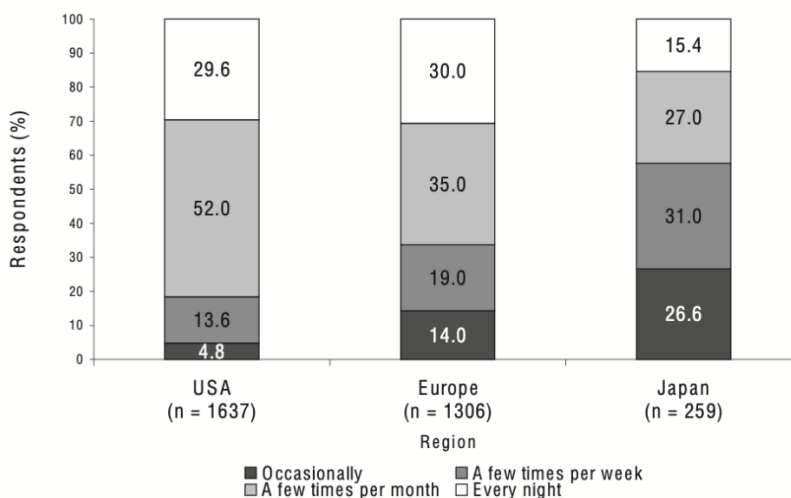


Figura 5. Frecuencia de los problemas oníricos (Léger D, Poursain B, Neubauer D et al. 2008).

Por último y no por ello menos importante, se preguntó por la percepción de consecuencias a causa de estas deficiencias oníricas en el día a día y los resultados se recogen en la figura 6.

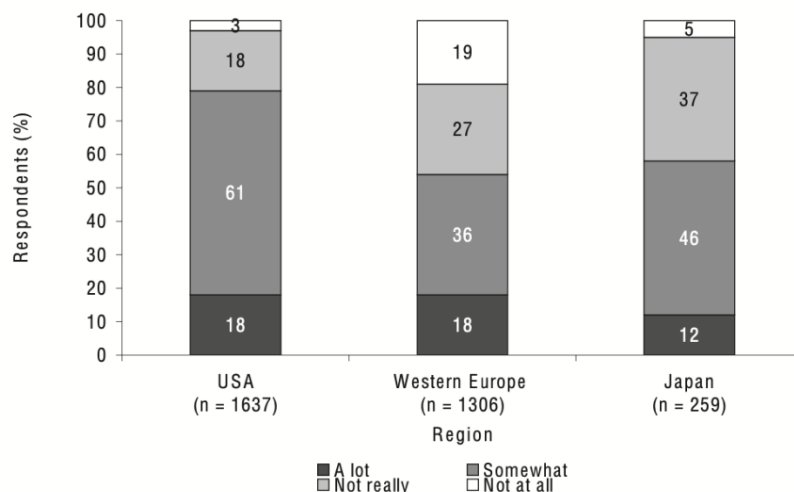


Figura 6. Apreciación de las consecuencias durante la vigilia problemas oníricos (Léger D, Poursain B, Neubauer D et al. 2008).

Según esta gráfica, en Europa Occidental casi una quinta parte de la población no percibiría consecuencia alguna, mientras que este segmento de la población solo suponía un 3 y 5% en Estados Unidos y Japón, respectivamente.

Cabe subrayar que, de las regiones estudiadas, las personas de Estados Unidos notaron más las consecuencias producidas a causa de estos déficits oníricos, respondiendo asertivamente casi un 80% de ellas que sí fueron afectadas. En cambio, tan solo un 54% y un 58% en Europa Occidental y Japón, respectivamente, fueron conscientes de un peor funcionamiento.

A su vez, un 37%, 27% y 18% de los encuestados en Japón, Europa Occidental y Estados Unidos, respectivamente, tenían dudas respecto a si en su día a día eran afectados o no.

Aún es más, en este mismo estudio se evaluó el número de individuos que estaban bajo tratamiento para acabar con sus problemas relacionados con el sueño. De manera global, casi un 50% no habían hecho nada para solucionarlo, ni siquiera habían probado medidas personales. Por otro lado, casi un 60% de la población no lo había hablado con un médico y del 40% que sí lo había hablado, aproximadamente la mitad recibían tratamiento en Europa y Estados Unidos, mientras que el 90% de ellos eran tratados en Japón.

Después de analizar esta encuesta llevada a cabo con más de 10000 individuos y teniendo en cuenta países desarrollados de varios continentes, se puede concluir que el porcentaje de personas afectadas por un sueño inadecuado y las consecuencias que conlleva es vasto y significativo. Pese a esto, apenas algunos de ellos lo tratan como un verdadero problema y buscan ayuda para solucionarlo, por lo que urge desarrollar un invento atractivo y de fácil adquisición que pueda ser útil para la mayoría de estas personas perjudicadas que no buscan o reciben asistencia.

