

## Tratamiento de la nasalidad transpalatal en un caso complejo con trastorno fonológico

Alberto Pascual-Soriano<sup>1</sup>, José Fco. Cervera-Mérida<sup>2</sup>

Recibido 8 de diciembre de 2020 / Primera revisión 27 de enero de 2021 / Aceptado 23 de marzo de 2021

**Resumen.** Se presenta el proceso de evaluación e intervención logopédica en una niña de 9 años con hipernasalidad y dificultades fonológicas perceptivas y expresivas. Se evaluó el nivel fonético y fonológico del lenguaje, el timbre nasal mediante nasometría, la integridad funcional de las estructuras velopalatofaríngeas y la audición. La paciente pronunciaba los sonidos [d], [l] y [t] muy distorsionados y con características de [n], al tiempo que no era capaz de distinguirlos de la consonante nasal. La configuración de su cavidad oral y su base articulatoria idiosincrática favorecía el fenómeno de nasalidad transpalatal: presencia excesiva de resonancia nasal durante la emisión de sonidos no nasales en ausencia de disfunción velofaríngea. Para el abordaje de la hipernasalidad se aplicó un tratamiento intensivo con la herramienta de biofeedback visual Nasometer II, como recomienda la literatura existente para los casos de nasalidad de origen funcional. El tratamiento fue eficaz para el control voluntario de la reducción de la hiperrinolalia, pero no fue efectivo debido a que la paciente no fue capaz de reducir el timbre nasal en el uso espontáneo del habla.

**Palabras clave:** Nasalidad, nasalidad transpalatal, trastornos fonológicos, Nasometer

### [en] Treatment of transpalatal nasality in a complex case with phonological disorder

**Abstract.** The purpose of this case study was to describe the process of assessment and speech therapy intervention over a 9-year-old girl with hypernasality and phonological difficulties of perceptual and expressive nature. The phonetic and phonological level of the language, the nasal timbre through nasometry, the functional integrity of the velopalatopharyngeal structures and the hearing were assessed. The patient had a very distorted pronunciation of the sounds [d], [l] and [t] with characteristics of [n], while not being able to distinguish them from the nasal consonant. The configuration of her oral cavity and her idiosyncratic articulatory base favored the phenomenon of transpalatal nasality: excessive presence of nasal resonance during the emission of non-nasal sounds in the absence of velopharyngeal dysfunction. An intensive treatment with the Nasometer II visual biofeedback tool was applied for the hypernasality interventional approach, as recommended by the existing literature for other known cases of nasality of functional origin. The treatment showed efficacy for voluntary control over the reduction of hypernasality, but did not show effectiveness because the patient was not able to reduce nasal timbre in her spontaneous speech.

**Keywords:** Nasality, transpalatal nasality, phonological disorders, Nasometer

**Sumario:** Discusión. Conclusiones. Referencias.

**Cómo citar:** Pascual-Soriano, A., Cervera-Mérida, J. F. (2022). Tratamiento de la nasalidad transpalatal en un caso complejo con trastorno fonológico. *Revista de Investigación en Logopedia* 12(1), e72880. <https://dx.doi.org/10.5209/rlog.72880>

### Introducción

Se presenta un caso complejo de una niña de 9 años con hipernasalidad patológica y secuelas de trastorno fonológico del desarrollo. Mediante la nasometría y la observación indirecta del flujo nasal se pudo determinar el origen transpalatal de la rinolalia y la presencia de flujo nasal asociado a la pronunciación distorsionada de los sonidos [d], [l] y [t]. Se constató, además, sus dificultades perceptivas del rasgo nasal/oral al comparar esos sonidos con [n], las características idiosincráticas de su base articulatoria y el patrón de motricidad lingual frontalizado. El tratamiento de la hipernasalidad se afrontó mediante retroalimentación visual usando Nasometer II.

