

GRADO EN LOGOPEDIA

Trabajo de Final de Grado

Propuesta de escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil

María Andreina Escalona Reyes

17 de mayo de 2021

Dr. Laura González Sanvisens

Tabla de contenido

Resumen	3
Introducción	5
Marco Teórico	6
Llanto Infantil Normal y Patológico	7
<i>Aspectos Relacionados con la Frecuencia</i>	8
<i>Aspectos Relacionados con el Tiempo</i>	9
<i>Aspectos Relacionados con la Melodía</i>	10
<i>Aspectos Relacionados con el Timbre</i>	11
<i>Aspectos Relacionados con la Intensidad</i>	11
Análisis Acústico-Perceptivo	12
<i>Escalas de Evaluación Auditivo-Perceptivas de la Voz</i>	13
<i>Fiabilidad de la Evaluación Perceptiva</i>	14
Objetivos	16
Diseño Metodológico	17
Participantes	17
Instrumentos	17
Procedimiento	18
Resultados	20
Discusión	22
Conclusiones	24
Limitaciones	24
Repercusiones en el Ámbito Profesional	25
Líneas de Futuro	25
Agradecimientos	26
Referencias	27
Tablas	33
Tabla 1 <i>Comparación del etiquetado de atributos en seis escalas auditivo-perceptivas</i>	33
Tabla 2 <i>Características del llanto infantil asociadas a potenciales problemas del Sistema Nervioso Central</i>	34
Anexos	35
Anexo 1 <i>Primera propuesta de escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil</i> .	35
Anexo 2 <i>Propuesta final de escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil</i>	40

Resumen

Propósito: el llanto infantil (LLI) es un fenómeno complejo que implica la producción de sonido en las cuerdas vocales y está relacionado con la respiración y el mecanismo pulmonar. Está bajo el control de los sistemas de regulación neurovegetativa del tallo cerebral y el sistema límbico, por lo que alteraciones del sistema nervioso central (SNC) provocan cambios en las características del LLI. La evaluación perceptiva de la calidad vocal es una herramienta usada durante años por su bajo costo, rapidez y no intrusismo. A pesar de ser un método criticado, algunos factores como una definición común de los atributos vocales, un análisis factorial para el etiquetado de los mismos o una escala visual analógica, pueden aumentar su fiabilidad. El objetivo de este trabajo es proponer un método de evaluación auditivo-perceptivo del llanto infantil para bebés de entre 0 y 2 meses de edad. **Metodología:** Se han extraído las características cualitativas con evidencia científica de tener una relación estadísticamente significativa con alteraciones del SNC. Se compararon las etiquetas relacionadas con el mismo atributo de seis escalas perceptivas de calidad vocal. Se creó una primera propuesta de escala que se pasó a dos profesionales quienes propusieron cambios y se debatieron los mismos para concluir con la propuesta final de escala auditivo-perceptiva para la evaluación del LLI. **Conclusiones:** Esta herramienta rápida de *screening* podría ser un instrumento común para diferentes profesionales como médicos neonatólogos, neurólogos, comadronas, foniatras, otorrinolaringólogos y logopedas.

Palabras clave: recién nacidos, llanto infantil, evaluación, escala auditivo-perceptiva, sistema nervioso central.

Abstract

Purpose: infant cry is a complex phenomenon that involves the production of sound in the vocal cords and is related to respiration and the pulmonary mechanism. It is under the control of the neurovegetative regulation systems of the brainstem and the limbic system, so alterations of the central nervous system (CNS) cause changes in the characteristics of the infant cry. Perceptual evaluation of vocal quality is a tool used for years due to its low cost, speed and non-intrusiveness. Despite being a criticized method, some factors such as a common definition of vocal attributes, a factor analysis for their labeling or a visual analog scale can increase its reliability. The objective of this paper is to propose a method of auditory-perceptual evaluation of infant crying for babies between 0 and 2 months of age. **Methodology:** The qualitative characteristics with scientific statistically significant relationship evidence with CNS alterations have been extracted. The labels of the same attribute of 6 perceptual scales of vocal quality were compared to get a common one. A first scale proposal was created and evaluated by two professionals who recommended changes. Then we debated them with the bibliographic findings to conclude with the final proposal of auditory-perceptual scale for the evaluation of the infant cry. **Conclusions:** This fast screening tool could be a common instrument for different professionals such as neonatologists, neurologists, midwives, foniatics, otolaryngologists and speech therapists.

Keywords: *newborns, infant cry, evaluation, auditory-perceptual scale, central nervous system.*

Introducción

La idea de este trabajo surgió gracias a la propuesta de Esther Vallés, logopeda del hospital Vall d'Hebron hacia Agustín Culquicóndor, mi compañero en este trabajo, y hacia mí. La motivación de nuestra profesora por estudiar lo que para ella es obvio y habitual, el significado del llanto infantil, la llevó a plantearnos la propuesta de estudiar la relación entre las características acústicas y perceptivas del llanto y las patologías del infante.

La finalidad de este trabajo es intentar plantear las bases para elaborar una nueva herramienta no invasiva que ayude al médico en la detección precoz de patologías y mejorar así la calidad de vida de los niños.

El trabajo se divide en dos partes, un análisis acústico y un análisis perceptivo de características cualitativas del llanto infantil. Al ser dos personas, cada una se quedó con una parte del total que conforma nuestro trabajo debido a que se asientan en las mismas bases teóricas. La elección del tipo de análisis se basó en nuestros intereses individuales, por lo que Agustín tratará en su trabajo el análisis acústico y yo, en el trabajo a continuación, el análisis perceptivo.

El análisis perceptivo de la voz es una herramienta principal en la evaluación de la calidad vocal (Oates, 2009). Algunos de los aspectos valorados en este análisis, han sido relacionados en el llanto infantil con alteraciones del sistema nervioso central (LaGasse et al., 2005).

Las escalas de evaluación vocal son una herramienta de análisis que buscan la estandarización de procesos de evaluación de la calidad vocal utilizada por los profesionales (Calaf, 2017). En este trabajo, se plantea una propuesta de escala acústico-perceptiva para la evaluación del llanto infantil.

Marco Teórico

El llanto ha pasado a ser considerado más que un evento acústico-lingüístico, ahora también se ha conformado como un indicador del estado neurofisiológico de los bebés (Ruiz Díaz et al., 2012) y un método de investigación no invasivo para la detección precoz de patologías neurológicas.

Como indican Mandujano-Valdés et al. (2013), el llanto es un fenómeno complejo que implica la producción de sonido en las cuerdas vocales y qué ocurre fundamentalmente durante la fase espiratoria de la respiración; requiere el funcionamiento de los músculos respiratorios, laríngeos y supra laríngeos, por lo tanto, está bajo el control de los sistemas de regulación neurovegetativa del tallo cerebral, especialmente el complejo vagal que incluye los pares craneales del IX al XII.

El llanto requiere un esfuerzo coordinado de varias regiones cerebrales, principalmente tronco encefálico y sistema límbico, además de áreas corticales de asociación y el cerebelo (Parvizi et al., 2001) y está relacionado con la respiración y el mecanismo pulmonar. Sus características reflejan el desarrollo y posiblemente la integridad del sistema nervioso central (SNC) (Reyes-García et al., 2018). LaGasse et al. (2005) relacionaron alteraciones del SNC con variaciones del llanto infantil (LLI) como el llanto inicial prolongado, tono más alto de la normalidad, amplitud baja, arritmia, latencia entre unidades de llanto prolongada y disfonía. Podemos encontrar algunos ejemplos de las características del llanto asociadas a posibles alteraciones del SNC en la tabla 2 adjunta en el apartado de tablas.

Los primeros estudios estructurados relacionados con la acústica del llanto se empezaron a realizar en el siglo XIX los cuales se caracterizaban por ser estudios basados en impresiones subjetivas, que se dictaminaron gracias al análisis auditivo por parte de un jurado de escucha. Por ejemplo, el músico y compositor William Gardiner publicó en su libro de *The Music OF Nature* (1838) conocimientos relacionados con el LLI. Por otro lado, Charles Darwin

también expuso acerca del contenido de información importante en los gestos y expresiones de llanto en niños llorando.