#### **v. Monitorización del sueño**

Poder realizar un monitoreo del sueño resulta esencial si se pretende tratar a un individuo que presenta problemas oníricos, por lo que es necesario conocer objetivamente, y no por meras auto percepciones, la calidad y cantidad de sueño que tiene.

Actualmente, la mejor manera por la que se puede estudiar el sueño de una forma precisa y objetiva es la polisomnografía, otorgándole el nombre de estándar de oro.

La polisomnografía es una técnica que es empleada durante una noche completa, siguiendo todo el sueño del paciente. Su objetividad reside en el uso de un conjunto de pruebas fisiológicas, registrando multitud de datos de varios parámetros asociados a la calidad del sueño (Engstrøm M, Rugland E, Skard Heier M, 2013). Con el fin de determinar y realizar un seguimiento a través de las diferentes etapas oníricas, esta técnica emplea la electroencefalografía, la electrooculografía y la electromiografía. Con estas grabaciones, se puede deducir el paso por cada una de las etapas del sueño, en base a las diferentes particularidades de cada una de ellas.

Asimismo, con el fin de gestionar una mejor valoración, se le añade el estudio de más variables, como la respiración, la saturación de oxígeno y el flujo de aire por la nariz y boca

No obstante, a pesar de que se trata de una buena opción para monitorizar el sueño, requiere de mucha aparatología, resultando en una incomodidad para el paciente y de una continua supervisión por los especialistas a cargo del estudio. Debido a esta poca practicidad, en casi la totalidad de las ocasiones acaba empleándose para fines de investigación, más que para fines terapéuticos.

De tal manera, aparece una necesidad de valorar si existen otros métodos de similar objetividad, pero de mejor diseño.

Con la disponibilidad de dispositivos móviles que hay hoy en día, ha sido fácil que aparezcan multitud de herramientas de salud portátiles. Sin embargo, aunque haya crecido la cantidad de posibilidades, hay que ser escéptico y pocos de estos ítems han sido validados en comparación con la polisomnografía.

Uno de estos pocos resulta ser una pulsera inteligente con varios sensores llamada Fitbit Charge 2, con la que se corroboró que en un 82% de las veces identificó correctamente los ciclos de sueño NREM-REM en comparación con la técnica del estándar de oro (de Zambotti M, Goldstone A, Claudatos S et al. 2018).

Esta tecnología se basa en la actigrafía de la muñeca, una técnica que deduce si se está despierto o dormido de acuerdo con la actividad de la muñeca y empleando unos algoritmos matemáticos. Además, se puede hacer un estudio para aproximarnos al ritmo circadiano de ese paciente, obteniendo información relevante del mismo, como si es regular o se encuentra bien estructurado.

Sin embargo, la actigrafía por sí sola no es muy eficaz para determinar los episodios de vigilia, y en personas con insomnio suele sobreestimar el tiempo de sueño. Por lo que esta tecnología utilizada de manera aislada no sería suficiente como para poder realizar un buen seguimiento del sueño (Behar J, Roebuck A, Domingos J et al. 2013).

Así pues, esta smartband fue diseñada para disponer de una tecnología capaz de medir la frecuencia cardiaca con el fin de determinar las fases del sueño en las que se encuentra en el individuo. Para ello se sirve de un pulsómetro, en el que se utiliza la irradiación de luz, la cual es absorbida en una medida u otra, detectando el paso de la sangre por la muñeca y por tanto, las pulsaciones.

Sin embargo, aunque resulta prometedor por su sensibilidad del 96%, la detección de sueño; solo tiene un 61% de especificidad, la detección de vigilia. Además, su capacidad para detectar las fases de sueño 1 y 2, que se corresponderían con un sueño ligero, fue del 81%; la detección de las fases del sueño 3 y 4, que supondrían el sueño profundo fue del 49%; y la exactitud para definir la fase REM fue del 74% (de Zambotti M, Goldstone A, Claudatos S et al. 2018).

Tras esto, se pueden entender que hay varias métricas relevantes para el sueño, entre las más significativas, la cantidad total, la latencia, las etapas y los ciclos del sueño.

Así pues, la latencia y la cantidad total de sueño se podrían medir con la actigrafía, mientras que para las etapas y ciclos del sueño necesitaríamos, al menos, la frecuencia cardiaca y la temperatura corporal o incluso la oxigenación de la sangre para complementar (Depner C, Cheng P, Devine J et al. 2020).

Teniendo en cuenta estos datos, existen ya unas pocas tecnologías portátiles capaces de medir estas informaciones cuantitativas, aún con todo, se necesita un mayor estudio y una validación rigurosa frente a la polisomnografía, con el fin de perfeccionar dichos dispositivos y mejorar sus aplicaciones clínicas.

