



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

TÉCNICAS HÁPTICO-AUDITIVAS PARA EL MANEJO
ODONTOLÓGICO EN ADOLESCENTES CON
DISCAPACIDAD VISUAL.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A:

JOSÉ MANUEL MÉNDEZ MORENO

TUTORA: Dra. MIRIAM ORTEGA MALDONADO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN	1
2. Conceptos básicos del sentido háptico	2
2.1 Fisiología del tacto	5
2.1.1 Receptores táctiles	7
2.1.2 Vías somato-sensitivas	11
2.2 Técnicas hápticas	12
2.2.1 Sistema Braille	14
2.2.2 Tecnologías asistenciales hápticas	15
3. Conceptos básicos del sentido auditivo	18
3.1 Fisiología del audio	19
3.2 Técnicas auditivas	22
3.2.1 Tecnologías asistenciales auditivas	24
4. Discapacidad visual	27
4.1 Clasificación de la función visual	27
4.2 Niveles de discapacidad visual	28
4.3 Etiología y prevalencia	29
5. Auxiliares háptico-auditivos para el manejo odontológico en pacientes con discapacidad visual	35
6. Desarrollo psicosocial en adolescentes con discapacidad visual y su efecto en la salud bucal	40
7. Consideraciones para la atención odontológica en pacientes con discapacidad visual	47
8. CONCLUSIONES	50

1. INTRODUCCIÓN

El ser humano siempre busca estar en comunicación con lo que lo rodea y de manera concreta con lo que toca. El sistema háptico permite a cada sujeto percibir el entorno apelando a la utilización de su propio cuerpo y el tacto influye en esa percepción.

A través del tacto somos capaces de realizar finísimas discriminaciones sobre diferencias en las texturas de distintas superficies, como la dureza de los objetos, la temperatura, la viscosidad de distintos líquidos y otras propiedades de los objetos y materiales de nuestro entorno.

El tacto es el sentido más corpóreo, al tocar entramos en contacto con nuestro entorno, no es un sentido distante como la vista y el oído. Cuando tocamos la piel percibe la superficie de un modo secuencial y no de forma inmediata como lo hace la vista. Y este tiempo que necesita el sentido del tacto le confiere un carácter distinto de transitividad.

Por otro lado, la audición es uno de los sentidos especiales más importantes para la comunicación humana y para el desarrollo del lenguaje y la socialización. El oído es el órgano especializado en tomar las ondas sonoras, transmitir las hacia el órgano sensorial y traducirlas en señales eléctricas que puedan ser analizadas e integradas en el sistema nervioso central.

Las personas con deficiencias de audición tienen problemas para oír las consonantes de alta frecuencia como la s,t,f,p,k y las combinaciones de consonantes como th y sh que pueden dificultarles la comprensión de una conversación.

Por ello, el propósito del presente trabajo consiste en describir técnicas háptico-auditivas empleadas para el manejo odontológico en adolescentes con discapacidad visual, a partir de información recabada de revisión bibliográfica encontrada en medios digitales.

2. CONCEPTOS BÁSICOS DEL SENTIDO HÁPTICO

El proceso del tacto nos lleva a la idea de realizar cualquier acción que implique estar en contacto con algún objeto a través de la piel, pero este proceso va más allá. A lo largo de los años se han encontrado nuevos términos que permiten desglosar el sentido del tacto como algo más complejo, una red de procesos físicos, biológicos y químicos que permiten interactuar al ser humano con su entorno. Uno de los primeros términos que explica la complejidad del tacto, y que será de suma importancia para esta investigación, es la *háptica*, palabra que proviene del griego *háptô* y hace referencia a todo aquello relacionado al tacto. Posteriormente algunos teóricos como Herbert Read extendieron el significado de la palabra "háptica" de tal modo que con ella se hace alusión al conjunto de sensaciones no visuales y no auditivas que experimenta un individuo o perceptor (1). En esta sección se explicará el tacto más allá de una acción interactiva y la importancia que tiene para que los individuos logren comprender su entorno a través del tacto.

El tacto es uno de los primeros sentidos que se desarrolla en el proceso del crecimiento humano, a pesar de eso, el sentido de la vista se ha considerado como el más importante en cuanto a desarrollo cognitivo del ser humano, reconociendo los demás sentidos, entre ellos el tacto, como un factor de desarrollo secundario. Por ende, se han realizado estudios más profundos y detallados en cuanto a la influencia de la visión en la interacción y adaptación del humano con su entorno (2).

Entre los pioneros que dieron al tacto un papel importante en el desarrollo y explicación de la psicología de la percepción están Katz, Revész y Gibson, quienes destacaban cómo la fenomenología del tacto producía objetos externos en la exploración activa y sensaciones subjetivas cuando los estímulos eran recibidos pasivamente por el sujeto (3).

Conforme se iban desarrollando estas teorías se recalcó la importancia de la mano y los dedos para la percepción háptica, debido a que estos órganos

eran los que, debido a sus propiedades fisiológicas, eran capaz de percibir estímulos importantes para entender la información deseada como la forma, la temperatura y la textura de los objetos.

Conforme se desarrollaba y se estudiaba al tacto como algo más que un simple sentido, éste fue relacionándose con otros conceptos que permitieron comprender cada uno de los componentes que lo conformaban y cómo se involucraban en un proceso donde una energía sensorial (estímulo) producía una respuesta concreta, a este proceso se le conoce actualmente como *sistema somato sensitivo* (3).

La información que se recibe de la postura y los movimientos corporales se conoce como propiocepción, mientras que la percepción se podría entender como la comunicación interna a través del tacto, debido a que es una serie de acciones donde se interactúa con el medio externo a través de la piel, y busca algún tipo de información, como la temperatura, la dureza de un objeto o una textura. En un inicio se logró diferenciar al tacto en sus dos formas: el *tacto pasivo* y el *tacto activo* (4) (5).

Gibson es el primero en dar una breve introducción a estos dos tipos de tacto, pero es hasta 1996 que el Gran Diccionario de Psicología define al tacto pasivo como aquel que ocurre cuando “la estimulación sensorial es recibida por un segmento corporal que está inmóvil y en reposo”. Y es activo “si este segmento se moviliza activamente tras la búsqueda de la estimulación (movimientos específicos de exploración perceptiva)”. El tacto activo es el más común entre los seres humanos cuando se trata de percibir su entorno, usando como medio principal los dedos y las mano (6).

Una vez que fueron descritos estos dos tipos de tacto, se dedujo que existían diferentes formas de percibir la información que los dedos y las manos recibían y se diferenció en tres tipos: la *percepción táctil*, la *percepción kinestésica* y la *percepción háptica* (2):

- La percepción táctil hace referencia a la información que es adquirida a través de los receptores cutáneos sin necesidad de que el sujeto realice ningún tipo de actividad extra.
- La percepción kinestésica es aquella recibida por músculos y tendones, donde la principal característica es la existencia de movimiento, ya sea que implique fuerza o sólo la manipulación de objetos de los cuales se desea obtener información.
- Por último, se encuentra la percepción háptica, en la cual el factor táctil y el cinestésico se combinan para dar información de los objetos al sujeto (preceptor). Capta el movimiento de la cabeza en el espacio (rotaciones y desplazamientos) y combinado con la propiocepción, permite captar el movimiento del resto del cuerpo, con lo que se tiene una percepción global del movimiento corporal y su relación con el contacto de los objetos. En general podemos considerar la percepción háptica como el estudio del comportamiento del contacto y las sensaciones.

Katz, en su obra *The world of touch*, define lo que se entiende por percepción háptica como un proceso diferente y más completo que la percepción táctil y kinestésica. Révész en *Psychology and art of the blind* describe la función del sentido táctil en las interpretaciones artísticas de sujetos con discapacidad visual, consiguiendo demostrar que el sistema háptico y el visual son de importancia equitativa al momento de captar información, tomando en cuenta que el sentido háptico requiere mayor tiempo para procesar la información y por ende una mayor contención en la memoria, defendiendo que si bien el sistema visual puede trabajar en conjunto con el háptico, ambos se rigen por sus propias leyes y también pueden funcionar de manera independiente (3).

Gibson, por su parte, implementó la idea de que todos los sistemas de percepción se rigen por las mismas leyes, aunque de manera diferente al momento de procesarse (7). Estos argumentos tuvieron mayor estudio en

años posteriores con el fin de buscar y consolidar la importancia, la precisión y la rapidez del sistema háptico para la percepción del espacio.

2.1 Fisiología del tacto

Para poder comprender de manera más sencilla el proceso que sucede dentro de nuestro cuerpo para obtener información de un objeto al sujetarlo con nuestras manos, es necesario hacer una revisión de los demás sentidos, tomando en cuenta que todos ellos tienen la función de interpretar y conocer diferentes estímulos a través de su procesamiento en la corteza cerebral, para así darles un significado y una respuesta. En esta sección revisaremos algunas generalidades de los sentidos para poder entender con exactitud cómo el tacto y los órganos involucrados logran traducir estímulos en propiedades del exterior.

Las sensaciones que el cuerpo humano percibe son gracias a lo que se conoce como *modalidades sensoriales*, esto lo podríamos comprender como neuronas sensitivas específicas encargadas de recibir sensaciones específicas. Éstas están divididas en dos grupos que a su vez se dividirán en nuevos grupos: Las *sensaciones generales* y los *sentidos especiales* (8).

- Las *sensaciones generales* se dividen en somáticas y viscerales: Las sensaciones somáticas se dividen a su vez en tácticas (tacto, vibración, presión, cosquilleo y prurito), térmicas (calor o frío), de dolor y propiocepción. Las sensaciones viscerales son aquellas que nos proporcionan información sobre la condición de los órganos internos, como puede ser la temperatura, las náuseas, el hambre, etc (8).
- Los *sentidos especiales* necesitan rutas específicas para lograr enviar la información recibida a la corteza cerebral, entre ellos podemos encontrar el olfato, la visión, el gusto y el equilibrio (8).

La sensación somática se origina a partir de la estimulación de receptores ubicados en la piel o el tejido subcutáneo. Estos receptores están dispersos de manera irregular en toda la piel, a modo que no todas las partes de cuerpo cuentan con la misma sensibilidad. Entre las zonas altamente receptivas podemos encontrar la yema de los dedos, los labios y la punta de la lengua. Entre las sensaciones somáticas originadas al estimular la superficie cutánea (sensaciones cutáneas) podemos encontrar la sensación térmica, dolorosa, propioceptiva y táctil, esta última será objeto de estudio para esta investigación debido a que los elementos que la conforman (tacto, presión, vibración, prurito y cosquilleo) (8).

El proceso del sentido táctil además de tener diversas variantes implica diversos tejidos y células que permiten que el proceso de recepción, procesamiento y evaluación de estímulos sea llevado a cabo de una manera correcta (8).

La piel es uno de los órganos primordiales del sistema somato-sensitivo, el cual pertenece al sistema nervioso central, contando con dos funciones importantes para este tema: la percepción y la propiocepción (9).

Además de ser el órgano más grande de nuestro cuerpo, también es conocida como “el órgano del tacto” ya que recubre todo el cuerpo y nos separa del medio externo; con ayuda de receptores que están dispersos en toda su estructura, nos permite interactuar de manera segura con los objetos que se encuentran a nuestro alrededor. Se compone de capas estructuradas por células especializadas que cumplen una función específica según su localización, estas son: la *epidermis* y la *dermis* (9).

La *epidermis* es la capa más superficial de la piel y está reforzada debido a su función protectora, pero también tiene otras funciones, entre ellas la de minimizar la pérdida de agua desde los tejidos subyacentes. Está conformada de un epitelio escamoso estratificado que se elimina y renueva constantemente. Se nutre por difusión desde capas más profundas debido a que carece de vasos sanguíneos. Se constituye principalmente por

queratinocitos, y en menor cantidad contiene melanocitos, células de Langerhans y células de Merkel. Blinda al organismo en cuatro rubros principales: es resistente a ataques físicos, da foto-protección, tiene propiedades microbicidas y también es repelente al agua (9).

La *dermis* da soporte a la epidermis, y si bien no contribuye a la acción protectora, sí contiene algunas células inmunitarias que reaccionan a patógenos que pudiesen llegar a traspasar la barrera protectora. Está compuesta por tejido conjuntivo y en su interior se encuentran raíces nerviosas, receptores sensitivos, la vasculatura cutánea, y la mayoría de las especializaciones de la piel (9).