Con el paso de los años se fueron desarrollando nuevos instrumentos enlazados con técnicas de grabación y mediciones objetivas del sonido que permitieron un avance importante para la objetivización y mejora del estudio del LLI. Destacaron instrumentos como las grabadoras de cinta o el espectrógrafo, pero no fue hasta el año 1971 que el Grupo Finés de Investigación del LLI lo utilizó para realizar un análisis más detallado del LLI. Ese fue el punto de partida para la etapa moderna del análisis del LLI.

Actualmente, las investigaciones presentan diferentes enfoques e incluyen distintos aspectos como: psicológicos, métodos automatizados de estudio por computadora como los análisis de Fourier y de inteligencia artificial y/o interacciones padres e hijo debido a que éstos son capaces de diferenciar el llanto de sus bebés cuando están enfermos (LaGasse et al., 2005 y Wolke et al., 2014)

Llanto Infantil Normal y Patológico

El LLI está compuesto por una serie de características acústicas y perceptivas como podrían ser la frecuencia fundamental o la melodía de la misma; los cambios en estas características se pueden categorizar en 3 apartados básicos según Mandujano-Valdés et al. (2013):

1. Variación del llanto del neonato bajo la normalidad, o al menos en ausencia de patología evidente, ante situaciones ambientales diversas. Se produce en el neonato (0-1 mes) y en el infante (1-24 meses).

La evidencia demuestra que a partir de los 2 meses hay cambios activos de la anatomía y, en consecuencia, la fisiología de la laringe (Fried et al., 1982; Sapienza et al., 2004);

a nivel madurativo a partir de esta edad existe mayor control de las vocalizaciones y por tanto mayor diferencia en los gritos (Jeyaraman et al. 2018).

2. Variaciones del llanto ante situaciones anormales: dolor, fiebre, estrés, es decir, extrínseca a los mecanismos neurales, como conducta seguramente de valor adaptativo en la evolución.
3. Variación del llanto de naturaleza intrínseca por alteraciones del sistema nervioso central o del aparato fonoarticulador o asociado con otras manifestaciones de alteración neurofisiológica: espasmo de berrinche, apnea nocturna, estridor laríngeo, alteraciones de la deglución.

Para poder clasificar estas variaciones del llanto, debemos describir cada uno de sus componentes y diferenciar cuando estos cambios entran dentro de los baremos de normalidad y cuando, en cambio, debemos considerarlos patológicos. Los componentes a observar son aspectos relacionados con la frecuencia, el tiempo, la melodía, el timbre y la intensidad.

Aspectos Relacionados con la Frecuencia

- Frecuencia fundamental (F0): es la frecuencia de vibración de las cuerdas vocales por la presión subglótica del aire espirado. Determina el tono (Mandujano-Valdés, et al., 2013).

El valor F0 promedio del LLI es de 450 Hz, con un rango de 400-600 Hz. Los gritos con valores extremos en el F0 se consideran patológicos. (Feier y Ena, 2014; Feier y Silea, 2016; Ruiz Díaz et al., 2012).

- Altura tonal máxima (*Fmax*): es el valor más alto de la F0. El límite máximo de la normalidad es 650 Hz, todo *Fmax* que supere esta cifra será considerado patológico (Mandujano-Valdés, et al., 2013).

- Altura tonal mínima (*Fmin*): es el valor más bajo de la F0. El mínimo normal es cercano a 400 Hz, todo llanto con una Fmin inferior será considerado patológico (Mandujano-Valdés, et al., 2013)
- Cambios súbitos de tono (*shift* y *glides*): estos se producen en fracciones inferiores a 0'1 segundos. Nos referimos con *shift* a un cambio de F0 de entre 100 Hz y 600 Hz y *glide* a un cambio de más de 600 Hz (Reyes-García et al., 2018). Estos son considerados patológicos cuando aparecen en más del 30% de las unidades de llanto (Ruiz Díaz et al., 2012) o cuando aparece un vibrato, es decir, cuatro o más variaciones ascendentes y descendentes seguidas en una unidad de llanto (ULL) (Arch-Tirano et al., 2006; Reyes-García et al., 2018; Mandujano-Valdés et al., 2013).

Aspectos Relacionados con el Tiempo

La detección de unidades de llanto mediante la eliminación o segmentación de intervalos de silencio es una de las técnicas de preprocesamiento conocidas en el análisis de clasificación del LLI (Jeyaraman et al.; 2018), donde la duración de una sola ULL se considera del final de una inspiración, al inicio de la siguiente.

Según Mandujano-Valdés et al. (2013) la duración promedio del llanto de casos sin patología es de 528 ms \pm 615. Se considera anormal el llanto que rebasa 2 desviaciones estándar, ya que no se guarda la relación con el tiempo de inspiración entre llantos. Puede haber llanto inspiratorio, del final de una ULL al inicio de la siguiente y, aunque no se cuenta con referentes cuantitativos, las pausas prolongadas entre ULL se consideran anormales, por lo que en la ola de llanto no patológica hay más sonidos que silencios (Ruiz Díaz et al., 2012).

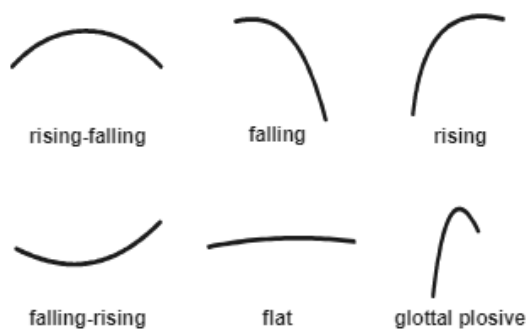
Aspectos Relacionados con la Melodía

Entendemos por melodía el cambio de la F0 a lo largo del tiempo (Benyó et al., 2009). Los tipos de melodía existentes son con curvas descendente, ascendente, ascendente-descendente, descendente-ascendente y plana (monótona). Las formas de melodía que prevalecen son ascendente y ascendente-descendente (Feier y Silea, 2016; Feier y Ena, 2014; y Ruiz Díaz et al., 2012).

El llanto monótono es anormal, así como la dificultad para mantener o recuperar el tono y timbre que caracteriza la fonación de cada sujeto, por lo tanto la forma de melodía del llanto patológico es descendente, descendente-ascendente o plana (Feier y Silea, 2016; Feier y Ena, 2014; Ruiz Díaz et al., 2012; Mandujano-Valdés et al., 2013).

Figura 1

Formas melódicas



Nota: grupo de formas melódicas según Schonweiler et al. en su artículo *Neuronal networks and self-organizing maps: new computer techniques in the acoustic evaluation of the infant cry* (1996).

Aspectos Relacionados con el Timbre

Al filtrar la señal del LLI básica en las regiones supraglóticas y en el aparato fonoarticulatorio, se producen las ondas que constituyen los armónicos que determinan el timbre de la voz; estos son múltiplos de la F0 (Mandujano-Valdés et al., 2013). Una mala calidad de voz en el llanto debido a la dispersión de los componentes armónicos y su incapacidad para sostener un tono armónico, apoya la hipótesis de que la pérdida de estabilidad armónica puede ser causada por una pérdida de control de la simetría entre los pliegues vocales derecho e izquierdo en un bebé con patología (Ruiz Díaz et al., 2012). Estos cambios de timbre no son trascendentes si se estabilizan durante 2.5 seg, aproximadamente (Mandujano-Valdés et al., 2013).

Según Josep María Vila, en su libro *Guía de intervención logopédica en la disfonía infantil* (2009), la posición alta de la laringe hasta los 3 meses de edad, obliga a que la respiración sea nasal, genera una voz sin armónicos graves, muy aguda, y con una sensación de nasalización.

Aspectos Relacionados con la Intensidad

Son pocos los autores que analizan la intensidad, pero Arch-Tirano et al. (2006) detectaron que una pérdida de la misma al final del periodo del LLI, era una característica del llanto patológico.

Análisis Acústico-Perceptivo

Para el análisis de voz tenemos diferentes tipos de evaluación: el análisis cuantitativo a través de métodos como las redes neuronales (Cano et al., 2002; 2006; 2010; Hariharan et al. 2012), la valoración con pruebas instrumentales, el análisis acústico-perceptivo, entre otros. A continuación trataremos este último.