## **vi. Terapias no farmacológicas empleadas en el tratamiento de los trastornos del sueño**

### **Aromaterapia**

Según su nombre, fácilmente se descubre que se trata de una terapia que emplea el aroma. Se lleva empleando en la humanidad desde hace más de 6000 años con el fin de curar el cuerpo, la mente y el alma y ha resurgido desde finales del siglo XX. De manera terapéutica central se emplean los aceites esenciales provenientes de vegetales. Generalmente se emplean a través de métodos como la inhalación o la aplicación sobre la piel. Se les atribuyen efectos bien documentados, como antibacterianos, antibióticos y antivirales, además de otros efectos como bloqueadores del dolor, reductores de la ansiedad, estrés y de la presión sanguínea, así como optimizadores de la calidad del sueño (Freeman M, Ayers C, Peterson C et al. 2019).

En el caso de su impacto olfativo a través de la aromaterapia, el mecanismo versa en una señal fisiológica sobre las células receptoras de la nariz. Se genera una respuesta que es impulsada hasta las partes límbicas e hipotálamo donde se produce la liberación de neurotransmisores, como la serotonina, endorfina o

noradrenalina, provocando efectos calmantes, eufóricos o estimulantes, respectivamente (Ali B, Al-Wabel N, Shams S et al. 2015)

El aceite esencial de lavanda, *L. angustifolia*, es uno de los más investigados, y su uso como ayudante para conciliar el sueño está respaldado por sus propiedades sedantes, mejorando no solo la cantidad de sueño, sino, sobre todo, la calidad del sueño. Dicho esto, los individuos tratados con esta terapia se despiertan percibiendo una sensación de descanso y eliminación de fatiga mayor en comparación con grupos sin tratar (Lillehei A, Halcón L, Savik K et al. 2015).

Además, el aceite esencial de manzanilla (*Anthemis nobilis*) ayudaría no tanto como el de lavanda para dormirse, pero sería adecuado para tratar problemas de la calidad del sueño relacionados con los despertares recurrentes y frecuentes durante la noche (Setzer W, 2009)

### **Musicoterapia**

La musicoterapia como tratamiento lleva también siendo usada desde hace siglos, sirviéndose de los sonidos y melodías para mejorar el estado de una persona. Sin embargo, no comenzó hasta mediados del siglo pasado a utilizarse en el ambiente hospitalario. Tiene varios efectos fisiológicos basados en la modulación del sistema nervioso simpático y los niveles del cortisol, algunos son la reducción de la frecuencia cardiaca, la presión sanguínea y la concentración de la norepinefrina al principio del sueño, lo que hace incrementar la calidad del mismo en los individuos que se benefician de remedio (Kavurmaci M, Dayapoğlu N, Tan M, 2020)

A pesar de sus buenos beneficios, hay que ser consciente de que no cualquier tipo de música sirve como terapia. De hecho, existe evidencia de que se tiene que emplear lo que se conoce como música sedativa, es decir, una música que presente un tempo de unos 60-80 pulsos por minuto, siendo similar a la velocidad de nuestro corazón y ayudándonos a calmarnos, un volumen bajo y que sea relajante, como algo instrumental y no vocal, por ejemplo. Igualmente, cabe decir que se ha observado que los efectos en la calidad del sueño fruto de la musicoterapia fueron aún mayores cuando se aplicó esta aproximación por más de 4 semanas (Chen C, Tung H, Fang C et al. 2021).

### **Cromoterapia**

Este mecanismo se basa en la relación entre los colores y nuestro estado psicológico, modificando, por ende, nuestro estado fisiológico. Resulta que es posible afectar a algunas rutas bioquímicas protagonizadas por la melatonina y serotonina, dos hormonas importantes para el sueño por sus efectos relajantes.

Así pues, mientras algunos colores como el amarillo o el rojo entorpecerían la conciliación del sueño, otros, como el azul la impulsaría. Al fin y al cabo, el azul es un color que se relaciona psicológicamente con la calma y tranquilidad, lo que al final, se traduce en una mayor liberación de melatonina (Radeljak S, Zarković-Palijan T, Kovacević D et al. 2008).

#### **vii. Estudio del mercado**

En este apartado, se pretende mostrar las soluciones existentes que emplean algunas de estas terapias para mejorar la calidad del sueño de sus clientes, o se sirven de parámetros mencionados a lo largo de este proyecto relevantes para el sueño.

## **Soluciones y técnicas existentes**

### **Soundasleep pilow**

Se trata de una almohada capaz de reproducir la música que nosotros deseemos, conectando nuestro teléfono inteligente, por lo que se podría acceder a un catálogo de música, que cumpla con los requisitos mencionados anteriormente para que sea viable. Además, tiene la ventaja de no molestar a nadie más en la sala y de costar apenas 30 €, por lo que resulta muy accesible.

No obstante, requiere de un uso responsable de la misma en la elección del sonido beneficioso para nuestro sueño, además, entre otras desventajas se encuentran el no seguimiento del sueño y no contar con ninguna otra especificidad relevante para el sueño.

### **Lumie Bodyclock Luxe 750Dab**

Se trata de un dispositivo que reúne no solo un acceso a varios sonidos que cumplen los requisitos de música sedativa, sino que además implanta un sistema de luces que permite despertarte de una manera más efectiva, fluida y relajada y dormirte más fácilmente.