Cada milímetro cuadrado de piel está densamente cubierto por fibras nerviosas sensitivas y receptores que son capaces de percibir diferentes estímulos que pueden variar según la intensidad, la frecuencia y la duración. Su profundidad bajo la superficie de la piel determina, en parte, el tamaño de su campo receptivo. Un campo receptivo define el área que un receptor sensitivo monitorea. Los receptores que captan estímulos en un amplio campo receptivo tienden a captar una mayor cantidad de sucesos, pero se les dificulta obtener información como la localización precisa del estímulo, por otra parte, los receptores con campos receptivos pequeños son capaces de ubicar la fuente del estímulo con gran exactitud y suelen encontrarse aglomerados en diversos puntos de la piel, lo que asegura una cobertura adecuada en un área superficial extensa (9).

2.1.1 Receptores táctiles

Los receptores sensitivos son terminaciones nerviosas encargadas de percibir un estímulo específico (selectividad) según sea el sistema somatosensorial al que pertenezcan. Se clasifican en 3 clases según su estructura microscópica, su localización y por el tipo de estímulo que detectan (8).

Estructura microscópica

- Terminaciones nerviosas libres: Dendritas “desnudas” que carecen de una especialización estructural, entre ellas podemos encontrar las receptoras del dolor, temperatura, prurito, cosquilleo y algunas sensaciones táctiles.
- Terminaciones nerviosas encapsuladas: Dendritas contenidas en tejido conectivo, receptoras de presión, vibración y sensaciones táctiles.

Localización de los receptores y origen de los estímulos de activación (9):

- Exterorreceptores: Debido a su ubicación en la superficie externa del cuerpo, son capaces de percibir estímulos del medio externo.
- Interorreceptores: Ubicados en vasos sanguíneos, órganos viscerales y sistema nervioso, reciben información interna sobre dolor y presión.
- Propioceptores: Perciben información como la posición del cuerpo, articulaciones y tendones, así como la contracción y elongación de músculos. Se ubican en músculos, articulaciones, tendones y oído interno.

Tipo de estímulo detectado

- Mecanorreceptores: Perciben las deformaciones, estiramientos o incurvación de las células, son los que suministran sensaciones de tacto, presión, propiocepción, audición y equilibrio.
- Termorreceptores: Detectan cambios de temperatura.
- Nociceptores: Reciben información sobre daños tisulares ya sea físicos o químicos que induzcan al dolor.
- Fotorreceptores: Perciben la luz que incide en la retina.
- Quimiorreceptores: Se encuentran principalmente en sentidos como el gusto y el olfato, y son los encargados de detectar sustancias químicas.

- Osmorreceptores: Sensibles a la presión osmótica de líquidos internos.

Los receptores varían en cuanto a la velocidad de adaptación. Los de adaptación rápida son aquellos encargados del tacto, la presión y el olfato; mientras que los de adaptación lenta son aquellos encargados del dolor, la posición corporal y la composición química de la sangre (8).

La piel contiene distintos receptores distribuidos de manera irregular en toda su superficie, encargados de la transducción (deformación de una terminación nerviosa sensitiva) de los estímulos táctiles.

- Corpúsculos de Pacini (como corpúsculos laminares): son mecanorreceptores ovoides de adaptación rápida, tienen un campo receptivo amplio que percibe vibraciones de alta frecuencia en la piel lampiña. Se encuentran en diversas zonas del cuerpo, principalmente en la dermis, el tejido subcutáneo, submucoso, músculos, tendones, periostio, glándulas mamarias, genitales externos, páncreas y vejiga, su campo receptivo es amplio. Los corpúsculos consisten en una terminación nerviosa sensitiva envuelta en numerosas capas de tejido fibroso (8).
- Corpúsculos de Meissner (corpúsculos del tacto): son masas oviformes de dendritas envueltas por una capa de tejido conectivo. Son receptores de rápida adaptación al igual que los corpúsculos de Pacini, son extremadamente sensibles al tacto y a vibraciones de baja frecuencia, se localizan en la piel lampiña, específicamente en las papilas dérmicas. Podemos encontrarlos en gran cantidad en las yemas de los dedos, la palma de las manos, los labios, la punta de la lengua, las plantas de los pies, los párpados, el clítoris, los pezones y el glande (8).
- Discos de Merke (discos táctiles o mecanorreceptores cutáneos tipo I): son terminaciones nerviosas libres de adaptación lenta que reaccionan mejor a estimulación de baja frecuencia y tacto ligero.

Se encuentran en contacto con las células de Merkel con forma aplanada discoide justo debajo de la superficie cutánea, lo cual les da un campo receptivo muy estrecho. Se encuentran en las yemas de los dedos en grandes cantidades y esto permite la capacidad de discriminar texturas y formas de los objetos (8).

- Terminaciones de Ruffini (mecanorreceptores cutáneos de tipo II): son receptores de adaptación lenta localizados en la dermis profunda, tendones y ligamentos. Se hallan en forma de cápsulas alargadas debido a que las fibras están contenidas dentro de una cápsula de tejido conjuntivo adherida firmemente a los tejidos circundantes. Cuando la piel se estira, la cápsula y las estructuras en su interior también se distorsionan, por lo que son sensibles al estiramiento producido cuando se mueven los miembros o dedos, se encuentran en gran cantidad en las plantas de los pies y manos (9).
- Plexo de los folículos pilosos (células pilosas): son receptores de adaptación rápida que se hallan en la piel velluda y al haber un nervio sensitivo que envuelve el folículo del pelo, este funciona como un receptor táctil. Cuando el pelo se flexiona, la terminación nerviosa libre se distorsiona y envía una señal.
- Terminaciones nerviosas libres: las terminaciones nerviosas libres pueden encontrarse en toda la piel. También pueden contribuir al tacto, además de otras sensaciones como dolor, prurito y temperatura (8).

Todos los receptores tienen un papel importante en el tacto y se encuentran presentes en mayor o menor protagonismo en las demás sensaciones táctiles como la presión, la vibración, el cosquilleo y el prurito.

La *presión* al ser una acción sostenida ocupa una mayor superficie de contacto y por lo tanto se produce un alargamiento de músculos y tendones internos, es por ello que los corpúsculos de Meissner, los discos de Merkel

y los corpúsculos de Pacini, son quienes contribuyen a la recolección de información (8).

La *vibración* se podría considerar como una serie repetida de sensaciones, por lo tanto, los receptores que actúan son de adaptación rápida, en este caso son los corpúsculos de Meissner quienes son capaces de detectar vibraciones de baja frecuencia, y los corpúsculos de Pacini por su facilidad de detectar vibraciones de alta frecuencia (8).

El *cosquilleo* es producido por terminaciones sensitivas libres y es siempre recibida por estímulos externos, éste no puede ser producido por el mismo sujeto según se cree por el hecho de que el cerebro capta la acción y movimiento de los dedos, acción que no es procesada cuando el estímulo viene del exterior (8).

El *prurito* es producido por la estimulación de terminaciones libres por sustancias químicas, su función es inducir el reflejo de rascarse o frotarse para alejar estímulos irritantes, pero al ser recientemente incluido en las sensaciones táctiles, no es conocido el tipo de receptores que interactúan y en qué medida (9).

2.1.2 Vías Somato-sensitivas

Una vez que el estímulo ha sido captado por los receptores, la señal pasa a unas vías somato-sensitivas, éstas son las encargadas de transmitir la información desde los receptores hasta el área somatosensorial primaria de la corteza cerebral y el cerebelo. Estas vías llegan en conjuntos de tres nervios (primer, segundo y del tercer orden) (8).

- Nervios del primer orden: conducen impulsos desde los receptores somáticos hacia el tronco encefálico o a la medula espinal en el caso de las manos, viajan a lo largo de los nervios espinales hasta llegar a la medula espinal
- Nervios del segundo orden: son los encargados de conducir los impulsos de la medula espinal o tronco encefálico hacia el tálamo.

Los axones presentan una decusación de tal modo que la señal recogida del lado izquierdo pasa al hemisferio derecho de la corteza.

- Nervios del tercer orden: conducen el impulso del tálamo al área somatosensorial primaria de la corteza cerebral.

Este conjunto de nervios sigue tres diferentes vías generales que le permite llegar de la zona receptiva hasta la corteza cerebral (8):

- Vía del cordón posterior-lemnisco media: a través de ella viajan los impulsos táctiles, de presión, vibración y propioceptivos conscientes de los miembros, tronco, cuello y región posterior de la cabeza.
- Vía entero lateral (espinotalámica): envía las señales de sensaciones como dolor, temperatura, prurito y cosquilleo de los miembros, tronco, cuello y región posterior de la cabeza.
- Vía trigémino-talámica: envía las sensaciones táctiles, térmicas y dolorosas de la cara, cavidad nasal, cavidad bucal y dientes.

Las diferentes aferencias somato sensitivas del cuerpo convergen en áreas específicas de la corteza cerebral. El mapa somato sensitivo es una representación gráfica de la relación entre las áreas corticales y las partes del cuerpo de las cuales reciben información (8).

El hecho de que los labios, la lengua y la mano envíen aferencias a grandes regiones del área somatosensorial primaria implica que éstas estén altamente hacinadas de receptores sensitivos. El número de receptores pueden variar, al igual que el área que ocupen en la corteza cerebral según el cuerpo trabaje continuamente (8).

2.2 Técnicas Hápticas

Las técnicas hápticas en la actualidad no tienen una concreta definición, ni mucho menos una clasificación, pero a lo largo de los años, se han clasificado de diversas maneras las técnicas en las cuales el ser humano percibe y discrimina objetos a través del tacto. En esta sección se

abordarán algunas clasificaciones que se le ha dado a modo de crear una definición más concreta.

Klatzky y Lederman proponen la existencia de dos subsistemas hápticos, el *sensorial* (cuenta con receptores cutáneos, termales y cinestésicos) y el *motor* (manipula activamente los objetos existentes en el mundo real). Asimismo, diferenciaron algunos patrones de movimientos que nombraron *procedimientos exploratorios* (PE) y los relacionaron entre sí según el tipo de información que el perceptor podría obtener de los objetos al realizar los diferentes movimientos. El primero fue el *mantenimiento sin soporte*, de éste se obtienen datos como el peso de un objeto desde un aspecto general (pesado/liviano) y se realiza sin tener mayor contacto que el objeto sobre la palma de la mano; el siguiente es el *encerramiento*, en éste existe un mayor contacto entre el objeto y la superficie interna de la mano, ya que ésta busca adaptarse a la forma del objeto y de este modo obtener información como el volumen; el tercer movimiento es el *seguimiento del contorno del objeto*, con éste es posible aprender el tamaño y forma exacta de los objetos debido a que emplea una fuerza dinámica y no repetitiva (10) (4) (5).

Por otro lado, existen los movimientos exploratorios que buscan extraer datos de los objetos relacionados a la sustancia, entre ellos están la *moción lateral*, la cual permite percibir la textura y se manifiesta mediante el roce en dos direcciones de la yema del dedo con una superficie limitada del objeto; la *presión*, ésta detecta la dureza de un objeto y se realiza aplicando fuerza sobre un punto específico del objeto mientras el resto permanece estable; el *contacto estático*, proporciona información como la temperatura, esto a través de colocar la mano de manera pasiva sobre el objeto sin ninguna intención de adaptarse a la forma de éste (11) (4).

Diversos estudios e investigaciones han permitido detectar que las personas tienden a seguir ciertos niveles de estímulos al momento de obtener información de los objetos, esto quiere decir que buscan pasar de movimientos o acciones más básicas, como lo es colocar la mano sobre el

objeto (tacto pasivo) y así obtener ciertos datos como puede ser la temperatura, a realizar acciones más dinámicas (tacto activo) obteniendo así información como la dureza, la textura y la forma. A esto se le conoce como funciones somestésicas y se categorizan según su complejidad (12).