<sup>1</sup> Clínica de Logopedia de la Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. [apsnico@mail.ucv.es](mailto:apsnico@mail.ucv.es)

<sup>2</sup> Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir. [josefran.cervera@ucv.es](mailto:josefran.cervera@ucv.es)

## Participante

Niña de 9 años con un historial de dificultades en el desarrollo del lenguaje. A lo largo de su desarrollo lingüístico presentó dificultades severas en la expresión oral, en ausencia de problemas de comprensión o socialización. A los 4 años recibió el diagnóstico de trastorno fonológico. Sus dificultades de pronunciación se han mantenido en el tiempo, aunque ha mejorado sensiblemente su repertorio fonético y la inteligibilidad. La paciente acude a la clínica universitaria derivada por la logopeda que la trata en la actualidad bajo la sospecha diagnóstica de apraxia de velo de paladar, dada la acusada nasalidad de su voz, resistente a varios años de tratamiento y con graves implicaciones sociales, pero sin consecuencias en la inteligibilidad. En el momento que se le atendió, la niña recibía tratamiento para reducir su timbre nasal y para corregir los defectos de pronunciación de varios errores residuales de habla, secuelas del trastorno fonológico. La apreciación de la nasalidad fue valorada por dos examinadores expertos, considerándola muy evidente en todo tipo de emisiones: vocales sostenidas, canto, lectura en voz alta y habla conversacional.

## Exploración y hallazgos clínicos

**Cribado audiológico.** Se realizó un cribado audiológico mediante audiometría tonal liminar (Asociación Española de Audiología, 2017). Los resultados de la audiometría se observan en la figura 1, e indican audición normal (umbrales para todas las frecuencias conversacionales inferiores a 20 dB), aunque se aprecia una leve pérdida en las frecuencias de 125 Hz, 250 Hz y 500 Hz, que se corresponden con las frecuencias de más intensidad al emitir los sonidos nasales [m] y [n] (Massone, 1988).

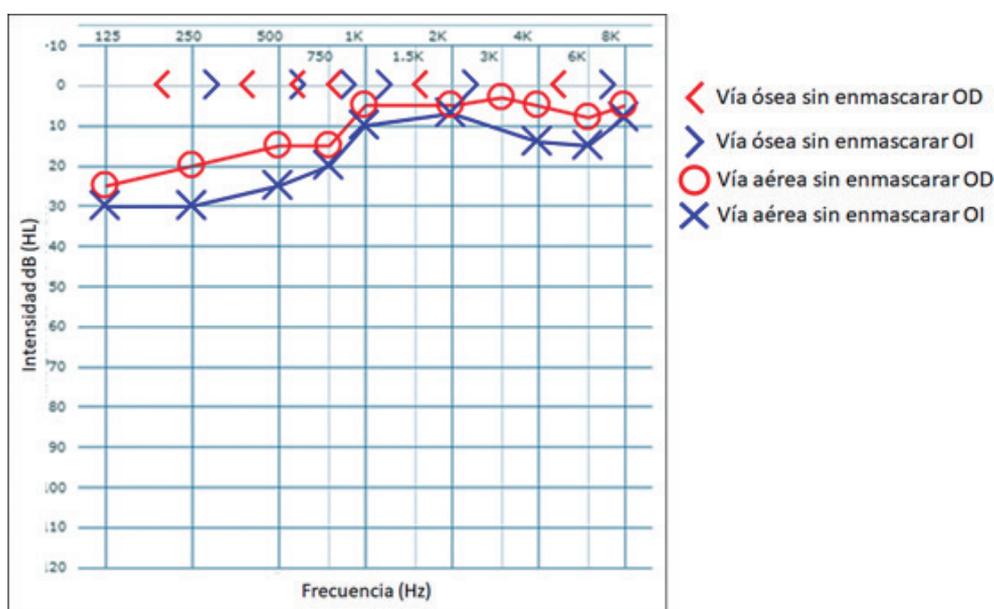


Figura 1. Audiograma de la audiometría tonal liminar.