Sin embargo, su precio roza los 300 €, por lo que ya no resulta tan accesible como el anterior ítem y además no presenta ninguna monitorización del sueño, por lo que es el usuario el que determina las horas a las que se modulan las luces y el sonido, presentando una menor efectividad al no actuar óptimamente respecto a nuestras necesidades oníricas.

### **Eight sleep**

Esta empresa comercializa varias líneas de producto. No obstante, en Europa solo se pueden acceder a las cubiertas de cama y no a los colchones, que se podrían considerar como su producto estrella, por lo que solo se expondrá el producto comercializado en este continente y que puede afectar de alguna a este proyecto.

Se trata de una cubierta de cama, que emplea una tecnología completamente diferente, pero que claman mejorar la calidad del sueño hasta un 32%. Emplea la temperatura para ello, pues esta está íntimamente relacionada con el sueño y saber cuándo y cuánto modularla puede tener efectos oníricos positivos.

Además, tiene la ventaja de que esta tecnología sí presenta una monitorización del sueño, a través de sensores que determinan la frecuencia y variabilidad cardíaca, la frecuencia respiratoria y la temperatura, logrando reunir información para definir las etapas del sueño y el tiempo dormido.

En contra, presenta un alto precio que muy pocas personas pueden permitirse, siendo este de casi 2900 €.

## **viii. Normativa relacionada con el proyecto**

La normativa que presenta un impacto sobre este trabajo se compone de cuatro principales marcos legislativos.

Por un lado, debido a que encontraremos a continuación un dispositivo portátil de seguimiento del sueño y parámetros vitales, se debe tener en cuenta el marco CE para dispositivos médicos -93/42/EEC, 98/79/EC, 2000/70/EC, 2001/104/ EC.

Además, dado que hallaremos un ítem eléctrico, deberemos tener en cuenta el marco CE para equipos eléctricos – 2006/95/CE.

Por otro lado, dado que se almacenarán los datos de los individuos tratados, con el fin último de mejorar su bienestar, se deberá tener en cuenta el reglamento general de protección de datos, por lo que se dispone lo relacionado con el consentimiento explícito y la información para tareas legítimas.

Por último, a tener en cuenta, aparece la regulación del sonido para altavoces Bluetooth, por la Directiva de equipos de radio 2014/53/UE.

### **III. Objetivos**

- Hacer una investigación bibliográfica respecto al sueño, ciclo circadiano y como afectan estos mecanismos biológicos a los procesos fisiológicos de los seres humanos.
- Realizar una tarea de revisión de algunas de las terapias empleadas para ayudar a mejorar la calidad del sueño.
- Analizar encuestas internacionales con el fin de entender los problemas oníricos y el malestar que generan en la población.
- Estudiar el panorama mercantil actual en el que se dispone de productos capaces de beneficiar el sueño de cada individuo.
- Generar una encuesta propia en la que se reflejen tanto los hábitos como las necesidades oníricas de las personas.
- Diseñar el prototipo de un producto capaz de cubrir las expectativas y menesteres de los potenciales clientes, implementando terapias no farmacológicas.

### **IV. Materiales y métodos**

#### **i. Búsqueda bibliográfica**

La bibliografía empleada para la elaboración de los antecedentes de este proyecto fue encontrada en dos principales buscadores de información, Google Académico, operado por Google, y PubMed central, operado por el NCBI (Centro Nacional para la Información Biotecnológica). Además, se estableció el intervalo temporal específico de entre 1998 y 2023, limitando la búsqueda a las investigaciones de los últimos 25 años. Asimismo, se emplearon palabras clave como “Sleep”, “Sleep” AND “negative effects”, “Circadian rhythm”, “Sleep tracking” y “Sleep therapies”.

En cuanto a la normativa y reglamentación, se realizó la indagación en el buscador EUR-lex, gestionado por la Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, empleando términos clave como “dispositivo médico”, “protección de datos”, “equipo eléctrico” y “Bluetooth”.

#### **ii. Diseño y realización de la encuesta**

Nuestro equipo llevó a cabo una encuesta en la que se realizaron una serie de 10 preguntas relativas a los hábitos de sueño (anexo 1). Se contó con un grupo de 229 voluntarios de entre 20 y 25 años, repartidos por varios países del globo, por orden de personas de dicho origen, España, Irlanda, Francia, Corea del Sur, Italia, Perú, México y Turquía.

Se empleó Google Forms, parte del conjunto Google Docs Editors, desarrollado por Google para elaborar la encuesta y se sirvió de las aplicaciones sociales Instagram y WhatsApp para su distribución.