- *Funciones Somestésicas Básicas:* son el tacto fino, la vibración, la propiocepción, el dolor superficial, la temperatura y la discriminación entre dos puntos
- *Funciones Somestésicas Intermedias:* incluyen discriminación de peso (por ejemplo diferenciar el peso de objetos de idéntica forma, tamaño y material), discriminación de textura, percepción de la dimensión (largo, ancho, alto), reconocimiento de figuras geométricas (cuadrado, círculo, rectángulo, triángulo, cubo, esfera), reconocimiento de sustancias (plástico, metal, vidrio, madera, papel), y reconocimiento de la estimulación simultánea de dos partes del cuerpo.
- *Funciones Somestésicas Complejas:* implican un conocimiento previo para examinar el reconocimiento táctil de objetos. Se requiere del uso de objetos familiares y conocidos por el paciente. El braille, la morfogenesia y la grafestesia son algunos tipos de percepción somestésica compleja.

2.2.1 Sistema Braille

Es un sistema de lectoescritura táctil diseñado en 1829 por Louis Braille. Se basa en un símbolo llamado “elemento universal” o “generador braille”, el cual es una estructura de forma rectangular conformada por seis puntos dispuestos en dos columnas de tres puntos cada una, cada punto se indica con un número diferente dependiendo del espacio que ocupe en el rectángulo. El número de puntos contenido en el rectángulo permite una posibilidad de sesenta y cuatro combinaciones diferentes capaces de generar una “signografía” completa. Se lee con los dedos de ambas manos, principalmente con el dedo índice, desplazándolos por la línea de izquierda

a derecha con el fin de reconocer los diferentes grafemas de cada palabra (13).

2.2.2 Tecnologías Asistenciales Hápticas

La *tecnología de asistencia* (TA) es un concepto relativamente nuevo, que se ha utilizado especialmente en el ámbito de la salud y la educación, en referencia a las herramientas, metodologías y equipos utilizados para mejorar la calidad de vida de las personas mayores y discapacitadas. Actualmente se define como:

Un área de conocimiento, con características interdisciplinarias, que engloba productos recursos, metodologías, estrategias, prácticas y servicios que tienen como objetivo promover la funcionalidad y la participación de las personas con discapacidad, con el objetivo de su autonomía, independencia, calidad de vida y la inclusión social (14).

Los principales objetivos de las TA son promover la accesibilidad, la autonomía y la inclusión, así como eliminar las diferencias entre el rendimiento funcional de un individuo y las exigencias de las tareas funcionales de la vida diaria, aumentando así la calidad de vida (14).

Con el avance tecnológico se ha logrado incluir a las personas con discapacidad a la vida cotidiana al brindarles independencia para que puedan realizar actividades por ellos mismos, actividades que no serían posibles sin ayuda de padres, cuidadores o tutores.

También es importante analizar las bases a partir de las cuales se han desarrollado estas nuevas tecnologías. Investigadores han basado sus programas y proyectos en interfaces y dispositivos ya antes estudiados; en la actualidad éstos se combinan de tal manera que pacientes con discapacidad visual logren a través del tacto, el oído, el gusto y el olfato distinguir, reconocer e interactuar en un ambiente que antes se creía era exclusivo para videntes.

Las manos, al presentar gran cantidad de receptores sensitivos, se consideran como el enfoque principal en el desarrollo de dispositivos hápticos-emisores de estímulos que el paciente logre detectar. Las interfaces y los dispositivos hápticos basan su desarrollo principalmente en dos sensaciones fáciles de captar por la mano, la vibración y el tacto (15).

- *Vibradores*: debido a que la mano es capaz de percibir estímulos de una baja frecuencia, es normal que la vibración sea uno de los recursos usados en la tecnología para producir sensaciones graduales en los perceptores. Básicamente el funcionamiento es análogo al de un altavoz de sonido, sólo que para frecuencias no sónicas. El uso de motores es otra alternativa para la creación de vibraciones, debido a su diversidad de tamaños es posible adaptarlos a diversas superficies ya sean fijas (tableros o controles) o móviles (portátiles), como algunas empresas dedicadas a la industria de los videojuegos lo han implementado al colocar micromotores en guantes con el fin de brindarles una mejor experiencia a los jugadores.
- *Neumáticos*: el uso de compresión de aire también ha sido empleado con el fin de producir sensaciones táctiles localizadas. El inconveniente que puede llegar a presentar es su gran tamaño debido a su necesidad de obtener y almacenar el aire comprimido. Una alternativa similar es colocar ampollas que simulen el efecto de proyectar aire comprimido en la piel del usuario.
- *Mecánicos*: esta interfaz consta de estimular la piel de manera directa mediante reguladores mecánicos, los cuales logran una estimulación táctil más precisa. Son utilizados principalmente para simular texturas. Funcionan a través de pequeñas agujas que toman la forma deseada, aplicando presión sobre la piel. Actualmente sólo se utilizan para estimular las yemas de los dedos, debido a que el mecanismo que lo manipula no permite que sea colocado en superficies más pequeñas.

- *Eléctricos*: a partir de corrientes eléctricas se producen estímulos en los receptores sensitivos de la piel, con la intensidad exacta para provocar una sensación y no dolor. El sistema operativo le permite que éste sea ligero y por ende se pueda utilizar en diversos dispositivos.
- *Térmicos*: si bien las interfaces anteriores permiten estimular los receptores táctiles, también es posible hacerlo con receptores térmicos con el fin de simular propiedades de algún objeto, por ejemplo su capacidad de trasportar calor. Es un método poco utilizado, pero comienza a emplearse en el mundo de la realidad virtual.
- *Interfaces de realimentación de fuerza*: también conocidas como “feedback de fuerza” son interfaces que permiten entablar relación con objetos virtuales de una manera más real. Con éstas podemos tener acceso a propiedades de los objetos, tales como su textura, su forma y su consistencia. Las interfaces de fuerza suelen encontrarse en dos maneras habituales, en *exoesqueletos* y en *joystick*. Los exoesqueletos son una combinación de sistemas neumáticos y eléctricos, que a través de armazones, permiten limitar el área de movimiento del usuario y a su vez brindan información de objetos virtuales según sea la resistencia que el exoesqueleto ejerza. Los joysticks son dispositivos que permiten un tacto indirecto con superficies y objetos virtuales, ya que se necesita de un intermediario (lápiz o dedal) para lograr percibir las propiedades de estos objetos.

3. CONCEPTOS BÁSICOS DEL SENTIDO AUDITIVO

El sentido auditivo es considerado uno de los sentidos especiales. Entre sus principales funciones se encuentran el procesamiento de ondas sonoras y el equilibrio corporal, esto lo hace a través de un mecanismo fisiológico complejo que será abordado posteriormente. La función auditiva tiene diferentes áreas de estudio, al ser un sentido tan amplio podemos discernir que involucra muchos aspectos importantes para el desarrollo fisiológico y psicológico de los individuos. En esta sección los aspectos a estudiar tendrán un enfoque principalmente psicológico cognitivo-conductual, ya que se abordará al sentido auditivo desde su perspectiva sensorial y perceptiva.

En la actualidad, el sentido auditivo tiene un papel importante en el estudio de la percepción, y al igual que el tacto, necesita de un ente físico para lograr su función cognitiva; así como los objetos son para el tacto, los sonidos son para la audición, y al recibir dichos estímulos el cerebro permite reconocer, relacionar y discriminar atributos de los sonidos. Los estímulos que activan el sentido auditivo son energía electroacústica que se propaga en el aire, conocida como onda sonora, estas ondas son medidas a través de Hertz (Hz.) de los cuales el oído humano solo puede percibir un rango de 20 a 20000 Hz., ingresan al oído y una vez ahí reciben el nombre de sonido. Desde su dimensión física existen dos características principales en las ondas sonoras, *frecuencia* y *amplitud* (16).

La frecuencia es el número de ciclos que completa una onda en un segundo, se mide a través de Hertz (Hz.) y, una vez que es procesado por el oído, éste lo concibe desde su dimensión sensorial como modulación y se refiere a qué tan alto se percibe un sonido, de tal modo que puede diferenciar de sonido graves muy bajo a agudos muy elevados (17).

La amplitud o intensidad se considera como la presión ejercida por las ondas sonoras, es posible medirla a través de Decibeles (Db.) y desde su dimensión sensorial es percibida como la sonoridad, propiedad medible en

sonidos o fonos, y es la encargada de percibir las ondas de amplitud elevada como sonidos bajos y las de amplitud baja como sonidos suaves o tenues (17).

Si bien la sonoridad y modulación son dimensiones psicológicas importantes para comprender el procesamiento perceptivo auditivo, también existen los atributos tonales subjetivos, los cuales son cualidades interpretativas que aportan datos cualitativos a la experiencia sonora, entre ellos podemos encontrar el volumen, la densidad, la consonancia y la disonancia (17).

El volumen se podría interpretar como qué tan “grande o pequeño” percibimos un sonido; la densidad, por su parte, se refiere a lo compacto del sonido, de tal modo que a mayor densidad menor volumen y viceversa; por último, la consonancia es el efecto agradable que crean dos sonidos al juntarse, mientras que la disonancia es el efecto contrario (17).

Otra de las funciones auditivas básicas es la localización auditiva. Esta función incluye principalmente identificar la dirección y la distancia de los sonidos. Se ve influida por las diferencias de intensidad interaural, información provista del pabellón auricular y el movimiento de la cabeza.

3.1 Fisiología del audio

El sistema auditivo consta de diversos mecanismos fisiológicos que, en conjunto con sus estructuras anatómicas, permiten la percepción de los estímulos mencionados anteriormente.

En esta sección se revisarán las funciones del sistema auditivo desde su función perceptiva; principalmente podemos concebir al aparato auditivo en tres componentes estructurales generales: oído externo, oído medio y oído interno (17,8).

El oído externo está conformado por la oreja, el conducto auditivo externo y el tímpano (membrana timpánica). La oreja es de tejido cartilaginoso

elástico en forma de “trompeta” recubierto de piel, se encuentra sujeto a la cabeza por ligamentos y músculos, su forma protege a los elementos del oído medio e interno y a la vez permite que los sonidos sean captados y dirigidos al tímpano de manera más eficiente. El conducto auditivo externo es un tubo curvo ubicado en el hueso temporal que capta vibraciones sonoras y las conduce al tímpano, una membrana delgada y translúcida que sirve como barrera entre el oído medio y el externo vibra como respuesta a las ondas de presión, transformando la energía sonora en mecánica a través los elementos del oído medio (8).

El oído medio es una cavidad ubicada en la porción petrosa del hueso temporal que almacena los osículos (martillo, yunque y estribo) tres huesos pequeños unidos por ligamentos que juntos tienen una longitud de 18 milímetros, tienen una función de palanca y transmiten vibraciones de la membrana timpánica a la ventana oval. La reducción del desequilibrio de impedancia es también una de las funciones del oído medio, esta función tiene el objetivo de equilibrar las vibraciones del oído externo al oído medio, esto debido a que la fuerza de las ondas provenientes del exterior es mayor a la que ingresa al medio acuoso del oído interno. Por otra parte, el reflejo acústico es la función protectora en la que el músculo tensor del tímpano y estapedio se contraen en presencia de sonidos superiores a 1000 Hz. Otra función protectora del oído medio es dada por una estructura que ubica su entrada en la pared anterior del oído medio, la trompa auditiva o tubo faringotimpánico (trompa de Eustaquio), conecta al oído medio con la nasofaringe y tiene la función de “ecualizar” las presiones, esto cuando surgen cambios abruptos de presión, puesto que de no hacerlo puede causar dolor, deterioro de la audición, vértigo e incluso rompimiento de la membrana timpánica (8).

El oído interno es un conjunto de tres estructuras membranosas, el *vestíbulo*, los *conductos semicirculares* y la *cóclea*, estas estructuras en su interior contienen endolinfa, un líquido altamente ionizado principalmente por K^+ en cantidades que no son comunes en líquidos extracelulares (8).

El *vestíbulo* es la primera estructura que conecta al oído medio con el oído interno, se conforma de dos sacos (sáculo y utrículo) unidos por un pequeño tubo, en la parte superior-posterior del utrículo se encuentra la segunda estructura. Los *conductos semicirculares*, que son tres conductos (anterior, posterior y lateral), se encuentran dispuestos el uno del otro en un ángulo recto. Anterior al vestíbulo se encuentra la tercera estructura, un conducto óseo que describe tres vueltas alrededor de su núcleo central óseo (modiolo) a modo de caracol conocido como *cóclea*, ésta se divide en tres secciones: el *canal coclear*, la *rampa timpánica* y el *canal vestibular*. La rampa timpánica y el conducto coclear se encuentran separados por medio de la membrana basilar, membrana sobre la cual descansa el *órgano de Corti* (17).