**Rendimiento oral.** Se valoró la fuerza y resistencia lingual sobre el paladar con el dispositivo Iowa Oral Performance Instrument (IOPI® Medical) (IOPI Medical LLC, 2008). El pico máximo de fuerza lingual ejercida por la paciente fue 37 kPas, siendo los valores de referencia para su población  $M=53$  kP ( $SD=5,15$ ) (Potter, Nievergelt y Van Dam, 2019), lo que indica una disminución moderada del 30% aproximadamente con respecto al promedio para su edad. Los efectos de disminución de la fuerza lingual pueden ser considerados clínicamente significativos con respecto al habla, cuando alcanzan la disminución del 80% de la fuerza máxima esperada (Potter y Short, 2009).

**Análisis de la mordida.** La paciente presentaba distoclusión o mordida de clase II y mordida cruzada posterior bilateral.

**Evaluación de las estructuras velofaríngeas.** No se observó ninguna anomalía estructural en el paladar duro o en el velo. El funcionamiento del esfínter velo-faríngeo fue evaluado mediante la visualización directa durante espiraciones forzadas y la fonación sostenida de la vocal [a]. No se observó síntomas de incompetencia velofaríngea pese al marcado timbre nasal característico de su habla. La permeabilidad nasal fue evaluada con el espejo de Glatzel mediante ventilaciones forzadas. Las marcas simétricas permitieron descartar la presencia de obstrucción anatómica en las fosas nasales.

**Evaluación de la disfunción velofaríngea.** Se valoró el escape de flujo aéreo nasal mediante la herramienta Se-eScape, detectándose escape nasal únicamente durante las emisiones repetitivas de sílabas directas con consonantes coronales anteriores [d], [l] y [t]. Durante la producción del resto de consonantes y vocales sostenidas no se constató escape nasal, pese a que perceptivamente el timbre nasal se mantenía siempre presente.

**Valoración nasométrica.** Se cuantificó la nasalidad con la herramienta Nasometer 6450 de Kay Pentax, que calcula la relación entre la energía acústica que recoge un micrófono situado cerca de la nariz y otro cerca de la boca. Esa relación se denominada nasalance y se calcula mediante la siguiente fórmula:  $\text{nasalance} = \frac{N}{N+O} \times 100$ , donde N es energía acústica del micrófono próximo a la nariz y O es energía acústica del de la boca, ambas medidas en decibelios (KayPentax, 2008). Se obtuvo la nasalance al emitir treinta veces las cinco vocales en fonación sostenida durante 3 segundos, los números del 1 al 20 y tres oraciones con un número variable de consonantes nasales (Calaf, 2017): “Este bus de aquí para poco en el mes de agosto”, “Hoy no hay agua en el aula” y “Me acompañan veinticinco niñas”. Los estadísticos de tendencia central del total de esas emisiones quedan reflejados en la Tabla 1. El porcentaje de nasalance en las vocales oscila entre un 40-56% y entre el 47-67% en las frases, lo que corresponde a niveles entre moderados y severos de hipernasalidad (Watterson, 2020). Las emisiones de las vocales de la participante mostraron gran variabilidad en la nasalance, algo no esperable en emisiones sostenidas. Por ese motivo se presentan los valores de la mediana ampliada (medam) al ser una mejor medida de tendencia central con datos de gran variabilidad

**Tabla 1.** Porcentaje de nasalance de las emisiones de vocales sostenidas, números y frases.

Estímulos	Media	Medam
Vocal [a]	41	36
Vocal [e]	41	31
Vocal [i]	53	46
Vocal [o]	40	26
Vocal [u]	56	69
Números	51	53
Frase 1	47	39
Frase 2	61	60
Frase 3	67	77

**Nivel fonético-fonológico, emisión.** Se realizó el análisis fonológico a partir de una muestra de habla de denominación de imágenes, registrada con una grabadora Zoom H4, usando el sistema automatizado Ánfora y la carta de estímulos AF125, un listado de 125 palabras representativas del sistema fonológico español (Cervera, 2012).