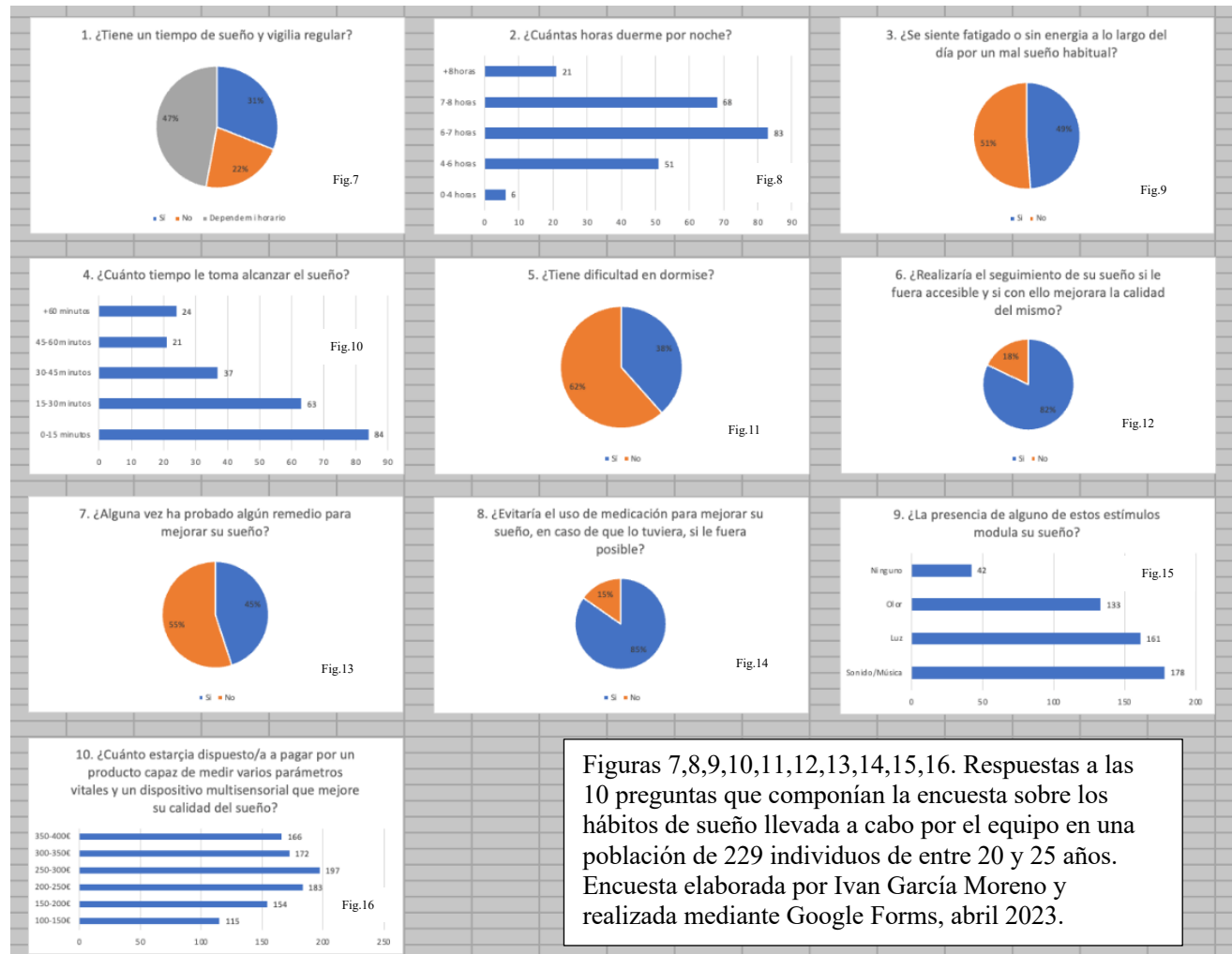
### **V. Resultados y discusión**

#### **i. Encuesta propia**

Los resultados, representados en las figuras 7-16, detectaron que la mayoría de los encuestados no presentaban hábitos de sueño regulares y no dormían el número medio de 8 horas recomendado para la población general.

Además, casi el 50% de la población de muestra se sentía fatigada o sin energía a lo largo del día y cerca del 40% presentaba alguna dificultad para dormirse. Por otro lado, se observó que más de un tercio de los individuos poseía un tiempo de latencia de más de media hora, suponiendo un atributo del sueño no óptimo.

En paralelo, se vio que más del 80% de los participantes estarían dispuestos a adquirir un dispositivo que permitiese la mejora de la calidad de su sueño, más de la mitad habían ya probado algún método para mejorar su sueño y el 85% de los encuestados determinó que si fuera posible evitaría fármacos relativos al sueño. También, cabe destacar que se demostró en esta encuesta que los estímulos externos, la luz, sonido y olor, afectan altamente al sueño de los seres humanos. Tan solo el 18% de las personas respondieron que estos estímulos no suponían ningún impacto para su calidad de sueño. Aún es más, parece ser que la mayor modulación era producida por el sonido o música, seguidos de la luz y el olor, como estímulo que menos afectaba, con un porcentaje de 78%, 70% y 58% respectivamente.