El *órgano de Corti* u *órgano espiral* contiene alrededor de 20,000 células receptoras de la audición se dividen en dos, *células ciliadas internas* y *células ciliadas externas*. Las células ciliadas internas están dispuestas en una columna, y las células ciliadas externas están dispuestas en tres columnas, cada una de estas células posee hasta 100 filamentos (estereocilios) en su parte superficial, mientras que en su extremo basal se encuentran en sinapsis con neuronas sensitivas de primero orden y motoneuronas del ramo coclear del nervio vestibulococlear (VIII). La cantidad de células ciliadas internas en comparación con las externas es significativa (3:1), a pesar de esto, aproximadamente el 95% de las células ciliadas internas se encuentran en sinapsis con las neuronas de primer orden del nervio coclear, debido a que son éstas las que tienen protagonismo en la recepción auditiva, mientras que las externas tienen la función de amplificar las señales; las células internas son las encargadas de la transducción de vibraciones mecánicas a impulsos nerviosos. Los estereocilios que se encuentran en el medio de la endolinfa, al ser doblados por impulsos vibratorios, permite una entrada de K^+ los cuales producen una despolarización que abre canales de Ca^{2+} , el ingreso de éste a la célula libera neurotransmisores los cuales generan potenciales de acción a las neuronas de primer orden pertenecientes al ramo coclear del nervio

vestibulococlear, estos axones a su vez hacen sinapsis con neuronas de núcleos cocleares del bulbo raquídeo; en este nivel algunos siguen su vía por el mismo lado, otros cruzan al lado contrario y ascienden por la vía lemnisco-lateral hasta los colículos inferiores del mesencéfalo, y otros hacen una sinapsis antes en el núcleo olivar superior de la protuberancia donde es posible localizar la fuente de los sonidos (8).

Una vez que los impulsos han llegado a los colículos inferiores, éstos son enviados hacia el núcleo geniculado inferior del tálamo, donde los axones se proyectarán hacia el área auditiva primaria del lóbulo temporal en la corteza cerebral. El área está dividida en diferentes secciones de tal modo que almacena, percibe y discrimina las diferentes características de los sonidos en diferentes regiones (8).

3.2 Técnicas Auditivas

La comprensión de la percepción auditiva y su importancia en el proceso de aprendizaje de los humanos ha llevado a la investigación de técnicas que permitan el uso eficiente de los sonidos, a fin de desarrollar y agilizar las funciones sensoriales dadas por la audición. A continuación, se resumirán algunas de las técnicas más importantes utilizadas hasta la actualidad con un enfoque de enseñanza y rehabilitación en el caso de personas que sufren discapacidad visual (16).

- **Atención:** Se considera precursor de la percepción auditiva debido a su función de mantener receptivos a los estímulos del entorno (16).
- **Identificación:** Capta, reconoce e interpreta los sonidos del entorno con el fin de descifrar el origen de los sonidos y así poder acceder e interactuar con ellos. Para su entrenamiento es necesario el uso de sonidos familiares para reforzar el conocimiento, y de sonidos desconocidos para descubrir nuevos objetos y usos (18).
- **Discriminación:** Su principal función es asociar sonidos según su prioridad para el desenvolvimiento, de tal modo que sea fácil

distinguir entre sonidos prioritarios y los que no lo son, ya sea en un ambiente externo como en uno interno (18).

- Localización: Las características propias del sonido en conjunto con las del oído permiten descifrar la fuente de donde proviene y su distancia. La manera más fácil de ejercitarla es colocando diferentes fuentes de sonido en distancias y ubicaciones diversas, de tal modo que el perceptor logre identificar el lugar de procedencia (17).
- Seguimiento: En diferentes ambientes podemos encontrar fuentes sonoras móviles, es de suma importancia identificarlas cuando se trabaja en óptima adaptación al medio ambiente a través del sistema auditivo, es por eso que se trabaja en entornos controlados con fuentes sonoras dinámicas que deben ser identificadas por el perceptor (17).
- Sonido reflejado: Es una técnica usada para la rehabilitación y tratamiento de personas con discapacidad visual. Se basa en propiedades sonoras como reflexión, eco, reverberación, difracción, refracción y absorción; ayuda a captar objetos móviles o fijos que se presentan como un obstáculo en un trayecto. Es importante en pacientes discapacitados el buen manejo del bastón y la mano para usar estos sonidos como herramienta de inspección (18).
- Ecolocación (localización del eco): Es parte del sonido reflejado, busca a través del entrenamiento auditivo distinguir lugares grandes o pequeños según la absorción de sonido (2).
- Detección de obstáculos. Se produce gracias a la audición de las altas frecuencias reflejadas por el objeto, y permite determinar la presencia de un obstáculo en la línea de desplazamiento (18).
- Sombras de sonido: Cuando un objeto se interpone en la trayectoria del perceptor es común que el sonido se distorsione, por ello es necesario que se distinga lo antes posible a través de la agilidad para detectar la alteración de las fuentes sonoras, el uso del bastón o la mano ayuda a corroborar dichos bloqueos y evadirlos (18).

3.2.1 Tecnologías Asistenciales Auditivas

El desarrollo tecnológico se ha incrementado de una manera considerable en los últimos 30 años, esto con el fin de facilitar cada vez más las actividades cotidianas de los seres humanos. Como ya se mencionó, las tecnologías asistenciales han buscado complementar y reemplazar algunos dispositivos que impliquen demasiado esfuerzo para el ser humano al momento de realizar ciertas actividades. Desde invenciones como la radio, es posible visibilizar cómo se han desarrollado cada vez más dispositivos que permiten dar acceso a múltiples tareas de tal modo que sea posible realizarlas a distancia, programadas e incluso desde la palma de la mano. Estos avances, más las demandas de la sociedad, han obligado a desarrolladores a tener en cuenta la diversidad de usuarios y sus diferentes capacidades, por ello, se ha visto cada vez más frecuente la aparición de nuevos dispositivos e interfaces que permiten la interacción entre personas con alguna discapacidad y la tecnología, facilitando así su autonomía y desenvolvimiento social (19). En esta sección se revisará uno de los principales enfoques tecnológicos que sustenta la creación de dispositivos e interfaces de audio: la entrada y salida de voz.

Los dispositivos de entrada de voz, también conocidos como interfaces conversacionales, reciben diversos nombres según el contexto en el que se utilicen. Estos dispositivos procesan la voz como información y la traducen a una acción en el dispositivo que sirve como una respuesta adecuada ya sea desde un aspecto conversacional como informativo. Se basan en tres aspectos generales: *Prompts* (en español “aviso” o “respuesta”), gramática y lógica de diálogo. Este tipo de interfaces nos permite interactuar con un producto de una manera distinta, sin tener que usar las manos ni la vista, permitiendo enfocar la atención en otra actividad (20).

Los lectores de pantalla son interfaces que, como su nombre lo dice, permiten recabar información de las pantallas de dispositivos como

computadoras, *tablets* y *smartphones*, para generar un mensaje auditivo, de tal modo que quienes no tienen la posibilidad o habilidad de leer tengan un acceso a documentos escritos (21).

El reconocimiento de voz es otro mecanismo que en los últimos años ha tenido un auge importante en el desarrollo de nuevos dispositivos portátiles y fijos, ya que permite interactuar con ellos a través de comandos de voz. Incluir este tipo de software en dispositivos como *smartphones* ha repercutido favorablemente en personas con algún tipo de discapacidad, ya sea motora, visual o intelectual, debido a que les permite acceder a una inmensidad de funciones y contenido disponible en la red (22).

La asistencia remota es otro tipo de funciones que se presentan cada vez más en los dispositivos móviles, permite la interacción entre dos personas a distancia a través de videollamadas o llamadas de tal modo que no es necesario que se encuentren en el mismo sitio. Esto ha permitido que muchos usuarios puedan recibir servicios, como educativos y de salud, sin necesidad de salir de casa (22).

Actualmente, la identificación óptica es una cualidad que presentan algunos dispositivos y es posible a través de su cámara. Este tipo de software identifica objetos dando una descripción auditiva obtenida de las bases de datos a los que tenga acceso dicho dispositivo (22).

La audionarración o audiodescripción son sintetizadores de voz y, como lo dice su nombre, es la traducción de la información visual en información auditiva, de tal manera que la idea que se desea transmitir no sufra distorsiones. En el caso de la televisión, donde el contenido es una mezcla de formatos auditivos y visuales, es un poco difícil interferir debido a que eso implicaría una modificación desde producción y edición; por otro lado, en otros dispositivos como computadoras, *smartphones* y altavoces, es posible caracterizarlos con interfaces que procesen información visual en información auditiva descriptiva (23).

La audioguía se puede considerar como un dispositivo de ayuda electrónica para el desplazamiento, ésta utiliza diferentes interfaces como el reconocimiento de voz, comandos de salida auditiva y detección visual que le permite a los usuarios ubicarse y desplazarse con mayor facilidad, de tal modo que les permiten llegar a un lugar, ubicar objetos que se encuentren a su alrededor e interactuar con ellos (21).

Estas tecnologías se modifican y combinan constantemente con el fin de hacerlas más prácticas y comunes en los dispositivos de la vida cotidiana. Cada día éstas se vuelven más accesibles para la sociedad permitiendo que cualquier persona pueda interactuar con el mundo digital y físico de manera más sencilla sin necesidad de terceros, siendo ésta la función que se ha buscado a lo largo de estos años. Con ayuda del gobierno y organizaciones no gubernamentales, las empresas dedicadas al desarrollo de dichos dispositivos han podido crear cada vez mayores posibilidades de artefactos de fácil acceso a modo de que su uso no sea exclusivo para personas que cuenten con todas su capacidades físicas y mentales (24).

4. DISCAPACIDAD VISUAL

La discapacidad visual, también conocida como deficiencia visual o ceguera, es definida por la OMS como agudeza visual inferior a 3/60. En términos generales se define como “la ausencia total de visión o de simple percepción lumínica”. Tiene diversas causas y a pesar del desarrollo infraestructural y tecnológico que han sufrido diferentes países, la ceguera es una condición que hasta hoy presenta una gran dificultad para la autonomía de quienes la presentan. Afecta a las diferentes etapas del desarrollo según sea la edad que presente, en recién nacidos afecta en su desarrollo intelectual, motor y social; en escolares afecta a su productividad académica; en adultos y adultos mayores la escasez de oportunidades laborales conlleva no sólo a la precariedad y pobreza, sino también al aislamiento y problemas psicológicos como la ansiedad y la depresión, sin contar que al no existir una cultura social sobre la inclusión se ven de manera forzada a recluirse en lugares donde se sientan seguros de transitar (24).

4.1 Clasificación de la Función Visual

La agudeza visual es la capacidad del sistema óptico de diferenciar dos puntos próximos entre sí que se separan por un ángulo. La OMS, en su 11^a clasificación internacional de enfermedades, determinó la ceguera según la agudeza visual en dos grupos: distante de presentación y cercana de presentación (25).

Distante de presentación (visión distante):

- Leve: agudeza visual inferior a 6/12 o igual o superior a 6/18.
- Moderada: agudeza visual inferior a 6/18 o igual o superior a 6/60.
- Grave: agudeza visual inferior a 6/60 o igual o superior a 3/60.
- Ceguera: agudeza visual inferior a 3/60.

Cercana de presentación (visión cercana):

- Agudeza visual cercana inferior a N6 o M.08 a 40 cm con la corrección existente (24).

4.2 Niveles de Discapacidad Visual

La variedad de clasificaciones existentes hasta el momento permite diferenciar la destreza visual en diferentes rangos que van desde la visión normal hasta la ceguera. Es necesario conocerlas desde su perspectiva funcional para comprender la dificultad que presentan las personas que sufren algún grado de discapacidad visual (26).

La visión normal no presenta una discapacidad, permite a las personas realizar cualquier tipo de tareas que requieran el uso efectivo de la visión, y son capaces de recibir por completo estímulos a través de los ojos (25).

La baja visión podría considerarse como una característica de la discapacidad visual puesto que dificulta e interfiere en la realización de actividades comunes, además de que requiere de herramientas que le permitan autonomía. Esta condición se puede diferenciar en dos niveles, la baja visión moderada y la baja visión severa. Esta diferenciación dependerá de la agudeza visual de cada individuo y del nivel de herramientas (gafas, bastón, herramientas háptico-auditivas, etc.) que requiera para la realización de actividades (26).