Se calcularon los índices de severidad del trastorno fonológico propuestos por Shriberg y Kwiatkowski (1982) e Ingram (2001):

- 1) Porcentaje de precisión de palabras (Pp), que indica la proporción de emisiones sin error y se calcula con la siguiente fórmula:  $Pp = \frac{\text{palabras pronunciadas sin error}}{\text{total pronunciadas}} \times 100$ .
- 2) Porcentaje de aproximación a palabras completas (APC), que expresa el grado de aproximación que tienen las emisiones del niño a la forma adulta de las palabras. Se calcula a partir de la siguiente fórmula:  $APC = \frac{\text{consonantes} + \text{vocales} + \text{consonantes correctas de palabras con error}}{\text{consonantes} + \text{vocales} + \text{consonantes de las palabras de la muestra}} \times 100$ .
- 3) Porcentaje de precisión en consonantes (PC). Es el porcentaje de consonantes correctamente pronunciadas frente al total de consonantes pronunciadas de las palabras de la muestra. Es una medida muy utilizada para medir la severidad del trastorno fonológico. Se calcula mediante la siguiente fórmula:  $Pc = \frac{\text{consonantes pronunciadas sin error}}{\text{total de consonantes de la muestra}} \times 100$ . Valores de <50% = dificultades severas, 50% a 65% = severo a moderada, 66% a 85% = moderada a leve y 86% o superior = leve.

Además se incluyeron otros indicadores habituales en los análisis fonológicos:

Repertorio fonético negativo: integrado por los sonidos que nunca forman parte de las emisiones léxicas de la muestra.

Procesos fonológicos estructurales: conjunto de procesos de simplificación de habla que repercuten en la estructura de palabras y sílabas (adición de consonantes, omisión de consonantes, reducción de grupos consonánticos...).

Procesos fonológicos sistémicos: aquellos procesos de simplificación que implican sustituciones entre las consonantes y distorsiones alofónicas.

Procesos fonológicos contextuales: los que implican migraciones, translocaciones o contaminaciones de segmentos dentro de la palabra.

Los resultados se pueden apreciar en la tabla 2 y en la figura 2.

**Tabla 2.** Indicadores obtenidos del análisis fonológico automatizado mediante Ánfora.

Índices de precisión articulatoria	Porcentajes y valores obtenidos
Índice de precisión de palabras (Pp)	55%
Índice de aproximación a palabras completas (APC)	96%
Índice de precisión en consonantes (Pc)	86%
Repertorio fonético negativo	1*
Procesos fonológicos estructurales	10%
Procesos fonológicos sistémicos	87%
Procesos fonológicos contextuales	3%

Nota \* = consonante vibrante múltiple.

Los tres indicadores de severidad (Pp, APC y Pc) sitúan a la niña en un nivel de trastorno fonológico leve (Ingram, 2001), sin ningún compromiso con la inteligibilidad. La mayoría de los procesos de simplificación del habla detectados son de carácter sistémico y el 72% eran distorsiones alofónicas de las consonantes anteriores [d], [l] y [t] en estructuras silábicas CV, CVC y CCV (figura 2). Estas consonantes distorsionadas provocaban un marcado timbre nasal. Al valorar cualitativamente mediante observación directa los gestos articulatorios se apreció una base articulatoria idiosincrática caracterizada por la reducida apertura bucal.