Estos datos arrojan también la información de que varios individuos no solo percibían que eran afectados por uno de estos estímulos sensoriales, sino por varios de ellos, pues en el caso contrario, sería imposible tener más de un 100% entre la suma de los porcentajes expuestos. Como última pregunta (Figura 16) se interrogó por el valor económico, por rangos de 50€ entre 100 y 400 euros, que estos voluntarios daban a un producto de las características suficientes como para realizar una monitorización de su sueño y una modulación ambiental para optimizar la calidad de este, pudiendo elegir un mismo participante varios rangos de precios.



Para nuestra sorpresa, el rango de precio menos otorgado por ellos fue el menor posible, 100-150€, seguido del segundo más barato, 150-200€. El más popular fue aquel de 250-300€, demostrando que los individuos son escépticos en cuanto a tecnología demasiado barata y valoran la calidad por encima del precio, respecto a este tipo de productos tecnológicos.

## ii. Prototipo ideado

Se propone una solución para contribuir a paliar las dificultades oníricas que se considera una tecnología del tipo de portátil, compuesta por dos dispositivos. Por un lado, una pulsera multisensor capaz de detectar parámetros biológicos, como la frecuencia cardiaca, la temperatura y la actividad física de la muñeca, basado en las tecnologías expuestas anteriormente. Por otro lado, se presenta un ítem similar a un difusor de aroma, en el que se utilizan los datos recogidos por la banda de la muñeca para modular el sonido, la luz y el olor que emite, maximizando sus posibles efectos positivos sobre la calidad de sueño del individuo.

Cabe destacar que los aceites esenciales con los que se genere el olor deseado se incluirán con el producto en el momento de la compra, con una durabilidad de 6 meses, teniéndose en cuenta un sueño diario de 8 horas. Tras este lapso, se deberán obtener de nuevo con el fin de reponer los anteriores y permitir que el producto comprado funcione correctamente.

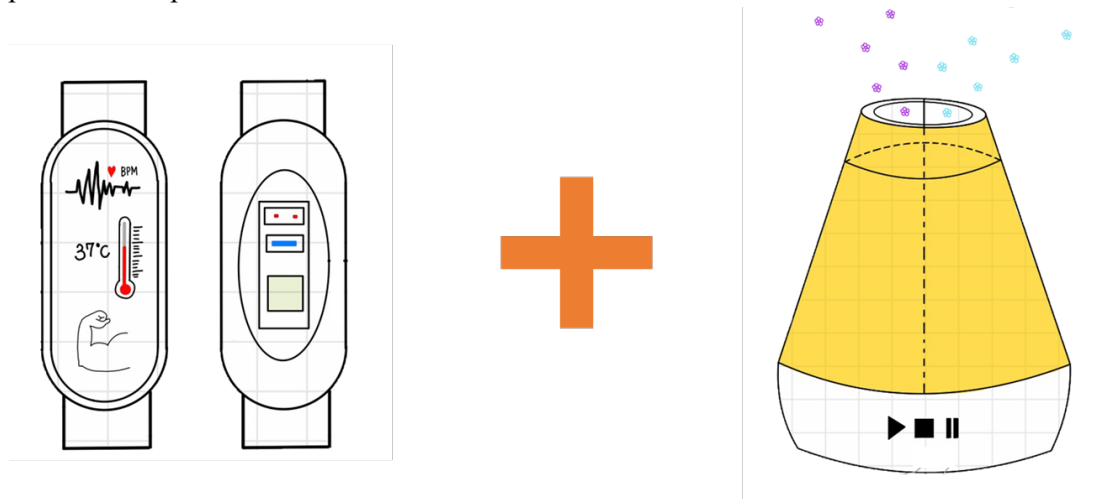


Figura 17. Diseño del concepto que se propone como solución a la problemática onírica. La suma de una tecnología capaz de medir la frecuencia cardiaca, la temperatura y la actividad muscular de la muñeca, y otra tecnología portable capaz de cambiar el ambiente en el que se encuentre gracias a los datos recogidos por el primer dispositivo, mejorando así la calidad del sueño.

Una vez mostrado el diseño, se procede a explicar el funcionamiento del producto.

Inicialmente, en el momento de acostarse, se deberá conectar el aparato multi sensorial, así pues, comenzará a emitir una luz tenue de color azul que favorezca la relajación y el sueño, a su vez, emitirá un aroma proveniente de un aceite esencial de lavanda, que promueva aún más este estado de calma y se incentive aún más el efecto somnífero; por último, se producirá también un sonido, de acuerdo con lo que se denomina música sedativa, que ayude a todo este proceso para comenzar el sueño.

En cuanto la pulsera detecte que el cliente se ha dormido, se suprimirá tanto la luz como la música, además, aparecerá un aroma a base de aceite esencial de manzanilla que sustituya a la producción de olor a lavanda. Así se promoverá una atmósfera adecuada para la continuación del sueño, evitando posibles despertares indeseados.