El análisis perceptivo de la calidad vocal ha sido usado durante años por profesionales de la voz para sentar las bases de la intervención en trastornos de esta, debido a que tiene un coste bajo, es rápido, no intrusivo, confortable para el usuario y no requiere de una formación técnica sofisticada (Calaf, 2017).

Para hacer este análisis, antes debemos definir la calidad vocal. Neus Calaf en sus tesis doctoral "*Adaptació i validació d'una versió bilingüe del protocol consensus auditory-perceptual evaluation of voice*" (2017) basándose en la definición de la American National Standards Institute, describe la calidad vocal como el resultado de una interacción entre oyente y estímulo: esta calidad existe porque una persona escucha una voz.

Para ayudarnos a hacer este análisis, a lo largo de los años, se han creado diferentes escalas de evaluación vocal perceptivas que intentan objetivar, en la medida de lo posible, las características a valorar a través de atributos cualitativos; según Pinho y Pontes (2002) estas escalas pueden analizar:

- La fuente o señal laríngea: valoran las alteraciones de la vibración de la mucosa de las cuerdas vocales, es decir, la fuente glótica.
- El filtro o señal de salida: evalúan el paso de los armónicos producidos por la fuente glótica a través del tracto vocal, donde se produce un efecto de filtraje del sonido.

En la escala GRBAS (Grade Rough Breathy Asthenic Strained) de Hirano (1981) y en la escala RASAT (Pontes y Pinho, 2002) se hace una evaluación a nivel glótico. En la escala Vocal Profile Analysis (VPA) de Laver (1980), el CAPE-V (Consensus Auditory Perceptual

Evaluation of Voice) (ASHA, 2002), el Esquema de Hammarberg (1986) y el Buffalo Voice Profile (Wilson, 1987) se valora la calidad vocal tanto a nivel glótico como de filtraje.

Escalas de Evaluación Auditivo-Perceptivas de la Voz

A continuación, una pequeña descripción de cada una de las escalas citadas anteriormente:

- GRBAS (Hirano, 1981) es una escala donde se evalúan las características *grade* (grado general de la anormalidad de la voz), *rough* (rugosidad, que es la irregularidad de la vibración del pliegue vocal), *breathy* (aireado o impresión físico-acústica de la extensión de la fuga de aire a través de la glotis), *asthenic* (astenia, que representa debilidad o falta de fuerza en la voz) y *strained* (tenso, que representa una impresión psicoacústica de hiperfunción durante la fonación). Las definiciones se han extraído del trabajo de Webb et al. titulado “*The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia*” (2004). Esta escala se valora a través de puntuaciones escalares de 0 a 3 siendo 0 el valor de normalidad y 3 el de patología extrema.
- RASAT (Pontes y Pinho, 2002) es la traducción y adaptación de la escala GRBAS al portugués.
- VPA (Laver, 1980) es una escala donde se presentan 36 ítems divididos en 3 categorías: 25 describen el tracto vocal, 7 la fonación y 4 la características generales de tensión muscular. Opcionalmente, se pueden incluir características de prosodia y temporalidad. Cada ítem se describe con una condición “neutral” o estándar claramente definida; en el análisis, los ítems no neutros se deben clasificar usando una puntuación escalar de 1 a 6, donde las puntuaciones de 1 a 3 son alteraciones “moderadas” y del 4 al 6 “extremas”.

- CAPE-V (ASHA, 2002) indica 6 atributos de la calidad vocal que se deben evaluar en una escala analógica visual de 100 mm que presenta etiquetas de alteración leve, moderada y severa para ayudar al examinador en su valoración. Además, presenta dos espacios en blanco para que puedan ser rellenados con las características que el evaluador considere pertinentes.
- Esquema de Hammarberg (Hammarberg, 1986) es una escala donde se presentan 25 parámetros de calidad vocal, que se deben valorar por el examinador con una puntuación escalar de entre 0 y 5; siendo del 1 a 5 diferentes niveles de severidad de la alteración y 0 la ausencia de la misma.
- Buffalo Voice Profile (Wilson, 1987) se divide en 12 parámetros clasificados en una escala de intervalos de aparición de 5 puntos donde 1 es la normalidad y 5 es trastorno grave. Los parámetros evaluados son los siguientes: *laryngeal tone, laryngeal tension, vocal abuse, loudness, pitch, vocal inflections, pitch breaks, diplophonia, resonance, nasal emission, rate, and overall voice efficiency.*

Fiabilidad de la Evaluación Perceptiva

La evaluación auditivo-perceptiva presenta algunas características que podrían poner en peligro su fiabilidad como método de valoración. En primer lugar, depende de la subjetividad del oyente, la cual puede dar pie a errores y confusiones (Oates, 2009). Cada profesional evalúa la calidad vocal en función de sus propios parámetros internos que depende de sus experiencias previas (Sofranko y Prosek, 2012) y de su entrenamiento (Shewell, 1998). Por otro lado, la calidad vocal presenta una naturaleza altamente multidimensional, por lo que los evaluadores pueden tener dificultades para aislar dimensiones específicas debido a que tienden a estar interrelacionadas. La evaluación perceptiva es una tarea cognitivamente exigente debido a que además de la valoración en sí, comporta un proceso previo de

identificación y asimilación de diferentes aspectos de los estímulos. Una escala con menos categorías a evaluar requiere menos exigencias cognitivas y puede ayudar a que el juez de escucha esté más centrado (San Segundo y Mompean, 2017).

Además del evaluador, el contexto de evaluación también puede influir en el resultado; escuchar las muestras en un mismo espacio silencioso y usando siempre los mismo auriculares, puede ayudar a estabilizar estos estándares (Calaf, 2017).

Por último, las características de las grabaciones como el volumen, su duración o el orden en que se presentan al examinador puede afectar a su percepción. Si por ejemplo un juez escucha diversas muestras de voz poco alteradas y después se le presenta una muestra con una alteración moderada, esta puede ser percibida por el juez como más alterada de lo que la habría percibido en otras condiciones de escucha (Kreiman et al., 1992 en Calaf 2017).

La mayoría de escalas auditivo-perceptivas de calidad vocal existentes, basan su calificación en grados escalares a diferencia del CAPE-V (ASHA, 2002) que presenta una escala visual analógica a través de una línea de 100 milímetros donde el examinador debe poner una marca según el grado de afectación de cada atributo que crea que presente la muestra examinada. Karnell (2007) y Nerm (2012) demostraron que este tipo de método de evaluación presenta mayor sensibilidad para detectar cambios en la voz que una escala escalar.

Concluimos así que si se controlan algunas variables de las presentadas anteriormente, la evaluación perceptiva podría ser bastante fiable (Oates 2009).

Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es proponer un método de evaluación auditivo-perceptivo del llanto infantil para bebés de entre 0 y 2 meses de edad.

Los objetivos específicos de esta escala son los siguientes:

- Ofrecer al profesional una herramienta de *screening* para posibles alteraciones del sistema nervioso central.
- Plantear las bases para las futuras investigaciones sobre el análisis cualitativo del llanto infantil.

Diseño Metodológico

Este trabajo es un estudio cualitativo y metodológico de las escalas auditivo-perceptiva de la calidad vocal existentes para la creación de una única escala para el llanto infantil.

Participantes

Los participantes que han contribuido a este trabajo son 2 logopedas especializados en infantes:

- Esther Vallès, logopeda en el Hospital Vall d'Hebron, especialista en deglución neonatal y profesora en la Universidad Ramon Llull.
- Agustín Alfredo Culquicóndor, estudiante del último curso de logopedia en la Universidad Ramon Llull especialista en el llanto infantil.

Instrumentos

Los instrumentos que se han utilizado son las 6 escalas auditivo-perceptivas de calidad vocal existentes, expuestas anteriormente:

- GRBAS (Hirano, 1981)
- RASAT (Pontes y Pinho, 2002)
- Vocal Profile Analysis (Laver, 1980)
- Consensus Auditory Perceptual Evaluation of Voice (ASHA, 2002)
- Esquema de Hammarberg (Hammarberg et al., 1986)
- Buffalo Voice Profile (Wilson, 1987)

Procedimiento

Para crear la escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil (EPLI), la metodología se divide en 5 etapas.