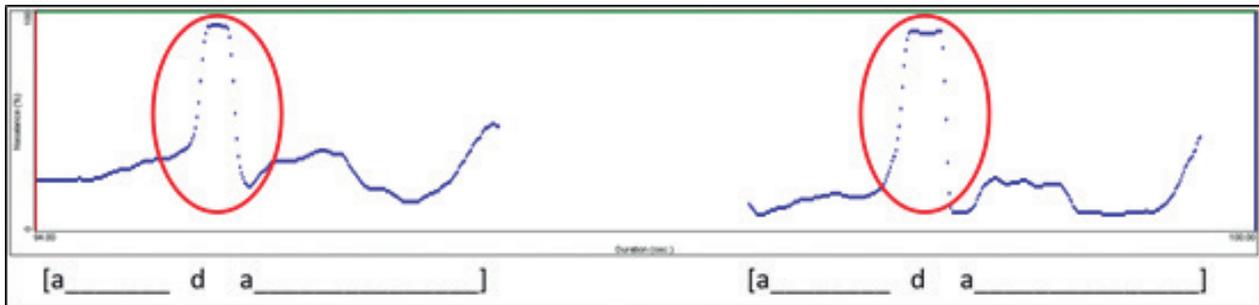
**Figura 2.** Procesos de simplificación analizados con el programa Ánfora de la carta de estímulos AF125.

Los valores representan el número total de cada proceso en relación al total de procesos identificados.

Fuente: Programa Ánfora (Cervera-Mérida, 2012).

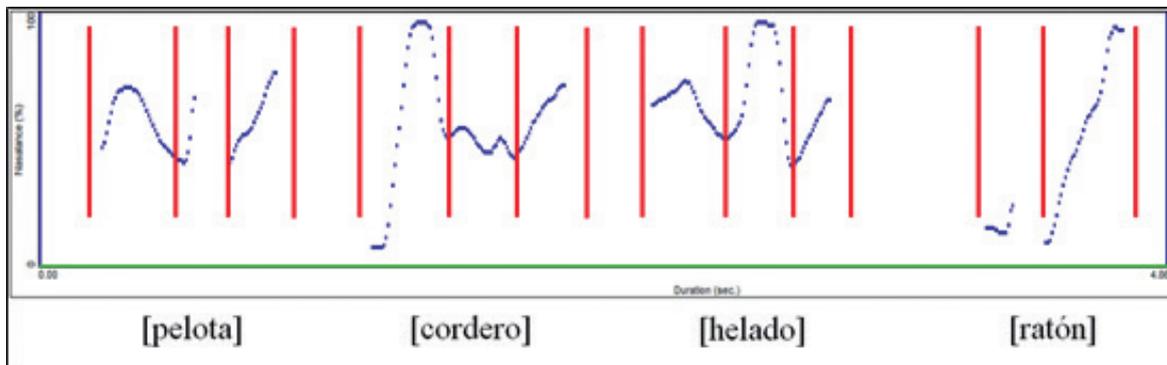
**Nivel fonético-fonológico, recepción.** Se aplicaron dos estrategias de evaluación de la percepción de rasgos fonológicos de habla, prueba de discriminación (ABX) y prueba de reconocimiento (AX) (Ygual-Fernández y Cervera-Mérida, 2013). Se pretendía resolver la duda que tenían los evaluadores acerca de la capacidad de la niña para percibir sonidos nasales de los tres sonidos coronales que distorsionaba de forma sistemática. Se valoró su capacidad de percepción de las consonantes distorsionadas [d], [l] y [t] en oposición a la consonante nasal coronal [n]. Los resultados de la evaluación hicieron evidente sus dificultades para discriminar y reconocer auditivamente el rasgo no nasal de las tres consonantes (nivel de acierto en los ensayos <65%), mientras que no tuvo ninguna otra dificultad con otros rasgos que se tomaron como controles (nivel de acierto =100%).

**Análisis nasométrico de las emisiones distorsionadas.** Se analizó con Nasometer II un conjunto de emisiones de la niña que contenían los sonidos [d], [l] y [t]: las sílabas la, lo, ta, to, da, de, do, y las palabras hada, pelota, helado, cordero y ratón. Se comparó con las mismas producciones de tres mujeres jóvenes con nasalance dentro de los valores esperados en población normal (Watterson, 2020). Todas las emisiones de la paciente muestran una característica atípica: el ascenso brusco de nasalance hasta alcanzar valores máximos al emitir los tres segmentos consonánticos y el posterior descenso brusco al emitir la coda silábica. Este fenómeno es propio de la emisión de consonantes nasales. Como se puede observar en la figura 3, el nasograma de una informante típica permanece plano al emitir sonidos no nasales, mientras que en los de la paciente se observa una elevación brusca al emitir [d] tal como se esperaría en un sonido nasal.