La ceguera se considera como la falta o pérdida de visión e implica la poca o nula recepción de estímulos visuales como la luz. En esta condición las personas dependen totalmente de herramientas, técnicas y sistemas para poder adaptarse y comprender su entorno, así como ejercer autonomía en sus actividades cotidianas. Existen diferentes tipos de ceguera, pero todas involucran la incapacidad de recibir estímulos ópticos complejos (26).

- Ceguera total: Presenta la dificultad de diferenciar objetos, comúnmente pueden llegar a percibir fuentes de luz eficientes, pero son incapaces de distinguir la forma de los objetos.
- Ceguera parcial: Las personas que presentan algún nivel de ceguera parcial tienen la posibilidad de corregirla al grado de poder ver o distinguir objetos cercanos.
- Ceguera cortical: Es la falta de visión en donde el ojo y las vías nerviosas no se encuentran afectadas, su condición anatómica es eficiente, pero presenta un daño cerebral en la corteza visual de tal modo que las áreas visuales primarias del lóbulo occipital no reciben de manera adecuada los estímulos visuales.
- Ceguera nocturna (nictalopía): Más que una enfermedad es un síntoma o complicación de algún otro padecimiento y se basa en la dificultad de percibir información óptica en espacios poco iluminados u oscuros.

4.3 Etiología y Prevalencia de la Discapacidad Visual

A nivel mundial las principales causas de ceguera varían según cada país y su nivel de desarrollo en temas de salud, principalmente en el cuidado oftalmológico. Muchas causantes de ceguera son posibles de prevenir siempre y cuando exista el diagnóstico y tratamiento oportuno, por ejemplo: traumatismos, infecciones, enfermedades perinatales o el uso de medicina alternativa insegura. Actualmente la ONU identifica a los errores de refracción no corregidos, cataratas, degeneración macular, glaucoma, retinopatía diabética, opacidad de la córnea y tracoma como las principales causas de discapacidad visual (24).

Errores de refracción no corregidos

Los defectos de refracción no corregidos se han convertido en la principal causa de disminución en la agudeza visual y segunda causa de ceguera. A pesar de ser un problema fácil de tratar en cualquier nivel de desarrollo económico, la falta de promoción, prevención e interés evoluciona a que la

patología y los síntomas se agudicen al grado en que se vuelve más costoso y difícil de tratar (27).

Cataratas

Es el cúmulo de proteínas en el cristalino. Éstas son comunes en el humor acuoso, pero al paso de los años se depositan en una pequeña área del cristalino, que si no se tratan a tiempo pueden irse acumulando de forma progresiva ocupando una mayor área provocando visión borrosa, dificultad para adaptarse a los cambios de luz, poca percepción en la gama de colores e incluso la pérdida total de la visión. Existen diferentes tipos de cataratas, por mencionar las más frecuentes (26):

- Cataratas congénitas (infantiles): Afectan a recién nacidos. Se asocian comúnmente a síndromes cromosómicos, infecciones intrauterinas o enfermedades metabólicas.
- Cataratas nucleares: Se produce por el cúmulo de proteínas en el cristalino y está asociada comúnmente al envejecimiento. Su avance es progresivo, el tabaco y la obesidad pueden ser factores que agilicen su progreso produciendo rápidamente una falta de transparencia en el cristalino y por ende visión borrosa.
- Cataratas corticales: Se ubican en la periferia del núcleo central del cristalino y se caracteriza por la aparición de opacidades blanquecinas en forma de cuña que se extienden progresivamente al centro.
- Cataratas subcapsulares: Se originan por el consumo prolongado de corticoides por procesos inflamatorios crónicos o miopía magna.

Degeneración Macular (DME)

Esta condición surge cuando la mácula, quien se encarga de enviar las señales nerviosas al cerebro, se ve dañada, provocando así la incapacidad de percibir imágenes nítidas y detalladas, ocasionando la pérdida de visión lenta y progresiva. Entre los factores que pueden provocar la degeneración

macular se encuentra principalmente la edad, aunque hábitos poco saludables como el consumo del tabaco y la obesidad incrementan el riesgo de aparición y favorecen su avance (26).

Existen dos tipos de degeneración macular: la degeneración macular seca y la degeneración macular húmeda.

- Degeneración macular seca: Es la acumulación progresiva de drusas, depósitos amarillentos producidos por células y vasos sanguíneos, que se deterioran gradualmente logrando así que las imágenes recibidas estén borrosas. Este proceso se divide en tres etapas: degeneración macular temprana, degeneración macular intermedia y degeneración macular avanzada.

La *degeneración macular temprana* ocurre con la aparición de pequeñas drusas en el campo visual, pero no existe una pérdida de visión grave.

En la *degeneración macular intermedia* las drusas aumentan su tamaño creando así un punto borroso en el centro del campo visual haciendo que las personas necesiten espacios que les brinden una buena calidad de luz para desarrollar sus tareas cotidianas.

En la *degeneración macular avanzada* las drusas cubren una gran superficie del campo visual el cual crece paulatinamente generando un punto borroso que puede llegar a oscurecer por completo el campo visual hasta llegar a la pérdida total de la visión.

- Degeneración macular húmeda: Los vasos sanguíneos detrás de la retina crecen demasiado al grado de poder desprender líquidos, como sangre, los cuales desplazan a la mácula de su ubicación en el ojo y esto conlleva a una pérdida progresiva de la visión mucho más rápida que la degeneración macular seca.

Glaucoma

Se considera como la principal causa de ceguera en personas mayores de 60 años, la cual sucede cuando los axones del nervio óptico se ven afectados y las células ganglionares de la retina mueren provocando así una serie de afecciones oculares. Son causadas comúnmente cuando la acumulación del humor acuoso ejerce presión excesiva en el nervio óptico (hipertensión óptica). Esta causa, en conjunto con la predisposición genética y otras patologías como la miopía, la diabetes y los problemas vasculares, incrementan las probabilidades de que se presente fácilmente.

Existen diferentes tipos de glaucoma, pero los más habituales son *glaucoma de ángulo abierto* y *glaucoma de ángulo cerrado* (28).

- **Glaucoma de ángulo abierto:** Cuando los canales encargados de drenar el humor acuoso se ven obliterados aumentan paulatinamente la presión ocular causando así un daño irreversible al nervio óptico. Esta variante es el más común al presentarse en el 90% de los casos registrados de glaucoma.
- **Glaucoma de ángulo cerrado:** Esta variante tiene un sistema parecido al glaucoma de ángulo abierto, pero la principal diferencia es la rapidez de avance, una vez que existe el bloqueo de los conductos de drenaje la presión ocular aumenta de manera considerable debido a que el bloqueo ocurre simultáneamente en todos los conductos.

Retinopatía diabética

Es una de las complicaciones microvasculares que presenta la diabetes mellitus al presentarse una dificultad de circulación que provoca sangrados o traspaso de líquidos a la retina y se presenta fácilmente con la existencia de hipertensión ocular, inflamación ocular, tratamiento con radioterapia y traumas oculares. Puede progresar de visión borrosa a una pérdida total de

la visión. Existen cinco niveles definidos en los cuales progresa la retinopatía diabética (29):

- Sin retinopatía aparente: La primera fase es asintomática y no es perceptible la disminución en la visión por parte de los pacientes.
- Retinopatía no proliferante leve: Los vasos sanguíneos comienzan a sufrir bloqueos que no les permite la correcta distribución de sangre en la retina.
- Retinopatía no proliferante moderada: Los vasos sanguíneos, además de bloquearse, comienzan a expulsar pequeñas cantidades de sangre, líquido o grasa.
- Retinopatía no proliferante severa: Los vasos sanguíneos se ven bloqueados y al no nutrir a la retina se envían señales al cerebro para que hagan crecer más a los vasos sanguíneos.
- Retinopatía proliferante: El crecimiento incontrolado de vasos sanguíneos débiles puede provocar que estos se inflamen, rompan y expulsen líquidos en la retina que provocan paulatinamente la pérdida de visión.

Opacidad de córnea (leucomas)

Son partes de la córnea que han perdido su transparencia, se producen después de traumas, úlceras o infecciones que involucran pérdida de tejido corneal y que al cicatrizar no se recupera la transparencia de la córnea, provocando así visión borrosa, dolor o sensación de un cuerpo extraño en el ojo, sensibilidad a la luz o la presencia de líquido “lechoso” en el ojo (28).

Tracoma

Es la infección ocular más frecuente causada por la bacteria *chlamydia trachomatis*. Se presenta como conjuntivitis que no desaparece después de 12 días a pesar de tener tratamiento médico. Si no es tratado adecuadamente conlleva a una cicatrización en el párpado, creando una triquiasis (curvamiento del párpado) que produce una fricción entre las

pestañas con la córnea desencadenando una queratitis, que posteriormente generará como respuesta de defensa nuevos vasos en la córnea progresando a enfermedades como la retinopatía o glaucoma (30).

Existen otras causas de ceguera ajenas a las estructuras anatómicas del ojo que dependen más del sistema óptico a nivel cerebral, como la antes mencionada ceguera cortical donde existen lesiones en los lóbulos occipitales provocados por su deterioro, malformación, accidentes cerebrovasculares (ictus), infecciones (meningitis o encefalitis), o traumatismos craneoencefálicos con hemorragia cerebral asociada (26).

En el año 2020 la OMS publicó su primer informe mundial sobre la visión donde presentó estadísticas respecto a la ceguera y deficiencias visuales, dando a conocer que en el mundo existen alrededor de 2,200 millones de personas con deficiencia visual, que si bien es una afección que repercute en todo el mundo, perjudica mayormente a países de bajo desarrollo, aumentando así los gastos de tratamiento. Esta condición más que controlarse se prevé que aumentará debido al estilo de vida y la creciente población de personas de la tercera edad (26).

En México, según estadísticas de la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID), el 39.6% de la población presenta algún grado de discapacidad visual de los cuales el 40.9% son jóvenes (31).

El conocimiento de las estadísticas a nivel nacional es de suma importancia debido a que permite a las instituciones gubernamentales brindar el apoyo suficiente a estos sectores en cuanto a servicios de salud y educativos.

5. AUXILIARES HÁPTICO-AUDITIVOS PARA EL MANEJO ODONTOLÓGICO EN PACIENTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

A lo largo de los años se han desarrollado infinidad de técnicas que son utilizadas en la práctica odontológica con el fin de promover la salud dental, como son tipodontos, diagramas, maquetas o vídeos, que buscan de manera más gráfica enseñar la importancia del cuidado y de la higiene bucal. Cada técnica está enfocada en un rango de edad y con un fin específico, pero pocos son los recursos presentes que pueden lograr un mismo resultado en personas que sufren algún tipo de discapacidad (32). En esta sección se abordarán algunas técnicas que han servido a la hora de atender a un paciente, específicamente con discapacidad visual.

Al tener en su mayoría recursos didácticos que permiten la enseñanza a través de la vista, estos deben ser modificados a tal modo que, quienes no son capaces de ver, puedan recibir la misma información a través del resto de sus sentidos (32).

Uno de los principales recursos, que hasta el día de hoy sigue siendo vigente, es el uso de folletos o láminas informativas que permiten a los pacientes acceder de una manera más práctica y simplificada de una información. En la actualidad se cuenta con una infinidad de folletos, trípticos y dípticos, que se pueden ofrecer durante la consulta, con el fin de que el paciente pueda volver a consultar en caso de que haya olvidado instrucciones importantes. Sin embargo, personas que sufren algún tipo de discapacidad visual tendrán dificultad para consultarlo, por ende, se privarán de dicha información; sin duda, el uso de braille es la opción ideal para poder vincular a los pacientes con la información escrita (33).

Braille

En la actualidad, la tecnología permite de múltiples maneras convertir el lenguaje escrito a lenguaje braille o auditivo, dos de las principales fuentes

de información para las personas con discapacidad visual. Actualmente existen diferentes sitios web (34) que permiten la traducción escrita a braille de manera gratuita, aunque algunos expertos recomiendan el uso de estas herramientas para la traducción de textos cortos y de lenguaje simple, esto permite a profesionales de la salud poder compartir información concisa con el paciente. En caso de crear archivos informativos accesibles para lectores braille será necesario la asesoría de un lecto-escritor de braille. Una vez que se ha impreso la información, con ayuda de un punzón o una impresora braille, se le da relieve al folleto o a la lámina informativa. Actualmente, el mercado ofrece una diversidad de impresoras que permiten procesar gran información de caracteres y plasmarlos en papel a gran velocidad (35).