La primera consiste en la extracción de características cualitativas con evidencia científica de tener una relación estadísticamente significativa con alteraciones del SNC. La lista es la siguiente:

- F0 (Feier y Silea, 2016; Feier y Ena, 2014; LaGasse et al. 2005; Ruiz Díaz et al., 2012)
- Inestabilidad y deficiencias melódicas consistentes en pérdida de la F0 (Arch-Tirado et al., 2006; LaGasse et al., 2005; Ruíz Díaz et al., 2012), es decir, *shift* y *glides*.
- Vibrato (Arch-Tirado et al., 2006; Reyes-García et al., 2018)
- Tipo de melodía (Feier y Silea, 2016; Feier y Ena, 2014; Mandujano-Valdés et al., 2013; Ruíz Díaz et al., 2012)
- Bifonación (Arch-Tirado et al., 2006; LaGasse et al., 2005)
- Pérdida de la intensidad del llanto al final del periodo. (Arch-Tirado et al., 2006)
- Modo de llanto causado por vibraciones ruidosas o inarmónicas de las cuerdas vocales (LaGasse et al., 2005) o rugosidad.
- Pérdida o limitación en la producción de armónicos por disminución de la presión subglótica o astenia (Arch-Tirado et al., 2006).
- Llantos explosivos (Arch-Tirado et al., 2006; LaGasse et al., 2005)
- Tiempo de ULL (Arch-Tirado et al., 2006; LaGasse et al., 2005)
- Tiempo de pausas entre ULL (LaGasse et al., 2005; Ruíz Díaz et al., 2012)

Una vez obtenidos todos los atributos que incluirá la escala, se compararon las etiquetas que le dan las seis escalas descritas anteriormente a los mismos atributos con tal de buscar los que mejor los definen debido a que un consenso de los términos utilizados para describir la disfonía y sus definiciones, podría contribuir a la validez y la popularidad del análisis auditivo-

perceptivo de las alteraciones de la voz (Oates, 2009). La tabla de comparación de las seis escalas se encuentra en la tabla 1 del apartado de tablas.

A continuación, hemos creado la escala a partir del resultado del proceso anterior y a través de una escala visual analógica debido a que este tipo de método presenta mayor sensibilidad, como habíamos mencionado anteriormente. Para los atributos que no se podían calificar con este tipo de escala, se han propuesto un juicio binario.

Además, se ha creado un documento donde se explica la finalidad y las aplicaciones de la escala, su origen y su descripción e instrucciones. El resultado final de esta primera propuesta de escala se encuentra en el anexo 1 dentro del apartado de anexos.

Por último, se le entregó la primera propuesta de escala a 2 profesionales quienes la valoraron y presentaron cambios para mejorarla. La etapa final de este trabajo fue la de incorporar estas mejoras presentadas a la primera propuesta de escala. Esta propuesta final se puede encontrar en el anexo 2 del apartado de anexos.

Resultados

A continuación se exponen las aportaciones hechas por los expertos sobre la EPLI.

Los primeros comentarios hacen referencia a los atributos seleccionados. Uno de los expertos comenta que el hecho de analizar la estabilidad de la intensidad es un buen atributo, pero debería incluir también si esta es alta, media o baja.

En el apartado de características tímbricas, sugiere añadir un ítem relacionado con los armónicos debido al valor que comporta al llanto su ausencia o abundancia. Por lo que propone un apartado donde poder comentarlo.

Respecto al término de llanto explosivo, el mismo experto considera que es bastante acertado, pero quizás la bibliografía hace referencia a plosiones glóticas y se debería cambiar por este término.

Sobre las características relacionadas con el tiempo agregan es un atributo que puede depender de más variables como el motivo del llanto. Si, por ejemplo, el llanto es debido a un dolor agudo, es probable que se alargue más en el tiempo; si en cambio, la muestra de llanto es tomada en un momento donde el bebé presenta un estado de somnolencia este llanto puede tener menos tiempo o ser a trompicones (Lagasse et al., 2005).

Para finalizar con el apartado de atributos vocales, los expertos plantean añadir el atributo de tipo de curva melódica.

Además, sugieren incorporar un apartado para el estado en que se encuentra el neonato en el momento de la exploración y si presenta algún tipo de alteración, ya sea leve como un resfriado que por sus secreciones puede comportar un cambio en la resonancia del llanto, o sea severa como una parálisis de cuerda vocal, una insuficiencia respiratoria, una displasia broncopulmonar o una alteración del nervio laríngeo recurrente que pueden comportar disminución de la presión aérea y dar como resultado un llanto soplado sin existir ninguna relación con alteraciones del SNC.

Otro aspecto que podría sesgar las frecuencias o la duración del LLI es el posicionamiento en decúbito supino debido a que si el bebé presenta hipotonía podría haber una ligera glosoptosis que entorpezca la salida de la voz.

Un experto comenta gran disconformidad con que el modo de extracción del llanto sea a través de un pellizco en el hueso calcáneo debido a que no sigue los estándares de Cuidados Centrados en el Desarrollo implantado en las unidades de neonatología en España desde 1999 (López Maestro, et al., 2014). Este experto sugiere que sea el examinador quien busque los momentos de llanto para analizarlos y no la provocación de los mismos.

También sugieren analizar un mínimo de tres veces al mismo neonato debido a que con una sola muestra puede ser insuficiente para obtener resultados significativos.

Para finalizar los resultados, los expertos resaltan la subjetividad que conlleva una escala EVA debido a que implica una gran capacidad auditiva y depende del entrenamiento del examinador.

Discusión

A continuación se discutirán los cambios sugeridos por los expertos, teniendo en cuenta la literatura científica encontrada.

El primer punto a tratar será la intensidad: uno de los expertos sugiere añadir un apartado donde se especifique si esta es baja, media o alta; la bibliografía, en cambio, no nos habla en ningún momento de que esto tenga un cambio significativo cuando nos encontramos delante de neonatos con alteraciones del SNC por lo que no se incluirá este ítem.

También aconsejan tener un espacio donde poder comentar la producción de armónicos y, siguiendo las aportaciones de Arch-Tirano et al. (2006) se añadirá un espacio en blanco con este fin además del atributo de astenia, añadido en la primera propuesta de escala. Siguiendo la línea del mismo autor y la recomendación del cambio de término “llanto explosivo” por “plosiones glóticas”, el nuevo término pasará a ser “explosiones glóticas”.

Para solucionar la disyuntiva de si el tiempo del llanto se encuentra alterado por el estado de somnolencia del bebé o por una alteración en el SNC, se añadirá un apartado donde se pregunte por la misma además de otro apartado donde se pregunten las alteraciones que presente el recién nacido en ese momento y el motivo del llanto.

Los expertos consultados plantean la adición del atributo “curva melódica” la cual se añadirá debido a que ha sido respaldada por los autores Feier y Silea (2016), Feier y Ena (2014), Ruiz Díaz et al. (2012), y Mandujano-Valdés et al. (2013) como otra característica que encontramos alterada cuando un infante presenta alteraciones en el SNC. Tenemos que tener en cuenta que este atributo puede comportar algunos problemas en el momento de su identificación debido a la gran complejidad que conlleva y la gran variedad de tipos que ha reportado la literatura (Ruiz Díaz et al., 2012). Es por esto que solo se añadirán cinco de los seis tipos de curvas melódicas básicas descritas por Schonweiler et al. (1996): ascendente-descendente, ascendente, descendente, descendente-ascendente y plana. La curva de plosión

glótica no será añadida en este apartado y se mantendrá en el de características tímbricas debido a la gran importancia de su evaluación, creemos que esta podría quedar enmascarada en la difícil tarea de describir la curva melódica del LLI. Además, manteniéndolo en características tímbricas, podremos saber su constancia.

Para finalizar los cambios respecto a la EPLI y minimizar la subjetividad que conlleva una escala EVA, proponemos como línea de futuro la creación de un banco de muestras para el entrenamiento de la administración de la escala final, tal y como ofrece el CAPE-V (ASHA, 2002). Según Iwarsson y Reinholt (2012) un entrenamiento específico mejora el calibrado, la equalización y la estabilización de los estándares internos de la evaluación.