## **VI. Conclusiones**

- El sueño y el ciclo circadiano se encuentran altamente relacionados entre sí y afectan enormemente a la salud general de la población, provocando consecuencias negativas para el sistema cardiovascular, endocrino, metabólico, inmune y nervioso.
- Los problemas derivados de la falta de calidad de sueño acaban impactando negativamente y en gran medida sobre la economía global de países desarrollados.
- La población que sufre de trastornos oníricos fue estimada en más de un tercio de la población mundial, siendo las dificultades más frecuentes aquellas relacionadas con el mantenimiento del sueño.
- Actualmente, hay tecnología portátil que pueda monitorear el sueño en base a signos vitales, con una especificidad y sensibilidad adecuadas para el uso clínico.
- Existe información científicamente contrastada que corrobora la efectividad de la musicoterapia, aromaterapia y cromoterapia para mejorar el descanso.
- Puede ser posible una oportunidad de venta en el mercado para un producto tecnológico que ayude a mejorar la calidad onírica de los clientes.
- Se ha ideado una pulsera inteligente capaz de monitorear durante el sueño la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca y la actividad física.
- Se ha concebido un segundo ítem sincronizado con el anterior, capaz de ofrecer una terapia para mejorar la calidad del sueño, no invasiva, libre de efectos secundarios, personalizada y asequible, basada en los beneficios de la aromaterapia, musicoterapia y cromoterapia.

## **VI. Conclusions**

- Sleep and the circadian cycle are highly related and have a significant impact on the overall health of the population, leading to negative consequences for the cardiovascular, endocrine, metabolic, immune and nervous system.
- Issues stemming from poor sleep quality have a substantial negative effect on the global economy of developed countries.
- The population suffering from sleep disorders have been estimated to be more than a third of the world's population, with the most common difficulty being related to sleep maintenance.
- Currently, there is wearable technology capable of monitoring sleep based on vital signs, with the appropriate sensibility and specificity to be used in a clinical environment,
- Scientifically information confirms the effectiveness of music therapy, aromatherapy and chromotherapy in improving rest.
- There could be a market opportunity for a technological product which helps improving the sleep quality of customers.
- A smart band has been conceived, being able to monitor body temperature, heart rate and physical activity during sleep.
- A second item has been proposed, which would be synchronized to the smart band, to offer a non-invasive, side-effect free, personalized and affordable therapy to enhance sleep quality, based on the benefits from aromatherapy, music therapy and chromotherapy.

## VII. Bibliografía

- Institute of Medicine (US) Committee on Sleep Medicine and Research. Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem. Colten HR, Altevogt BM, editors. Washington (DC): National Academies Press (US); 2006.
- Pace-Schott E, Hobson J. The Neurobiology of Sleep: Genetics, cellular physiology and subcortical networks. *Nature Reviews Neuroscience*, (2002), 591-605, 3(8).
- Nelson K, Davis J, Corbett C. Sleep quality: An evolutionary concept analysis. *Nursing Forum*, (2022), 144-151, 57(1)
- Chaput J, Dutil C, Sampasa-Kanyinga H. Sleeping hours: what is the ideal number and how does age impact this? *Nature and Science of Sleep*, (2018), 421-430, Volume 10
- Poza J, Pujol M, Ortega-Albás J, et al. Melatonina en los trastornos de sueño. *Neurología*, (2022), 575-585, 37(7)
- Potter G, Skene D, Arendt J et al. Circadian Rhythm and Sleep Disruption: Causes, Metabolic Consequences, and Countermeasures. *Endocrine Reviews*, (2016), 584-608, 37(6)
- Blume C, Garbazza C, Spitschan M. Effects of light on human circadian rhythms, sleep, and mood. *Somnologie*, (2019), 147-156, 23(3).
- Dierickx P, Van Laake L, Geijsen N. Circadian clocks: from stem cells to tissue homeostasis and regeneration. *EMBO reports*, (2018), 18-28, 19(1).
- Grandner M. Sleep, Health, and Society. *Sleep Medicine Clinics*, (2017), 1-22, 12(1).
- Wang Q, Xi B, Liu M et al. Short sleep duration is associated with hypertension risk among adults: a systematic review and meta-analysis. *Hypertension Research*, (2012), 1012-1018, 35(10).
- Altman N, Izci-Balserak B, Schopfer E et al. Sleep duration versus sleep insufficiency as predictors of cardiometabolic health outcomes. *Sleep Medicine*, (2012), 1261-1270, 13(10).
- Maurovich-Horvat E, Pollmächer T, Sonka K. The effects of sleep and sleep deprivation on metabolic, endocrine and immune parameters. *Prague medical report*, (2008), 275-85, 109(4).
- Spiegel K, Leproult R, Van Cauter E. Impact of sleep debt on metabolic and endocrine function. *The Lancet*, (1999), 1435-1439, 354(9188).
- Purnell J. Definitions, Classification, and Epidemiology of Obesity (2000).
- Manuel Moreno G. Definición y clasificación de la obesidad. *Revista Médica Clínica Las Condes*, (2012), 124-128, 23(2)
- Patel S, Hu F. Short Sleep Duration and Weight Gain: A Systematic Review. *Obesity*, (2008), 643-653, 16(3)
- Guyon A, Balbo M, Morselli L et al. Adverse Effects of Two Nights of Sleep Restriction on the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis in Healthy Men. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, (2014), 2861-2868, 99(8).
- O'Byrne N, Yuen F, Butt W et al. Sleep and circadian regulation of cortisol: A short review. *Current Opinion in Endocrine and Metabolic Research*, (2021), 178-186, 18.
- Taylor L, Von Lendenfeld F, Ashton A et al. Sleep and circadian rhythm disruption alters the lung transcriptome to predispose to viral infection. *iScience*, (2023), 105877, 26(2).
- Durmer J, Dinges D. Neurocognitive Consequences of Sleep Deprivation. *Seminars in Neurology*, (2005), 117-129, 25(01).
- Hafner M, Stepanek M, Taylor J et al. Why Sleep Matters-The Economic Costs of Insufficient Sleep: A Cross-Country Comparative Analysis. *Rand health quarterly*, (2017), 11, 6(4).