Estudios recientes han demostrado que el uso de textos braille en la educación bucal a personas con discapacidad visual da muy buenos resultados inmediatos, aunque aseguran que el refuerzo y la motivación regular son primordiales para que la salud oral sea óptima (36).

Auxiliares táctiles

En cuanto al uso de auxiliares táctiles se ha desarrollado una diversidad de herramientas que permiten educar a través del tacto. En el ámbito de la odontología existen antecedentes que hablan del uso de maquetas, macromodelos y tipodontos que permiten al paciente identificar estructuras dentales, consistencia de tejidos, forma de los dientes y su posición dentro de la arcada dental, algunos tipos de restauraciones como amalgamas, resinas, incrustaciones e incluso el proceso carioso; todo esto a través de la aplicación de diferentes texturas y formas que los describan de la manera más realista posible (37) .

Audio

El audio también ha sido de gran ayuda para los odontólogos que enfrentan la situación de atender a un paciente con discapacidad visual. Es un

recurso que fácilmente puede ser modificado y permite dar instrucciones de manera más desarrollada, con el fin de que el paciente a través del audio pueda identificar técnicas, hábitos y recomendaciones que puedan favorecer su salud oral, así como las patologías que podría presentar a largo o corto plazo en caso de no seguir dichas instrucciones. Una técnica utilizada específicamente en personas con discapacidad visual es la de *Audio, Tacto y Ejecución*, que emplea ambas formas de comunicación (táctil y auditiva). Esta técnica, diseñada por Hebbal y Ankola, busca transmitir información con la misma eficacia que una técnica visual, y consta de tres fases: Audio, tacto y ejecución (38).

- **Audio.** Es la primera fase y emplea información auditiva utilizando el medio que el odontólogo prefiera, puede ser a través de su propia voz o por audioguías que contengan la información suficiente respecto al tema que se desea abordar.
- **Tacto.** En esta fase se emplean recursos táctiles como los antes mencionados, a fin de que exista una relación entre lo que ha escuchado el paciente con lo que siente, y de este modo se pueda crear una imagen de lo que se está explicando; también la lengua puede ser un factor importante para que pueda explorar y de igual manera relacionar la información.
- **Ejecución.** Es la última fase y busca concretar la información de las dos fases anteriores para que el paciente aplique lo aprendido, por ejemplo, el empleo correcto de la técnica de cepillado. En esta fase el odontólogo tiene la oportunidad de intervenir para rectificar detalles o corregir fallas.

En los últimos años surgieron estudios comparativos con grupos aislados donde se aplicaban diferentes técnicas de educación. Se comprobó que esta técnica (audio, tacto y ejecución), en combinación con el braille, permite una excelente captación y comprensión de la información que los odontólogos exponen en consulta. Sin duda, estos resultados favorecen de

manera significativa los beneficios que el paciente obtendrá en sus hábitos de higiene bucal posterior a la cita (39) (40).

Herramientas tecnológicas

En el aspecto tecnológico han surgido diversas herramientas basadas en suplir o ayudar a cumplir ciertas necesidades personales. Como se mencionó anteriormente, éstas son conocidas como tecnologías asistenciales que han revolucionado de manera significativa la forma de llevar a cabo actividades de la vida cotidiana.

Haciendo énfasis en el tema de discapacidad visual existen las *tiflotecnologías* que son “el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a procurar a las personas con ceguera o discapacidad visual grave los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología” (26). Entre estas tecnologías podemos encontrar funciones que pueden servir para crear fácilmente un vínculo entre el paciente y el odontólogo, como son la comunicación por videollamada, el mensaje de texto o la llamada con ayuda de asistentes de voz y lectores de pantalla (19).

Por otro lado, el comando de voz y el *Voice Over* son interfaces de voz que permiten redactar y escuchar información escrita sin necesidad de leerla, escribirla o que esté en Braille (19).

El uso de aplicaciones móviles es otro mecanismo de las tiflotecnologías que últimamente ha desarrollado diferentes características que permiten la conexión entre dos personas que se encuentran a una distancia considerable y facilitan a las personas con discapacidad visual desplazarse con mayor facilidad en su entorno con ayuda de funciones que le permiten identificar lugares y objetos a través del GPS o la cámara (41).

Estas funciones, sin duda, ayudan de manera directa al paciente a conseguir una autonomía más práctica, además de poder acceder por su propia cuenta a información, actividades y servicios que hace algunos años sólo podría realizarlos con ayuda de terceros. Estas tecnologías se

desarrollan cada vez más en dispositivos del hogar a tal grado que han logrado abarcar el ámbito de la salud bucal.

Los cepillos eléctricos son uno de los dispositivos que sufrieron modificaciones tecnológicas con el fin de ayudar a personas que tenían un cepillado deficiente o que por alguna discapacidad motriz se les dificultaba realizar adecuadamente la técnica de cepillado. Actualmente, estos dispositivos son utilizados con mayor frecuencia debido a su facilidad de uso y el tipo de características con las que cuenta como sensores de presión, programas de cepillado, niveles de intensidad y monitoreo de progreso. En los últimos años se han hecho estudios que corroboran que el uso adecuado de estos dispositivos disminuye de manera significativa los índices de placa dentobacteriana en comparación con el uso de cepillos dentales manuales (42) (43).

Cada día, estas herramientas desarrollan nuevas funciones y se vuelven más accesibles para el público en general. Es necesario que el personal de salud se actualice y familiarice con ellos, a fin de ser consciente de las vías de comunicación que pueden tener con los pacientes, las cuales no sólo facilitan la consulta, sino que ofrece beneficios para la adherencia de cualquier tratamiento y a reforzar buenos hábitos de salud en los pacientes.

Por último, sea cual sea la técnica empleada, es fundamental enfatizar al paciente la importancia de las revisiones periódicas, ya que con esto el odontólogo podrá notar si la técnica usada para educar al paciente es la indicada para sus necesidades o si es necesario escoger otra.

6. DESARROLLO PSICOSOCIAL EN ADOLESCENTES CON DISCAPACIDAD VISUAL Y SU EFECTO EN LA SALUD BUCAL

Existen dos tipos de ceguera relacionados al momento en que se hace presente la discapacidad visual: ceguera congénita y ceguera adquirida.

La ceguera congénita es aquella que se presenta desde el nacimiento donde el paciente nace con alguna afección ocular que lo priva total o parcialmente de la vista. (44)

La ceguera adquirida es la condición discapacitante que surge durante alguna etapa de la vida en el paciente, puede ser en su infancia, en la adolescencia, la adultez o en la vejez. En cada etapa se presentará una serie de desafíos que implique en el paciente y los encargados de su rehabilitación prestar atención en beneficio de que sea. Comúnmente estas intervenciones implican un enfoque educativo y uno terapéutico. El educativo permite desarrollar conocimiento de su situación visual y prácticas que le permitan desenvolverse en su entorno. Por otra parte, el enfoque terapéutico busca abordar las problemáticas y las limitaciones psicológicas y físicas que un paciente pueda presentar durante el proceso de aceptación y rehabilitación (44).

En pacientes con ceguera congénita es común que tengan un manejo psicológico desde la infancia, esto les permite un desarrollo cognitivo y desenvolvimiento social ideal, pero cuando la ceguera es adquirida los pacientes presentarán diferentes características limitantes según sea su edad. Al abordar a un paciente con ceguera es necesario contemplar las principales áreas de evaluación, las cuales dependerán principalmente de su edad (45).

En pacientes recién nacidos es importante evaluar su funcionamiento visual, la relación afectiva con los padres y el estado emocional de éstos, y

los procesos que se manejan en el núcleo familiar a fin de estimular al infante (44).

En pacientes preescolares es importante evaluar su habilidad perceptiva desde un enfoque táctil, espacial y corporal, de igual manera es importante analizar su autonomía a través de su desenvolvimiento en el entorno familiar, sus habilidades de lenguaje, lecto-escritura y solución de problemas (46).

Los pacientes escolares (primaria- secundaria) deben ser analizados desde una perspectiva técnica, saber que métodos utiliza para solucionar problemas, y su capacidad para retener información, leer, escribir, calcular, atender y relacionarse en su entorno a través de sus intereses educativos y profesionales (46).

En adultos es importante analizar el estado óptimo desde diferentes enfoques, debido que al ser una etapa donde el desarrollo se ha completado, es necesario verificar que todos los aspectos que permitan alcanzar la autonomía e independencia se encuentren equilibrados, de tal modo que se hace una revisión a sus habilidades sociales, perceptivas, técnicas, adaptativas etc. (44).

También existen pacientes que cuentan con una o más deficiencias además de la ceguera (plurideficientes), en estos pacientes es importante analizar en general todos sus sistemas perceptivos de manera que se encuentren en su estado óptimo y puedan aprovecharlos al máximo para así lograr un desarrollo en los aspectos perceptivos, cognitivos, motrices y conductuales (44).

La adolescencia, según la OMS, es la etapa de vida comprendida entre los 10 y 19 años, la cual se divide en dos etapas: adolescencia temprana (10-14 años) y adolescencia tardía (15-19 años). Perder la vista en esta etapa es común identificar actitudes displacenteras, evasivas y temerosas, no sólo debido a las características propias de esta edad, sino por las

limitantes que conlleva la discapacidad repercutiendo de manera significativa en el proceso de aceptación, tratamiento y reinserción social. Es por eso que psicólogos, cuidadores, padres de familia y tutores tienen que abordar a estos pacientes enfocándose en su independencia y autonomía (24).

En la adolescencia es común que los amigos se vuelvan la principal influencia en cuanto a la toma de decisiones y sirvan como modelo para los jóvenes. En esta etapa los adolescentes necesitan independencia de sus padres para que puedan crear su identidad, lo que traerá a largo plazo una autoestima positiva (44).

La autonomía, por otro lado, da una visión de su futuro y cómo sus decisiones y acciones pueden influir de manera positiva o negativa en su vida. La autonomía también puede reflejarse en esta nueva condición, donde el paciente decide valerse por él mismo sin encontrar la ceguera como un impedimento (47).

Se debe considerar a la adolescencia como una etapa de desarrollo, más que una etapa de rebeldía, ya que permite a los profesionales de la salud dirigir cualquier tipo de tratamiento a la adquisición de habilidades que le ayuden a compensar las capacidades que ha perdido y a estimular las que ya tiene a fin de volverlas más ágiles, de tal modo que le permita buscar por sí mismo una solución a problemas y situaciones cotidianas.

La adolescencia, como etapa de desarrollo, involucra en la persona una serie de eventos “desafiantes” que son parte de la transición hacia la vida adulta, y aquellos que tienen una discapacidad como lo es la ceguera, vuelve aún más complicados dichos desafíos. La manera correcta de cómo afrontarlos es principalmente responsabilidad de quien lo padece; sin embargo, los especialistas en la salud deben de intervenir desarrollando nuevas técnicas que les permitan adaptarse fácilmente a esta condición (44).

En la odontología, la adolescencia representa una etapa de suma importancia, ya que en este lapso, además de ocurrir una serie de eventos anatómicos y fisiológicos en el sistema estomatognático como lo es el desarrollo maxilar y mandibular, repercute de manera considerable en el comportamiento y la prioridad que otorgará el paciente al cuidado de su salud bucal, debido a que puede desarrollar hábitos que la perjudiquen de manera considerable como los hábitos alimenticios, la ingesta de sustancias nocivas (alcohol o tabaco), la práctica de actividades que puedan lastimar algún tejido del sistema estomatognático, entre otros. Cuando el paciente adolescente padece de discapacidad visual se vuelve más difícil la tarea del odontólogo en todos los aspectos de atención, desde la prevención hasta la rehabilitación (48).

En el proceso de educación es importante recalcar la importancia de una buena higiene oral como parte de las actividades cotidianas, explicar los padecimientos que puede presentar el paciente si su salud es deficiente y cómo puede repercutir de manera localizada y general en su cuerpo. También es importante señalar qué acciones pueden afectar de manera severa su salud integral y bucal a modo de que tome conciencia respecto a ellas y evite o disminuya la frecuencia en que las realiza (48).