Respecto a las indicaciones de la EPLI, siguiendo las recomendaciones de los expertos y consultando la bibliografía se harán los siguientes cambios:

La posición del bebé en el momento de la exploración pasará a ser semifowler en lugar de decúbito supino para evitar una posible glosoptosis secundaria a una hipotonía.

Será el experto quien deberá buscar los momentos de llanto y no aplicará un pellizco en el hueso calcáneo para seguir los estándares de Cuidados Centrados en el Desarrollo.

Se realizará la evaluación un mínimo de tres veces para asegurar que los resultados son significativos.

La versión mejorada de la EPLI se encuentra en el anexo 2 del apartado de anexos.

Conclusiones

Como hemos visto a lo largo de este trabajo, el LLI es un fenómeno complejo que requiere un esfuerzo coordinado de varias regiones cerebrales y está relacionado con la respiración y el mecanismo pulmonar (Mandujano-Valdés, et al., 2013). Algunas de sus características reflejan el desarrollo y la integridad del SNC (LaGasse et al., 2005) la cual podríamos aprovechar los profesionales de la salud para utilizar como método de detección precoz de posibles alteraciones. Con este objetivo en mente y siempre respaldados por la bibliografía científica, la EPLI ha sido creada para mejorar la calidad de vida del neonato.

Limitaciones

Debido al corto periodo de tiempo disponible para la creación de este trabajo, la validación profesional que se pretendía realizar se vio reducida a dos profesionales, uno de los cuales es un estudiante y compañero del último curso del grado en logopedia que ha hecho un análisis acústico del llanto infantil de bebés de entre 0 y 2 meses de edad como trabajo de final de grado. Este hecho comporta poca comprobación de qué tan factible sería pasar una evaluación de este estilo en una sala de neonatología, lugar donde probablemente se encuentren los recién nacidos candidatos para la EPLI.

La otra profesional consultada, es una experta que en su día a día escucha a muchos bebés llorar y por tanto sabe qué características debe mirar y cuáles podrían ser las complicaciones de la pasación de esta evaluación, aún así, para tener un mínimo de validación profesional, se debería haber recogido la opinión de al menos, cinco expertos más.

Repercusiones en el **Ámbito Profesional**

A pesar de las barreras que se han presentado y si las líneas de futuro se llevan a cabo, la EPLI podría tener repercusiones positivas tanto para el propio paciente como para la diversas profesiones relacionadas con la voz o los neonatos.

Una de las repercusiones sería la obtención de una herramienta rápida de *screening* de la integridad del SNC que podría ayudar en la detección e intervención precoz de estas alteraciones.

Este instrumento podría ser común para diferentes profesionales: médicos neonatólogos, neurólogos y comadronas, por su gran conocimiento del neonato y su SNC; y médicos foniatras, otorrinolaringólogos y logopedas debido a que son quienes más han trabajado su capacidad y sensibilidad auditiva.

Líneas de Futuro

Debido a las limitaciones con las que nos hemos encontrado durante la realización de este trabajo, han quedado abiertas muchas líneas de futuro para la mejora del mismo:

- La validación de la propuesta ante una comisión ética que asegure los derechos y el bienestar del infante.
- Un análisis factorial de atributos de calidad vocal con varios especialistas en el tema por si pudieran surgir términos más adecuados para las características analizadas.
- La validación de la fiabilidad de la escala, a partir de una investigación de la misma con un número significativo de muestras.
- Creación de un banco de muestras para el entrenamiento específico de la escala, con el objetivo de mejorar el calibrado, la ecualización y la estabilización de los estándares internos de la evaluación.
- Relacionar los resultados del análisis cualitativo con los de un análisis cuantitativo de muestras de llanto.

Agradecimientos

A Esther Vallès, gran logopeda y profesora sin la cual la idea principal de este trabajo, el estudio del llanto infantil desde una perspectiva logopédica, no habría surgido. Es un auténtico placer verla trabajar y tenerla como referencia en la profesión.

A Laura González Sanvisens, mi tutora en este trabajo de final de grado, por la guía y ayuda continua durante mi paso por la facultad, en especial, en el proceso de elaboración de este trabajo.

A Agustín Alfredo Culquicóndor por ser un gran compañero en esta investigación y mejor amigo fuera de ella.

A mis amigas de la universidad, por el apoyo diario y las ideas que iluminaban los tramos grises.

Y por último, a mi familia, en especial a mis padres y hermanos, por darme vida cada día que comparto con ellos.

Referencias

- Arch-Tirado, E., Verduzco-Mendoza, A., Mandujano Valdés, M., Reyes-García, C. A., Alfaro-Rodríguez, A., Sánchez, M. D. C., Martínez-Cruz, C. F. y Taboada-Picazo, V. (2006). Análisis del llanto en niños hipoacúsicos y normoyentes de 0 a 2 años de edad. *Salud mental*, 29(6), 31-38.
- ASHA. (2006). *Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). Special Interest Division 3, Voice and Voice Disorders*. Extraído de: <https://www.asha.org/siteassets/uploadedfiles/asha/sig/03/cape-v-procedures-and-form.pdf>
- Benyó, Z., Várallyay, G. Jr. e Illényi, A. (2009). *Melody analysis in the newborn infant cries*. MAVEBA, 11-14.
- Calaf, N. (2017). *Adaptació i validació d'una versió bilingüe (català/castellà) del protocol Consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V) per a l'avaluació clínica de la qualitat vocal*. [Tesis doctoral]. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Cano-Ortiz, S. D., Escobedo-Beceiro, D. I., Reyes-García, C. A., Regueiferos-Prego, L., y Capdevila-Bravo, L. (2010). El enfoque multilateral para el problema de la clasificación del llanto infantil con fines diagnósticos. *Ciencia en su PC*, (3), 96-108.
- Feier, F., y Silea, I. (2016). A Novel Approach on the Newborns' Cry Analysis Using Professional Recording and Feature Extraction from the "First Cry" with LabVIEW. *International Workshop Soft Computing Applications*, 363-372. doi:10.1007/978-3-319-18296-4_30

- Feier, F., Enătescu, I., Ilie, C., y Silea, I. (2014). *Newborns' cry analysis classification using signal processing and data mining*. En International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, pp. 880-885. IEEE.
- Fried, M. P., Kelly, J. H., y Strome, M. (1982). Comparison of the adult and infant larynx. *J Fam Pract*, 15(3), 557-558.
- Hammarberg, B., Fritzen, B., Gauffin, J., y Sundberg, J. (1986). Acoustic and perceptual analysis of vocal dysfunction. *Journal of phonetics*, 14(3-4), 533-547.
- Hariharan, M., Sindhu, R., y Yaacob, S. (2012). Normal and hypoacoustic infant cry signal classification using time–frequency analysis and general regression neural network. *Computer methods and programs in biomedicine*, 108(2), 559-569. doi: 10.1016/j.cmpb.2011.07.010
- Hirano, M. (1981). *Psycho-acoustic evaluation of voice: GRBAS scale for evaluating the hoarse voice*. Clinical Examination of Voice.
- Iwarsson, J., y Petersen, N. R. (2012). Effects of consensus training on the reliability of auditory perceptual ratings of voice quality. *Journal of Voice*, 26(3), 304-312. doi: 10.1016/j.jvoice.2011.06.003
- Jeyaraman, S., Muthusamy, H., Khairunizam, W., Jeyaraman, S., Nadarajaw, T., Yaacob, S., y Nisha, S. (2018). A review: survey on automatic infant cry analysis and classification. *Health and Technology*, 8(5), 391-404. doi: 10.1007/s12553-018-0243-5
- Karnell, M.P., Melton, S.D., Childes, J.M., Coleman, T.C., Dailey, S.A. y Hoffman, H.T. (2007). Reliability of clinician-based (GRBAS and CAPE-V) and patient-based (V-