- Léger D, Poursain B, Neubauer D et al. An international survey of sleeping problems in the general population. *Current Medical Research and Opinion*, (2008), 307-317, 24(1).
- Engstrøm M, Rugland E, Skard Heier M. Polysomnografi ved utredning av søvnlidelser. *Tidsskrift for Den norske legeförening*, (2013), 58-62, 133(1).
- de Zambotti M, Goldstone A, Claudatos S et al. A validation study of Fitbit Charge 2™ compared with polysomnography in adults. *Chronobiology International*, (2018), 465-476, 35(4).
- Behar J, Roebuck A, Domingos J et al. A review of current sleep screening applications for smartphones. *Physiological Measurement*, (2013), R29-R46, 34(7).
- Depner C, Cheng P, Devine J et al. Wearable technologies for developing sleep and circadian biomarkers: a summary of workshop discussions. *Sleep*, (2020), 43(2).
- Freeman M, Ayers C, Peterson C et al. *Aromatherapy and Essential Oils: A Map of the Evidence* (2019).
- Ali B, Al-Wabel N, Shams S et al. Essential oils used in aromatherapy: A systemic review. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, (2015), 601-611, 5(8)
- Lillehei A, Halcón L, Savik K et al. Effect of Inhaled Lavender and Sleep Hygiene on Self-Reported Sleep Issues: A Randomized Controlled Trial. *Journal of alternative and complementary medicine* (New York, N.Y.), (2015), 430-8, 21(7).
- Setzer W. Essential oils and anxiolytic aromatherapy. *Natural product communications*, (2009), 1305-16, 4(9).
- Kavurmaci M, Dayapoğlu N, Tan M. Effect of Music Therapy on Sleep Quality. *Alternative therapies in health and medicine*, (2020), 22-26, 26(4).
- Chen C, Tung H, Fang C et al. Effect of music therapy on improving sleep quality in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, (2021), 1925-1932, 69(7).
- Radeljak S, Zarković-Palijan T, Kovacević D. Chromotherapy in the regulation of neurohormonal balance in human brain--complementary application in modern psychiatric treatment. *Collegium antropologicum*, (2008), 185-8, 32 Suppl 2.

## VIII. Anexos

### Anexo 1

Sleeping Habits Survey

23/8/23, 15:00

## Sleeping Habits Survey

1. Do you have a regular bedtime and wake-up time?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Yes
- ☐ No
- ☐ It changes depending on my schedule

2. How many hours of sleep do you typically get per night?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ 0-4 hours
- ☐ 4-6 hours
- ☐ 6-7 hours
- ☐ 7-8 hours
- ☐ 8+ hours

3. Do you often feel tired or run down during the day?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Yes
- ☐ No

4. How long does it take you to fall asleep?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ 0-15 minutes  
☐ 16-30 minutes  
☐ 31-45 minutes  
☐ 46-60 minutes  
☐ +60 minutes

5. Do you have trouble staying asleep?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Yes  
☐ No

6. Would you monitor your bedtime, if it was accesible and it would improved your sleep.

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Yes  
☐ No

7. Have you ever tried any remedies to improve your sleep?

*Marca solo un óvalo.*

- ☐ Yes  
☐ No

8. Would you avoid taking sleeping pills if you had the possibility to do so?

*Marca solo un óvalo.*

☐ yes

☐ no

9. Does the presence of any of these affect your sleep?

*Selecciona todos los que correspondan.*

☐ Sound/ music

☐ Light

☐ Smell

☐ None of the above

10. How much would you be willing to pay for a product capable of tracking different vitals and a multi sensorial item which improves your sleep quality?

*Selecciona todos los que correspondan.*

☐ 100-150€

☐ 150-200€

☐ 200-250€

☐ 250-300€

☐ 300-350€

☐ 350-400€

---

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