La manera de comunicar los puntos anteriores debe de ser a modo de consejo y no de obligación, de una manera didáctica y práctica con el fin de que el paciente se interese por el tema y sea más fácil llevar a cabo cualquier tratamiento. Es muy común que en la adolescencia los pacientes estén influenciados por el grupo social donde se desenvuelven, por eso se recomienda abordar de manera grupal la prevención cuando se busca crear conciencia en las decisiones de un adolescente, esto es a través de talleres, actividades didácticas o pláticas grupales, para que de este modo se vuelva más receptivo ante la información que el odontólogo le brinde. La promoción de medidas preventivas en su espacio escolar o familiar puede servir de manera significativa siempre y cuando se aborde de manera correcta (48).

La Secretaría de Salud, a través del Sistema de Vigilancia Epidemiológica de Patologías Bucales del 2019, realizó una serie de estadísticas compilando datos arrojados por diferentes estancias pertenecientes a la Secretaría de Salud, con el fin de identificar las principales enfermedades bucales que afectan a la población mexicana. Con la aplicación del Índice de Dientes Cariados, Perdidos y Obturados (CPOD) a 58,345 adolescentes entre 10 y 19 años, se determinó que la caries dental era la enfermedad bucal con mayor prevalencia entre adolescentes participantes, mostrando la mayor afectación en pacientes de 19 años con un índice de caries de 5.3 y un índice CPOD de 6.5. Estos resultados reflejan las deficiencias en la salud bucal de los adolescentes y permiten crear una idea del panorama que podría suceder en los adolescentes que sufren discapacidad visual. Esta enfermedad está relacionada a múltiples factores, entre ellos la higiene bucal deficiente o una alimentación inadecuada. Se ha comprobado que la caries y la enfermedad periodontal son precursores de otras enfermedades como la diabetes, la fiebre reumática y las enfermedades respiratorias agudas, por eso es importante atenderlas antes de que se presenten (49).

Este estudio también reveló la prevalencia de enfermedad periodontal al aplicarse el Índice Periodóntico Comunitario (IPC), obteniendo que de la población adolescente entre 10 a 14 años estudiada (13,398) el 10% presentaba sangrado gingival y 7.3% cálculo. Mientras que de la población perteneciente a la edad de 15 a 19 años (20,389) el 19.2% presentaba sangrado gingival, 19.3% cálculo, 0.7% bolsas periodontales de 3 a 5 mm y 0.1% bolsas de 6 mm o más (49).

Si bien estos datos no reflejan como tal la relación entre enfermedades bucales y adolescentes con discapacidad visual, sí aporta una idea sobre la predisposición que existe en esta población a sufrir enfermedades bucodentales por la escasa atención odontológica que recibe y los factores de riesgo que la rodea.

A nivel global podemos encontrar estudios que sustentan la idea de que los pacientes adolescentes con discapacidad visual son más propensos a padecer alguna enfermedad bucal. Entre estos estudios podemos encontrar el realizado en Teherán (Irán) a 130 adolescentes con diferentes niveles de discapacidad visual donde se aplicaron las pruebas de Índice de Higiene oral (IHO-S), el índice del número de dientes definitivos cariados (CPOD) y el sangrado al sondaje (BOP), y se obtuvo que el 62.3% presentaba al menos una lesión cariosa y 79.2% presentaba sangrado gingival (50). En India se realizó un estudio comparativo donde se aplicaron dos diferentes técnicas de enseñanza a grupos diferentes de adolescentes y niños con discapacidad visual. La primera técnica empleaba información en braille y técnicas hápticas como la exploración de macromodelos y texturas, la otra técnica era en su mayoría auditiva, con ayuda de audiolibros y dispositivos que contaran con entrada y salida de voz (lectura de pantalla). Al inicio del estudio un alto porcentaje de ambas poblaciones presentaban gingivitis de leve a severa, al finalizar el estudio los resultados permitieron concluir que ambas técnicas eran eficaces con una ligera diferencia que favorecía las técnicas auditivas (51). Otro estudio realizado en Jabalpur (India) a 318 sujetos de diferentes edades con discapacidad visual arrojó que el 69.3% presentaba algún grado de lesión cariosa, mientras que el 27.6% presentaba algún tipo de traumatismo donde los incisivos centrales superiores eran los más afectados (52); al noroeste de China se realizó un estudio similar en el cual se pudo observar que de la población que se encontraba entre los 13 a 19 años el 79.92% presentaban caries, a diferencia de los sujetos de menor edad que si bien, presentaban caries, el porcentaje era menor (53).

Estos estudios si bien no reflejan exactamente la diferencia entre los niveles de salud oral entre adolescentes videntes con los que sufren discapacidad visual, sí nos permiten comprender los factores de riesgo a los que se exponen. El elevado porcentaje de la población adolescente con discapacidad visual presenta caries como enfermedad principal en la cavidad oral. Cada estudio refleja de manera indirecta cómo los aspectos

psicológicos y sociales influyen en la calidad de vida y salud bucal de las personas que sufren algún grado de discapacidad visual, permitiendo enfocar la atención de la salud bucal no sólo en la educación odontológica, sino en una atención clínica integral para que quienes presenten cualquier tipo de discapacidad puedan desenvolverse de manera segura en su entorno.

7. CONSIDERACIONES PARA LA ATENCIÓN ODONTOLÓGICA EN PACIENTES CON DISCAPACIDAD VISUAL

Como se describió en las secciones anteriores, la discapacidad visual conlleva una serie de dificultades para los pacientes que la presentan, una de ellas es llevar a cabo procedimientos que requieran de destreza manual y visual, como puede ser el cepillado dental correcto. Existen técnicas y herramientas que los odontólogos pueden utilizar con el objetivo de que esta tarea sea más fácil de aprender y de poner en práctica para el paciente. Sin embargo, hay consideraciones importantes que los odontólogos deben de tomar en cuenta al momento de atender a un paciente con discapacidad visual dentro de su consultorio.

La atención a los pacientes con discapacidad visual comienza desde su ingreso a la clínica. Es necesario que el odontólogo contemple aspectos como la accesibilidad y la movilidad en el consultorio, evitando principalmente objetos que limiten el tránsito; por ejemplo, si hay escaleras, éstas deben de contar con barandales y cinta antiderrapante, o en caso de que el lugar sea pequeño y no sea posible colocar guías táctiles, deberá tener información (letreros, revistas, folletos, etc.) braille en la sala de espera para que pueda ayudar a bajar posibles niveles de miedo y ansiedad en el paciente, aunque lo ideal es disminuir en lo posible los tiempos de espera (32).

Otro factor a considerar es el empleo de perros guía como apoyo para las personas con discapacidad visual que las ayuden a desplazarse con mayor facilidad por las calles. Estos perros guía necesitan cierta libertad de movimiento la cual puede ser impedida por la presencia de muchos obstáculos; sin embargo, el odontólogo debe contemplar que estos animales están entrenados y capacitados para realizar una serie de tareas y por ende no presentan ningún tipo de dificultad si éstos se encuentran dentro del consultorio dental (54).

En ocasiones se tiene la idea de que al padecer una discapacidad las personas necesitan forzosamente de la ayuda de terceros, pero la realidad es que si el lugar a donde acuden cuenta con la infraestructura ideal, ellos pueden desplazarse sin ningún problema. Por eso, antes de brindar ayuda, es necesario preguntar si la requieren, ya que de otra manera no será bien recibida y podría incomodar al paciente (54).

Una vez en consulta es de suma importancia tomar en cuenta la edad del paciente y hacer uso de una o más técnicas háptico-auditivas que vayan acorde a su edad, (con el fin de explicar el procedimiento que se va a realizar); al emplearlas, el odontólogo cumple con la parte educativa, pero también ayuda a bajar niveles de ansiedad, ya que el paciente se vuelve consciente del procedimiento a realizar y de las sensaciones que puede llegar a presentar (33).

En caso de que sea la primera consulta del paciente, es realizar una historia clínica completa, poniendo énfasis en cuál fue la causa de discapacidad, si sufre de alguna otra limitación o enfermedad, y si ha recibido tratamientos previos y cómo fue su experiencia con éstos; esto permitirá saber de qué manera se tiene que abordar al paciente y qué lenguaje se debe de emplear. Igualmente, siempre se le debe comentar al paciente el tratamiento que se le realizará y reforzarlo con las técnicas antes mencionadas, el instrumental a utilizar, y las posibles sensaciones que percibirá, siempre utilizando un lenguaje adecuado para su edad y su nivel educativo. Además, se recomienda evitar el cambio de personal de la salud y que sea un mismo dentista quien realice su tratamiento integral, en caso de ser necesaria la participación u opinión de otro doctor lo ideal es que sea contando con la presencia de quien lo atendió desde la primera cita (33).

Una vez iniciado el tratamiento es necesario mantener al tanto en todo momento al paciente sobre lo que sucede y está por suceder, dar aviso si escuchará un sonido diferente, si alguien entra o sale del consultorio, si el odontólogo se moverá o cambiará de posición, o cualquier otro suceso que

pueda alterar la tranquilidad del entorno y del paciente. Se sugiere que las citas sean cortas y en un ambiente tranquilo, la música se considera una buena técnica de relajación en el consultorio para que los pacientes con discapacidad visual puedan despejar la mente y centrar su atención en algo más (33).

Terminada la consulta se recomienda explicar el beneficio que ha conseguido el paciente al realizarse dicho tratamiento, y reforzar algunas ideas previas sobre el cuidado de la salud oral. Es posible que algunas ideas no queden del todo claras y es en estos casos cuando se sugiere crear vías de comunicación, como el uso de aplicaciones e interfaces, entre el odontólogo y el paciente, así en caso de que éste necesite urgentemente algún tipo de asesoría, el odontólogo pueda recomendarle técnicas o consejos que le permitan desde casa continuar reforzando los conocimientos adquiridos en consulta (33).

Por otra parte, también existe la intervención externa, en donde los odontólogos pueden promover la salud bucal, a través de pláticas y actividades, que permitan a personas que no tengan los medios necesarios acceder a información relevante sobre el cuidado de la salud oral. Al planificar un programa de salud se debe considerar realizar actividades interactivas que incluyan técnicas háptico-auditivas adaptadas a la edad de la población donde serán aplicadas, así la información será filtrada de tal modo que pueda ser comprendida de manera fácil y en un corto tiempo en comparación con el que se utiliza en la consulta dental (55) (38).

8. CONCLUSIONES

Los sentidos háptico y auditivo son mecanismos importantes de percepción que reciben una gran cantidad de información, la cual es procesada y almacenada en el cerebro con el fin de identificar y relacionar estímulos que se puedan presentar posteriormente.

La discapacidad visual afecta de manera significativa diversos aspectos de quien la padece, por eso el organismo al carecer de la visión busca compensar a través de otros sentidos, la captura de información por medio de la percepción háptica y auditiva. Lo que les permite aprender, desplazarse y desenvolverse de manera natural en su entorno.

La ceguera es una de las principales discapacidades que afectan a la población mundial. Es necesario el avance en materia tecnológica y cultural que permita priorizar el desarrollo de un país con base en mejorar la calidad de vida de quienes padecen esta o alguna otra discapacidad.

La adolescencia es de suma importancia en el aprendizaje de las personas debido a la cantidad de cambios psicológicos, hormonales, y sociales que sufren. Cuando se presenta una discapacidad durante esta etapa es necesario intervenir de manera óptima para lograr que la adaptación y aceptación de su condición sea la más conveniente, sin dejar a tras la importancia de inculcar buenos hábitos de salud.

La adolescencia está rodeada de múltiples factores que repercuten directamente en su salud bucal, a tal grado que se ha comprobado que es el sector que más enfermedades bucales puede presentar desde caries hasta traumatismos.

En los últimos años se han desarrollado técnicas específicas para abordar pacientes con discapacidad visual durante la consulta dental, las cuales se basan en el aprendizaje utilizando la percepción háptica y auditiva, empleando textos braille, objetos con diferentes texturas, y herramientas auditivas que encaminan al paciente a comprender la importancia de la

salud bucal, así como el proceso para mantener una buena higiene y la manera correcta de poner en práctica técnicas como el cepillado dental sin necesidad de la visión.