- RQOL and IPVI) documentation of voice disorders. *Journal of Voice*, 21(5), 576–590.
doi: 10.1016/j.jvoice.2006.05.001
- LaGasse, L. L., Neal, A. R., y Lester, B. M. (2005). Assessment of infant cry: acoustic cry analysis and parental perception. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 11(1), 83-93. doi: 10.1002/mrdd.20050
- Laver, J., Wirz, S., Mackenzie, J., y Hiller, S. (1981). A perceptual protocol for the analysis of vocal profiles. *Edinburgh University Department of Linguistics Work in Progress*, 14, 139-155.
- Maestro, M. L., Bonis, A. M., de la Cruz-Bertolo, J., López, J. P., Peña, R. M., y Alonso, C. P. (2014). Cuidados centrados en el desarrollo. Situación en las unidades de neonatología de España. En *Anales de pediatría*, 81(4), 232-240. doi: 10.1016/j.anpedi.2013.10.043
- Mandujano, M., Arch-Tirado, E., Verduzco, A., Reyes-García, C. A., Pereira, L., y Sánchez, C. (2013). Lo normal y lo anormal en el llanto del neonato y del infante. *Ciencias Clínicas*, 14(1), 12-20.
- Nemr, K., Simoes-Zenari, M., Cordeiro, G. F., Tsuji, D., Ogawa, A. I., Ubrig, M. T., y Menezes, M. H. M. (2012). GRBAS and Cape-V scales: high reliability and consensus when applied at different times. *Journal of voice*, 26(6), 812-817. doi: 10.1016/j.jvoice.2012.03.005
- Oates, J. (2009). Auditory-perceptual evaluation of disordered voice quality. *Folia Phoniátrica et Logopaedica*, 61(1), 49-56. doi: 10.1159/000200768
- Cano Ortiz, S. D., Escobedo Beceiro, D. I., Torres Alberto, M., y Castillo, A. (2002). *Análisis preliminar de los resultados de una clasificación de unidades de llanto infantil según*

tres arquitecturas de redes neuronales. En International Conference on Telecommunication, Electronics and Control, 8, 1.

Cano Ortiz, S. D., Suaste, I., y Escobedo Beceiro, D. I. (2006). *Nueva estrategia para parametrización del llanto usando coeficientes MFCC*. FIE

Parvizi, J., Anderson, S. W., Martin, C. O., Damasio, H., y Damasio, A. R. (2001). Pathological laughter and crying: a link to the cerebellum. *Brain*, 124(9), 1708-1719. doi: 10.1093/brain/124.9.1708

Pinho, S. R. y Pontes, P. (2002). Escala de avaliação perceptiva da fonte glótica: RASAT. *Vox Brasilis*, 3(1), 11-3.

Reyes-García, C. A., Torres-García, A. A., y Ruiz-Díaz, M. A. (2018). Extracción de Características Cualitativas del Llanto de Bebé y su Clasificación para la Identificación de Patologías Utilizando Modelos Neuro-Difusos. En *Memorias del Congreso Nacional de Ingeniería Biomédica*, 5(1), 106-109.

Ruíz Díaz, M. A., Reyes García, C. A., Altamiro Robles, L. C., Xalteno Altamirano, J. E., y Verduzco Mendoza, A. (2012). Automatic infant cry analysis for the identification of qualitative features to help opportune diagnosis. *Biomedical Signal Processing and Control*, 7(1), 43-49. doi: 10.1016/j.bspc.2011.06.011

San Segundo, E. y Mompean, J. A. (2017). A simplified vocal profile analysis protocol for the assessment of voice quality and speaker similarity. *Journal of Voice*, 31(5), 644.e11-644.e27. doi: 10.1016/j.jvoice.2017.01.005

- Sapienza, C. M., Ruddy, B. H., y Baker, S. (2004). Laryngeal structure and function in the pediatric larynx. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 35(4), 299-307. doi: 10.1044/0161-1461(2004/029)
- Schönweiler, R., Kaese, S., Möller, S., Rinscheid, A., y Ptok, M. (1996). Neuronal networks and self-organizing maps: new computer techniques in the acoustic evaluation of the infant cry. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*, 38(1), 1-11. doi: 10.1016/s0165-5876(96)01389-4
- Shewell, C. (1998). The effect of perceptual training on ability to use the vocal profile analysis scheme. *International journal of language & communication disorders*, 33(S1), 322-326. doi: 10.3109/13682829809179444
- Sofranko, J. L. y Prosek, R. A. (2012). The Effect of Experience on Classification of Voice Quality. *Journal of Voice*, 26(3), 299–303. doi:10.1016/j.jvoice.2011.07.003
- Wilkins, J. H. y Carter, R. B. (1838). *The Music of Nature: Or, An Attempt to Prove that what is Passionate and Pleasing in the Art of Singing, Speaking, and Performing Upon Musical Instruments, is Derived from the Sounds of the Animated World*. Franklin Classics
- Vila Rovira, J. M. (2009). *Guía de intervención logopédica en la disfonía infantil*. Síntesis.
- Webb, A. L., Carding, P. N., Deary, I. J., MacKenzie, K., Steen, N., y Wilson, J. A. (2004). The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology and Head & Neck*, 261(8), 429-434. doi: 10.1007/s00405-003-0707-7
- Wilson, D. K. (1987). *Buffalo III Voice Screening Profile*.

Wolke, D., Eryigit-Madzwamuse, S., & Gutbrod, T. (2014). Very preterm/very low birthweight infants' attachment: infant and maternal characteristics. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, 99(1), F70-F75. doi: 10.1136/archdischild-2013-303788

Tablas

Tabla 1 Comparación del etiquetado de atributos en seis escalas auditivo-perceptivas

	GRBAS (1981)	RASAT (2002)	B-CC CAPE-V (2017)	VPA (1980)	Esquema de Hammarberg (1986)	Buffalo Voice Profile(1987)
F0	-	-	Tono	-	Pitch	Pitch
Estabilidad de F0	-	-	Inestabilidad en el tono	-	Unstable pitch	Pitch breaks
Vibrato	-	-	-	-	-	-
Diplofonía	-	-	Diplofonía	-	Diplophonia	Diplophonia
Estabilidad de la intensidad	-	-	Inconsistencia del volumen	-	-	-
Rugosidad	<i>Rough</i>	Aspereza	Voz rugosa	Harsh	Rough, raucous	Harsh
Astenia	<i>Asthenic</i>	Astenia	Astenia	Lax larynx	Hypofunctional	Hypotension
Llanto soplado	<i>Breathy</i>	Soprosidade	Voz soplada	Whispery	Breathy	Breathy
Constricción	<i>Strained</i>	Tensão	Voz tensa	Tense larynx	Hyperfunctional , strained, tense	Hypertension
Llanto explosivo	-	-	-	-	Hard glottal attacks	-
Tiempo de ULL	-	-	-	-	-	-
Tiempo entre ULL	-	-	-	-	-	-

Nota: en esta tabla hemos buscado cómo llama cada una de las 6 escalas analizadas a los atributos descritos por la comunidad científica como significativos del llanto infantil.

Tabla 2 Características del llanto infantil asociadas a potenciales problemas del Sistema Nervioso Central