**Figura 3.** Nasogramas comparativos para la estructura silábica [ada]. El nasograma superior corresponde a dos emisiones de la paciente y el inferior a tres emisiones de una informante típica.

Se puede apreciar la misma característica atípica en todas las palabras analizadas en la figura 4. En los nasogramas de la informante típica la nasalance mantiene una tendencia plana durante la emisión de las consonantes [d] y [l], sin embargo, en los de la paciente asciende abruptamente, especialmente en la consonante [l]. Respecto a la consonante [t], es normal que en sendos nasogramas se produzca un ascenso de la nasalance durante su producción, debido a que en [pelota] y [ratón] el sonido [t] se sitúa en la última sílaba y coincide, por tanto, con el inicio de la apertura característica del esfínter velofaríngeo en el momento de la inspiración. A su vez, en la sílaba [ˈton] el aumento de la nasalance es mayor al coarticularse con la consonante nasal. Pese a ello, en el nasograma de la paciente se observa que el aumento de la nasalance no es tan pronunciado como en el de la informante típica, indicando que la paciente aumenta la nasalidad desde el ataque silábico.



**Figura 4.** Nasogramas comparativos para palabras con las consonantes [d], [l] y [t]. El nasograma superior corresponde a la producción de la paciente y el inferior a una informante típica. Las barras rojas marcan la separación entre sílabas.

**Análisis articulatorio de las emisiones distorsionadas.** Se realizó mediante observación directa por los dos examinadores mientras la niña pronunciaba las sílabas y palabras analizadas anteriormente. El patrón articulatorio era consistente y se caracterizaba por la falta de descenso de la mandíbula, la reducida apertura de la boca y la posición elevada y anterior del dorso lingual al contactar con los puntos de articulación de las consonantes coronales [l], [d] y [t]. Dicho patrón articulatorio era similar al de la consonante nasal coronal [n].

#### Conclusión diagnóstica

La hipótesis inicial era apraxia idiopática de velo del paladar y se basaba en la severa nasalidad, la integridad estructural y la resistencia al tratamiento (Pratter, 1993). Sin embargo, los hallazgos clínicos obligan a descartar la incompetencia de velo del paladar y confirman el origen transpalatal de la hipernasalidad. El timbre nasal de la paciente y los elevados niveles de nasalance se mantenían incluso en las emisiones en las que su velo producía una oclusión total y eficaz, tal como se pudo comprobar de forma indirecta mediante Seescape. Únicamente se constató