La técnica audio, tacto y ejecución ha sido puesta a prueba en diferentes partes del mundo, siendo ésta la más recomendada para usar en conjunto con el braille para la promoción de la salud bucal.

El uso de tecnologías asistenciales y tiflotecnologías permite al paciente poner en práctica los conocimientos adquiridos de una manera más eficaz, mejorando así su salud bucal y a la vez su calidad de vida.

En México es necesario realizar más estudios enfocados en monitorear la salud bucal de personas con discapacidad visual en las diferentes etapas de la vida para crear un panorama más claro respecto a la situación de la atención odontológica en la discapacidad.

Actualmente no existe un protocolo específico para el manejo odontológico de pacientes invidentes, pero es importante tener en consideración ciertos aspectos al atender a estos pacientes. La actualización constante por parte de los profesionales de la salud en temas de discapacidad permitirá crear más espacios que cumplan las necesidades de quienes la padezcan. Los odontólogos tienen la responsabilidad de promover la salud bucal empleando diferentes técnicas para que el paciente pueda retenerlas, reforzarlas y revisar que éstas cumplan de manera eficiente.

REFERENCIAS

1. Espinosa R, Medellín H. Percepción táctil digital para enseñanza de personas con discapacidad visual. *Prisma Social*. 2022; (36):195-219.
2. Ranaweera AT. When consumers touch: a conceptual model of consumer haptic perception. *SJME*. 2021; párr. 1-59.
3. Molina GM. Bienestar, espacios y percepciones: Diseño a través del tacto. 1ª ed. Nuevo León: Río Subterráneo ; 2019.
4. Sciutti A, Damonte F, Alloisio M, Sandini G. Visuo-haptic exploration for multimodal memory. *Front. Integr. Neurosci*. 2019 Mayo; 13(15): 1-12.
5. McCutcheon J, Ramalho A. International Perspectives on Disability Exeptions in Copyright Law and the Visual Arts: Feeling Arts. New York: Routledge; 2021.
6. Grevtsova I, Sibina J. Experiencias inmersivas y culturales: Formatos y tendencias. Alemania: Books on Demand GmbH; 2020.
7. Mclinden M, McCall S, Hodges L. Learning through Touch: Supporting Learners with Multiple Disabilities and Vision Impairment through a Bioecological Systems Perspective. 2nd. ed. New York: Routledge; 2020.
8. Hall EJ. Tratado de Fisiología Médica. 14va. ed. Barcelona: Elsevier; 2021.
9. Silverthorn D. Fisiología: Un enfoque integrado. 8va. ed. Baltimore: Médica Panamericana; 2019.
10. L. C, Mak-Yuen Y , Matyas T. The Functional Tactile Object Recognition Test: A Unidimensional Measure With Excellent Internal Consistency for

- Haptic Sensing of Real Objects After Stroke. *Front. Neurosci.* 2020; 14 (542590): 1-16.
11. Gilhooly K, Lyddy F, Pollick F, Buratti S. *Cognitive Psychology*. 2nd. ed. London: McGraw Gill; 2020.
 12. Vega J, Suazo I. *El tacto: tocar y sentir*. 1a. ed. Chile: RIL; 2021.
 13. Baciero A, Perea M, Gomez P. Touching your words: Why braille reading is special. *Ciencia Cognitiva*. 2019; 13(2): 54-7.
 14. Lapelucci JR. *Assistive Technology and its concepts and fundamentals*. *Interface Tecnológica*. 2020; 17(2): 317-324.
 15. Selzer M. *Interacción Humano Computadora en Ambientes Virtuales*. Tesis de Magister. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur, Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación; 2018.
 16. Sánchez NI. *Sensación y Percepción: Una revisión conceptual*. Nota de clase. Bogotá: Universidad Cooperativa de Colombia, Departamento de Psicología; 2019.
 17. Forigua JC. *Atención, sensación y percepción*. Bogotá: Fundación Universitaria del Área Andina; 2018.
 18. Basterrechea MP. *Método de entrenamiento para mejorar la funcionalidad auditiva en un caso de ceguera total con pérdida de audición unilateral súbita*. *Integración: revista digital sobre discapacidad visual*. 2019; (75): 79-98.
 19. Martínez Y, Naranjo K, Torres J, Castro C. *La tiflotecnología, una herramienta para la construcción de identidad en el contexto sociocultural de personas con discapacidad visual*. 1a. ed. Colombia: UPTC; 2022.

20. Torre M, Ripa G. Dispositivos de interacción auditiva como interfaces de contenidos web. Tesina de Licenciatura. Argentina: Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Informática; 2020.
21. Lopez S. Ayudas electrónicas para pacientes con discapacidad visual. Trabajo final de maestría. Valladolid: Universidad de Valladolid, Facultad de Medicina; 2019 Abril.
22. Simanca F, Blanco F, Carreño P. Aplicación de las TIC en población con diversidad. 1a. ed. Bogotá: Universidad Libre; 2018.
23. Mazur I. The Palgrave Handbook of Audiovisual Translation and Media Accessibility. 1a. ed. Polonia: Palgrave Macmillan; 2020.
24. Organización Mundial de la Salud. Ceguera y Discapacidad Visual. Organización Mundial de la Salud [Online]; 2021 [cited 2022 Marzo 18]. Available from: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.
25. Organización Mundial de la Salud. CIE-11. Organización Mundial de la Salud [Online]; 2022 [cited 2022 Marzo 18]. Available from: <http://id.who.int/icd/entity/1103667651>.
26. ONCE, Grupo social. Ceguera y Deficiencia Visual. ONCE [Online]; 2020 [cited 2022 Marzo 18]. Available from: <https://www.once.es/dejanos-ayudarte/la-discapacidad-visual/concepto-de-ceguera-y-deficiencia-visual>.
27. Yang Z, Jin G, Li Z, et al. Global disease burden of uncorrected refractive error among adolescents from 1990 to 2019. BMC Public Health. 2021; 21(1975): 2-10.

28. Antillon F, Argaiz J. Oftalmología básica. 6a. ed. México: Méndez Editores; 2020.
29. Velez D, Alarcon A, Guerrero L. Prevalencia y características de retinopatía diabética. Recimundo. 2021; 5(3): 23-34.
30. Fuentes M, Lopez M, Miguel A, Sabanza M, et al. Manifestaciones clínicas y diagnóstico microbiológico de infecciones por Chlamydia trachomatis. RSI. 2021; 2(9).
31. INEGI. Estadísticas a propósito del día internacional de las personas con discapacidad (3 de diciembre). INEGI. [Online].; 2019 [cited 2022 Marzo 20]. Available from: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/discapacidad2019_nal.pdf.
32. Vázquez L, Hachity JA. Manejo estomatológico del paciente ciego. Odont Pediatr Act. 2019; 8(23): 4-8.
33. Saikrishna S, Degala N. Oral Health and Dental Care of Children with Visual. EC Dental Science. 2019; 18(5): 848-853.
34. Asociación DOCE. Traducir a Braille un texto. Asociación DOCE. [Online]; 2018 [cited 2022 Marzo 23]. Available from: <https://asociaciondoce.com/2018/04/03/traducir-a-braille-un-texto/>.
35. Hynes NRJ, et al. Portable electronic braille devices – An overview. En: AIP Conference Proceedings 2142; 2019 Feb 7-9; Bahal, India. India: AIP Publishing; 2019. p. 140018-1 - 140018-5
36. Khurana C, Tandon S, Chand S, Chinmaya BR. Effectiveness of oral health education program using braille text in a group of visually

impaired children-before and after comparison trial. *J Educ Health Promot.* 2019; 8(50): 1-6.

37. Das D, Suresan V, Jnaneswar A, Pathi J, Subramaniam GB. Effectiveness of a novel oral health education technique in maintenance of gingival health and plaque removal efficacy among institutionalized visually impaired children of Bhubaneswar city: A randomized controlled trial. *Spec Care Dentist.* 2018; 39(2): 1-10.
38. Báez KJ, Villabona A, Villamil AJ. Evaluación de la técnica audio, tacto y ejecución en población con discapacidad visual. Tesis. Bucaramanga: Universidad Santo Tomas, Facultad de Odontología; 2021.
39. Shariffard N, Sargeran K, Gholami M, Zayeri F. A music- and game-based oral health education for visually impaired school children; multilevel analysis of a cluster randomized controlled trial. *BMC Oral Health.* 2020; 20(144): 1-9.
40. Tiwari BS, Ankola AV, Jalihal S, Patil P, Sankeshwari RM, Kashyap BR. Effectiveness of different oral health education interventions in visually impaired school children. *Spec Care Dentist.* 2019; 39(2): 97-107.
41. Singh S. S, Manna S, Bascaran C. Smartphones-Based Assistive Technology: Accessibility Features and Apps for People with Visual Impairment, and its Usage, Challenges, and Usability Testing. *Clin Optom (Auckl).* 2021; 13: 311-322.
42. Erbe C, Klees V, Ferrari-Peron P, et al. A comparative assessment of plaque removal and toothbrushing compliance between a manual and an interactive power toothbrush among adolescents: a single-center, single-blind randomized controlled trial. *BMC Oral Health.* 2018; 18(130) 1-10.

43. Erbe C, Klees V, Braunbeck F, Ferrari-Peron P, et al. Comparative assessment of plaque removal and motivation between a manual toothbrush and an interactive power toothbrush in adolescents with fixed orthodontic appliances: A single-center, examiner-blind randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019; 155(4): 462-472.
44. Sierra S, Fiuza M, Parrilla A. Investigación Participativa con Jóvenes con Discapacidad Visual: Cuando los Relatos de Exclusión e Inclusión Salen a la Calle. *RIEJS.* 2019; 8(2): 49-64.
45. Castignani M. La orientación en el campo de la educación. En: *Orientación y Discapacidad: Análisis de los factores que inciden en las elecciones de los adolescentes con discapacidad visual*; 2018 nov 15-17; Córdoba, Argentina.
46. Ministerio de Educación de la Nación. Eliminando barreras para el aprendizaje y la participación en alumnos con discapacidad visual. 1a. ed. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología; 2019.
47. Álamo M, González J. Promoción de la autonomía personal y discapacidad visual: Revisión bibliográfica. *TOG.* 2020; 17(2): 214-2.
48. Matamala-Santander A, Rivera-Mendóza F, Zaror C. Impacto de la Caries en la Calidad de Vida Relacionada con la Salud Oral de Adolescentes: Revisión Sistemática y Metaanálisis. *Int J Odontostomat.* 2019; 13(2): 219-229.
49. Lomelí G, Mejía AM, Rodríguez KG. Resultados del sistema de vigilancia epidemiológica de patologías bucales. SIMEPAV 2019. [Online]; 2019 [cited 2022 Marzo 24]. Available from: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/597944/resultadosSIVEPAB_2019.pdf.

50. Shariffard N, Sargeran K, Gholami M. Perception of oral health and medical conditions as possible predictors of oral health status in visually impaired adolescents: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2021 Febrero; 21(89): 1-11.
51. Sardana D, Goyal A, Gauba K, Kapur A, Manchanda S. Effect of specially designed oral health preventive programme on oral health of visually impaired children: use of audio and tactile aids. *Int Dent J*. 2019; 69(2): 98-106.
52. Suresan V. Dental Caries Experience, Oral Hygiene Status, and Traumatic Dental Injuries among the Visually Impaired in Jabalpur. *World J Dent*. 2021; 12(1): 50-56.
53. Liu L, Zhang Y, Wu W, He M, Lu Z, Zhang K, et al. Oral health status among visually impaired schoolchildren in Northeast China. *BMC Oral Health*. 2019; 19(63): 1-7.
54. Bolaños S, Vera A. Influencia de la discapacidad visual en la aparición de patologías bucales. Tesis. Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad de Odontología; 2021.
55. Carrie SR, Caitlin GM, Michelle I. Health promotion interventions to improve oral health of adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2020; 48(6): 1-12.
56. Aguilar M, Rogel E, Ochoa M. Desarrollo de habilidades sociales básicas y avanzadas en adolescentes y jóvenes con discapacidad visual. *Horizontes Rev Inv Cs Edu*. 2021; 5(18): 484-501.
57. Basse E, Ellison C. Social capital, social relationships and adults with acquired visual impairment: a Nigerian perspective. *Disabil Rehabil*. 2018; 41(10): 1-8.