Medical Condition	Study	Cry Characteristics
Low birth weight (<2500 g), small for gestation	Michelsson, [1971]	↑ duration, ↓ f0
Low birth weight (<2500 g), prematurity	Michelsson, [1971]	↑ f0, ↑ f0 instability (biphonation)
Prematurity	Michelsson et al., [1983]	↑ f0, ↓ duration
Preterm infants	Lester, [1987]	↑ f0, ↑ f0 variability, ↓ F1 variability, ↓ amplitude associated with ↓ BSID (18 mo) ↑ f0 variability, ↑ F1, ↓ amplitude with ↓ cognitive scores (McCarthy, 60 mo)
Preterm infants	Corwin et al., [1992]	↑ short cry utterances with ↓ developmental outcome (30 mo)
Hyperbilirubinemia	Koivisto, et al., [1970]	↑ f0, ↓ duration, ↓ latency, ↑ f0 instability (biphonation and bifurcation)
Hyperbilirubinemia	Wasz-Hockert et al., [1971]	↓ latency, ↓ duration, ↑ f0, ↑ f0 variability
Hyperbilirubinemia	Golub and Corwin, [1982]	Unstable glottic function [mode changes]
Hyperbilirubinemia	Vohr et al., [1989]	↑ F1 variability, ↑ phonation
Lead exposure	Rothenberg et al., [1995]	Low % nasalization, ↓ number of cries, ↑ f0
Prenatal opiate exposure	Blinick et al., [1971]	↑ f0, increased likelihood of abnormal cries
Prenatal opiate exposure	Corwin et al., [1987]	↑ hyperphonation, ↑ short utterances, ↑ f0, ↑ duration of 1st cry utterance associated with withdrawal symptoms
Prenatal opiate exposure	Lester et al., [2002]	↑ short utterances, ↑ hyperphonation
Prenatal cocaine exposure	Corwin et al., [1992]	↓ cry utterances, ↑ short cry utterances, ↓ hyperphonation
Prenatal cocaine exposure	Lester et al., [1991]	Direct effects (excitation) ↑ duration, ↑ f0, ↑ F1, ↑ F1 variability; Indirect effects via growth retardation (depression) ↑ latency, ↓ utterances, ↓ amplitude, ↑ dysphonation
Prenatal cocaine exposure	Lester et al., [2002]	↑ f0, ↓ F2, ↑ dysphonation, ↑ amplitude, ↑ duration 2 nd utterance
Prenatal marijuana exposure	Lester and Dreher, [1989]	Shorter cries, ↑ dysphonation, ↑ f0, ↑ f0 variability, ↓ F1
Prenatal marijuana exposure	Lester et al., [2002]	↑ mode changes, ↑ F2
Prenatal alcohol exposure	Nugent et al., [1996]	↑ dysphonation, ↑ F1
Prenatal alcohol exposure	Lester et al., [2002]	↓ threshold, ↑ hyperphonation, ↓ F1
Prenatal tobacco exposure	Nugent et al., [1996]	↑ f0, ↑ F2, ↑ F2 variability
Prenatal methamphetamine exposure	LaGasse et al., [2004]	↓ threshold, ↑ variability in f0, ↑ variability in amplitude, ↑ mode changes, ↑ dysphonation, ↑ short utterances, ↑ variability in dysphonation

Nota: tabla extraída del artículo LaGasse, L. L., Neal, A. R., & Lester, B. M. (2005). Assessment of infant cry: acoustic cry analysis and parental perception. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, 11(1), 83-93.

Anexos

Anexo 1 *Primera propuesta de escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil*

Escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil (EPLI)

Muestra: _____ Fecha de la evaluación: _____

Leyenda: C = Constante I = Intermitente
 LE = Alteración Leve
 MO = Alteración Moderada
 SE = Alteración Severa
 AL = Alteración
 BR = Breve PL = Prolongado

1. Características relacionadas con la F0

F0 _____ C I
 400 Hz 450 Hz 650 Hz

Estabilidad de F0 _____ C I ___/100
 Shift Glide

Vibrato no sí C I

Diplofonía no sí C I

2. Característica relacionada con la intensidad

Estabilidad de la intensidad _____ C I ___/100
 LE MO SE

Inicio Medio Final

3. Características tímbricas

Rugosidad _____ C I ___/100
 LE MO SE

Constricción _____ C I ___/100
 LE MO SE

Astenia _____ C I ___/100
 LE MO SE

Llanto soplado _____ C I ___/100
 LE MO SE

Llanto explosivo _____ C I ___/100
 LE MO SE

4. Características relacionadas con el tiempo

Tiempo de ULL _____ C I
 AL 528ms AL

Tiempo entre ULL _____ C I ___/100
 BR PL

Examinador/a: _____

Escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil (EPLI)

Desarrollada por María Andreina Escalona Reyes (2021)

FINALIDAD Y APLICACIONES

La escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil (EPLI) ha sido desarrollada como una herramienta para la valoración auditivo-perceptiva del llanto infantil (LLI) de bebés de entre 0 y 2 meses de edad. Su finalidad es la de describir los atributos perceptivos del LLI que se han demostrado que están relacionados con alteraciones del Sistema Nervioso Central (SNC).

Esta escala no pretende ser una herramienta de detección ni diagnóstico de alteraciones del SNC si no un instrumento que alerte al examinador de posibles patologías para su posterior evaluación por parte del profesional especialista.

ORIGEN

La EPLI se ha desarrollado a partir de una investigación sobre el LLI realizada por dos alumnos del último curso del grado de logopedia. Los atributos escogidos son los que la comunidad científica ha evidenciado tener una relación estadísticamente significativa con alteraciones del SNC.

La EPLI es un producto inicial que se deberá mejorar a partir de un análisis factorial de atributos de calidad vocal en próximas investigaciones con la ayuda de un amplio número de logopedas especializados en neonatos. Y la posterior validación de su eficacia a través de la evaluación de muestras de LLI.

DESCRIPCIÓN E INSTRUCCIONES

Descripción general de la herramienta:

La EPLI muestra los atributos perceptivos del LLI divididos en cuatro grupos. Los grupos son: (1) características relacionadas con la frecuencia fundamental (F0), (2) característica relacionada con la intensidad, (3) características tímbricas y (4) características relacionadas con el tiempo.

Los atributos que constituyen cada grupo de características son los siguientes:

1. Características relacionadas con la F0: frecuencia fundamental, estabilidad de la F0, vibrato y diplofonía.
2. Característica relacionada con la intensidad: estabilidad de la intensidad.

3. Características tímbricas: rugosidad, constricción, astenia, llanto soplado y llanto explosivo.
4. Características relacionadas con el tiempo: tiempo de unidad de llanto (ULL) y tiempo entre unidades de llanto.

En la EPLI, a la derecha de cada atributo se encuentran las letras “C” e “I” que representan la presencia “constante” o “intermitente” de los atributos del LLI. El examinador deberá rodear la letra que mejor describa la consistencia del atributo evaluado a lo largo de todo el llanto.

La EPLI presenta algunas de sus características acompañadas de una línea de 100 milímetros formando una escala visual analógica (EVA), donde el clínico indica el grado de desviación de la normalidad percibida en cada atributo a través de una marca. Los extremos de la escala no están etiquetados. Las regiones generales indicadas bajo cada escala ayudan al examinador en la emisión de juicios perceptivos; estas son: LE = Alteración leve; MO = Alteración moderada; SE = Alteración Severa.

Para otros atributos, la EPLI presenta una juicios binarios de respuesta “sí” y “no”. Para la evaluación de la F0 se presenta la misma línea de 100 milímetros, con unas etiquetas debajo que presentan el rango de frecuencias de la normalidad según Mandujano-Valdés et al. (2013). La estabilidad de la F0 debajo de la línea, presenta las etiquetas de *shift* y *glide*. La estabilidad de la intensidad, además de la EVA presenta unas casillas que el examinador deberá marcar según el momento de la ULL donde se presente la inestabilidad de la intensidad.

El atributo de tiempo de ULL presenta la etiqueta de la normalidad media del tiempo que dura una ULL según Mandujano-Valdés et al. (2013) y a los lados una etiqueta de AL representando alteración, a la derecha por superar los límites de la normalidad y a la izquierda por no alcanzarlos. El tiempo entre unidades de llanto, además de presentar la EVA presenta debajo de la línea las etiquetas de BR y PL en referencia a breve y prolongado.

Aclaraciones de los atributos vocales

1. Características relacionadas con la F0
 - a. **F0:** esta escala indica si la frecuencia fundamental se encuentra dentro de los límites de la normalidad.
 - b. **Estabilidad de la F0:** en esta escala nos referimos con *shift* a un cambio de F0 de entre 100 Hz y 600 Hz y con *glide* a un cambio de más de 600 Hz.

- c. **Vibrato:** esta escala mira la presencia o no de una serie de ondas con al menos cuatro movimientos de ascenso y descenso en la frecuencia fundamental.
2. Características relacionadas con el tiempo
- a. **Tiempo de ULL:** la normalidad entendida en esta escala comprende una media de 528ms y dos desviaciones típicas por encima y por debajo de la misma (DT = 615 ms)

Recopilación de datos

El bebé debe estar en posición decúbito supino. El micrófono debe situarse a unos 30 centímetros de los labios del bebé. El llanto será provocado a través de estimulación manual, en concreto, con un pellizco en el hueso calcáneo del pie. Ha de haber un sincronismo entre la aplicación de la estimulación manual y el inicio de la grabación del llanto.