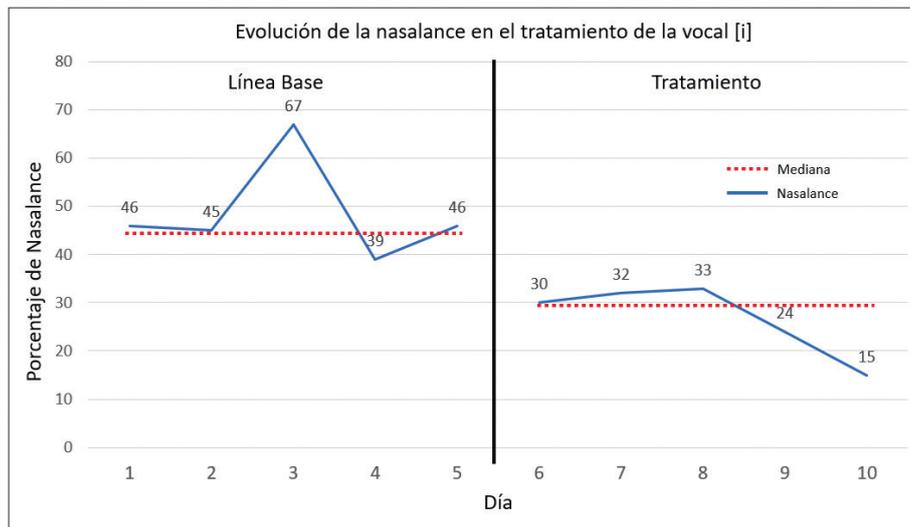
flujo nasal cuando emitía las consonantes coronales anteriores [d], [l] y [t], además de en los sonidos nasales. Es decir, la nasalidad se percibía y se podía medir en todas las emisiones, mientras que el escape nasal solo se pudo evidenciar en los tres sonidos que la niña emitía sistemáticamente de forma distorsionada y en los que ella no podía percibir el rasgo no nasal cuando los escuchaba, como se demostró en las pruebas de percepción de habla. En un caso de apraxia velar se esperaría que el escape nasal fuera continuo, o al menos con un patrón no asociado a sonidos concretos. En nuestra opinión, el fenómeno acústico de la resonancia transpalatal de este caso tiene origen en la configuración de la boca, la mordida y en la base articulatoria idiosincrática de la paciente, tal como lo describe Gildersleeve-Neumann y Dalston (2001). La frontalización y elevación de la lengua y la escasa apertura mandibular favorecerían el aumento de la impedancia intraoral y la transmisión de la resonancia a través de los tejidos del paladar óseo hacia las cavidades nasales, produciendo un timbre nasal en la voz, incluso en las emisiones donde se comprueba que no hay fuga de aire. Además, la niña pronunciaba de forma distorsionada tres sonidos coronales no nasales, con timbre nasal evidente y con escape nasal, y no era capaz de distinguirlos perceptivamente de [n]. La conclusión diagnóstica fue modificada a partir de los datos de la exploración clínica, confirmando un caso de hipernasalidad transpalatal, producido, probablemente, por el patrón de frontalización y elevación de la lengua que invade su cavidad oral al articular, junto con una apertura mandibular reducida. Además, se constató dificultades fonológicas que afectaban a los sonidos [l], [d] y [t], que la paciente no podía percibir como diferentes de [n] y emitía con escape nasal y con 90% de nasalance, valor propio de una consonante nasal. No nos es posible asegurar si existe una relación entre estos dos hallazgos clínicos que comprometen la capacidad perceptiva de rasgos acústicos, los programas motores asociados a la emisión de tres fonemas, la estructura y función oral, y el timbre de la voz. Tampoco podemos determinar si el hallazgo observado en la audiometría pudiera estar implicado en las dificultades perceptivas y en el conjunto de los signos.