Puntuación de los datos

Se deberá utilizar un formulario EPLI para cada individuo evaluado. El examinador deberá marcar en la EVA su juicio sobre cada atributo presentado y contestar los juicios binarios.

Una vez completadas todas las calificaciones, el examinador deberá medir las calificaciones de cada escala empezando por el extremo izquierdo hasta la marca hecha por el mismo. Se deberán indicar a la derecha los milímetros cualificados en proporción a los 100 mm totales que mide cada escala.

Anexo 2 *Propuesta final de escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil*

Escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil (EPLI)

Paciente: _____ **Fecha de nacimiento:** __ / __ / ____

Características: _____ **Estado general:** _____

Motivo del llanto: _____

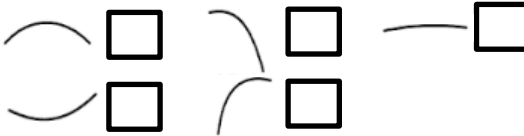
Leyenda: C = Constante I = Intermitente
 LE = Alteración Leve
 MO = Alteración Moderada
 SE = Alteración Severa
 AL = Alteración
 BR = Breve PL = Prolongado

1. Características relacionadas con la F0

F0 _____ C I
 400 Hz 450 Hz 650 Hz

Estabilidad de F0 _____ C I __/100
 Shift Glide

Vibrato no sí C I Curva melódica

Diplofonía no sí C I 

2. Característica relacionada con la intensidad

Estabilidad de la intensidad _____ C I __/100
 LE MO SE
 Inicio Medio Final

3. Características tímbricas

Rugosidad _____ C I __/100
 LE MO SE

Constricción _____ C I __/100
 LE MO SE

Astenia _____ C I __/100
 LE MO SE

Llanto soplado _____ C I __/100
 LE MO SE

Explosiones glóticas _____ C I __/100
 LE MO SE

Comentarios adicionales: _____

4. Características relacionadas con el tiempo

Tiempo de ULL _____ C I
 AL 528ms AL

Tiempo entre ULL _____ C I __/100
 BR PL

Examinador/a: _____

Fecha: __ / ____ / ____

Escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil (EPLI)

Desarrollada por María Andreina Escalona Reyes (2021)

FINALIDAD Y APLICACIONES

La escala auditivo-perceptiva para la evaluación del llanto infantil (EPLI) ha sido desarrollada como una herramienta para la valoración auditivo-perceptiva del llanto infantil (LLI) de bebés de entre 0 y 2 meses de edad. Su finalidad es la de describir los atributos perceptivos del LLI que se han demostrado que están relacionados con alteraciones del Sistema Nervioso Central (SNC).

Esta escala no pretende ser una herramienta de detección ni diagnóstico de alteraciones del SNC si no un instrumento que alerte al examinador de posibles patologías para su posterior evaluación por parte del profesional especialista.

ORIGEN

La EPLI se ha desarrollado a partir de una investigación sobre el LLI realizada por dos alumnos del último curso del grado de logopedia. Los atributos escogidos son los que la comunidad científica ha evidenciado tener una relación estadísticamente significativa con alteraciones del SNC.

La EPLI es un producto inicial que se deberá mejorar a partir de un análisis factorial de atributos de calidad vocal en próximas investigaciones con la ayuda de un amplio número de logopedas especializados en neonatos. Y la posterior validación de su eficacia a través de la evaluación de muestras de LLI.

DESCRIPCIÓN E INSTRUCCIONES

Descripción general de la herramienta:

Antes de empezar la evaluación del llanto, se deberán recoger datos del paciente como su nombre, fecha de nacimiento, patologías o síntomas recogidos bajo el nombre “características”, el estado general del paciente y el motivo del llanto.

La EPLI muestra los atributos perceptivos del LLI divididos en cuatro grupos. Los grupos son: (1) características relacionadas con la frecuencia fundamental (F0), (2) característica relacionada con la intensidad, (3) características tímbricas y (4) características relacionadas con el tiempo.

Los atributos que constituyen cada grupo de características son los siguientes:

1. Características relacionadas con la F0: frecuencia fundamental, estabilidad de la F0, vibrato, diplofonía y curva melódica.
2. Característica relacionada con la intensidad: estabilidad de la intensidad.
3. Características tímbricas: rugosidad, constricción, astenia, llanto soplado y explosiones glóticas.
4. Características relacionadas con el tiempo: tiempo de unidad de llanto (ULL) y tiempo entre unidades de llanto.

En la EPLI, a la derecha de cada atributo se encuentran las letras “C” e “I” que representan la presencia “constante” o “intermitente” de los atributos del LLI. El examinador deberá rodear la letra que mejor describa la consistencia del atributo evaluado a lo largo de todo el llanto.

La EPLI presenta algunas de sus características acompañadas de una línea de 100 milímetros formando una escala visual analógica (EVA), donde el clínico indica el grado de desviación de la normalidad percibida en cada atributo a través de una marca. Los extremos de la escala no están etiquetados. Las regiones generales indicadas bajo cada escala ayudan al examinador en la emisión de juicios perceptivos; estas son: LE = Alteración leve; MO = Alteración moderada; SE = Alteración Severa.

Para otros atributos, la EPLI presenta juicios binarios de respuesta “sí” y “no”. Para la evaluación de la F0 se presenta la misma línea de 100 milímetros, con unas etiquetas debajo que presentan el rango de frecuencias de la normalidad. La estabilidad de la F0 debajo de la línea presenta las etiquetas de *shift* y *glide*. La estabilidad de la intensidad, además de la EVA presenta unas casillas que el examinador deberá marcar según el momento de la ULL donde se presente la inestabilidad de la intensidad.

Dentro del atributo curva melódica se deberá marcar cuál de los cinco tipos de curvas melódicas básicas descritas por Schonweiler et al. en su artículo *Neuronal networks and self-organizing maps: new computer techniques in the acoustic evaluation of the infant cry* (1996), se ajusta más a la curva melódica del paciente evaluado.

El atributo de tiempo de ULL presenta la etiqueta de la normalidad media del tiempo que dura una ULL y a los lados una etiqueta de AL representando alteración, a la derecha por superar los límites de la normalidad y a la izquierda por no alcanzarlos. El tiempo entre unidades de llanto, además de presentar la EVA presenta debajo de la línea las etiquetas de BR y PL en referencia a breve y prolongado.

Aclaraciones de los atributos vocales

Características relacionadas con la F0

- F0: esta escala indica si la frecuencia fundamental se encuentra dentro de los límites de la normalidad.
- Estabilidad de la F0: en esta escala nos referimos con *shift* a un cambio de F0 de entre 100 Hz y 600 Hz y con *glide* a un cambio de más de 600 Hz.
- Vibrato: esta escala mira la presencia o no de una serie de ondas con al menos cuatro movimientos de ascenso y descenso en la frecuencia fundamental.
- Curvas melódicas: los cinco tipos de curvas melódicas de izquierda a derecha y de arriba abajo son ascendente-descendente, descendente, plana, descendente-ascendente y ascendente.

Características relacionadas con el tiempo

- Tiempo de ULL: la normalidad entendida en esta escala comprende una media de 528ms y dos desviaciones típicas por encima y por debajo de la misma ($DT = 615 \text{ ms}$)

Recopilación de datos

El bebé debe estar en posición semifowler. El micrófono debe situarse a unos 30 centímetros de los labios del bebé. Ha de haber un sincronismo entre el inicio del llanto y el inicio de la grabación de este. Se deberá hacer la evaluación con un mínimo de tres muestras de llanto.

Puntuación de los datos

Se deberá utilizar un formulario EPLI para cada individuo evaluado. El examinador deberá marcar en la EVA su juicio sobre cada atributo presentado y contestar los juicios binarios.

Una vez completadas todas las calificaciones, el examinador deberá medir las cualificaciones de cada escala empezando por el extremo izquierdo hasta la marca hecha por el mismo. Se deberán indicar a la derecha los milímetros cualificados en proporción a los 100 mm totales que mide cada escala.

Si los resultados salen de la normalidad, se deberá consultar a un especialista para comprobar la integridad del sistema muscular, del SNC y del sistema respiratorio del paciente.