### Intervención terapéutica

El objetivo inicial del tratamiento programado a partir de ese momento perseguía que la paciente fuera capaz de percibir y disminuir su timbre nasal. Se utilizó el software de rehabilitación de Nasometer, denominado Nasometer II Games (KayPentax, 2008), que proporciona un feedback en directo del valor de nasalance mientras los pacientes realizan cualquier tipo de emisión. El logopeda puede ajustar progresivamente el umbral permitido de resonancia nasal para que el programa retroalimente al paciente de forma visual ante las modificaciones de su timbre. La línea base se estableció con cinco mediciones de la nasalance al emitir durante tres segundos los sonidos [i] y [o] de forma continua y estable. Estas dos vocales se toman como referencia porque presentan el mayor y menor nivel de nasalidad basal respectivamente, para la vocal [i] la lengua presenta una posición elevada y anterior durante su fonación, lo que la sitúa más próxima de la cavidad nasal, dando lugar a niveles más elevados de nasalidad basal. En cambio para la vocal [o], la base de la lengua sigue un posicionamiento posterior que favorece la elevación del velo, dando lugar a valores reducidos de nasalidad basal. (Awan, Olmor y Watts, 2011). La fase de intervención constó de un total de 5 sesiones con una periodicidad de una sesión por semana. Las sesiones estaban divididas en dos bloques de 45 minutos de intervención con Nasometer con 30 minutos de descanso intercalado entre ambos bloques. La decisión en torno a la duración de las sesiones se tomó en base a los problemas de desplazamiento de la paciente, que vivía en una localidad a dos horas de distancia de la clínica universitaria donde se realizó la intervención. Se registró el valor de la nasalance en las emisiones [i] y [o] en fonación sostenida antes y después de cada sesión. El procedimiento general que se usó en el tratamiento fue inducir al paciente a modificar el gesto articulatorio, la intensidad, duración y altura de su voz, mientras usaba el Nasometer en modo retroalimentación. En cada sesión se partía del umbral de nasalance mínima que la niña tenía inicialmente y se entrenaban descensos progresivos del 5%. Los objetivos operativos que nos propusimos fueron: 1) reducir la nasalance al 20% para la fonación sostenida de las cinco vocales, 2) conseguir ascensos y descensos bruscos de la nasalance en la transición de vocal (V) a consonante (C) al emitir estructuras VCV, donde C es una consonante nasal, ayudándose de prolongación en la emisión de vocal, 3) mantener la nasalance por debajo del 20% durante la denominación de palabras, lectura de texto y habla espontánea coloquial.

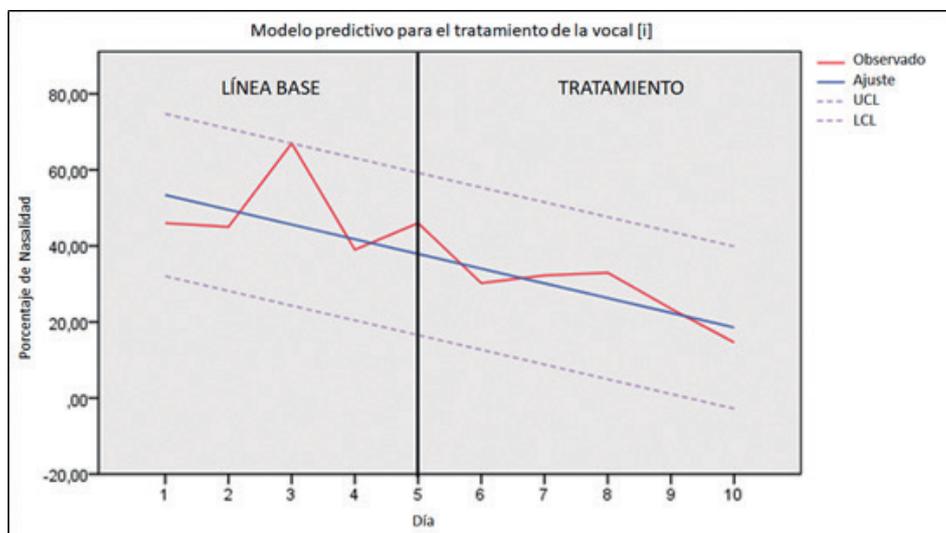
### Seguimiento y resultados

Para medir la eficacia del tratamiento se analizó como variable dependiente la nasalance en la emisión de [i] y [o] sostenidas y se aplicó un diseño de series temporales interrumpidas sencillo del tipo línea base (A) y tratamiento (B). Se procedió al análisis visual y estadístico con los estadísticos no paramétricos de solapamiento y, posteriormente, se aplicó los modelos predictivos de series temporales interrumpidas (Arnau y Gras, 2001). En la figura 5 se puede observar que la nasalance sigue una tendencia descendente en ambas vocales durante el tratamiento. La mediana ampliada desciende del 46% al 30% en el sonido [i] y del 25% al 8% en las emisiones de [o].



**Figura 5.** Evolución de la nasalance en las vocales [i] y [o] durante la línea base y la fase de tratamiento.

Se calcularon cuatro estadísticos no paramétricos que miden el solapamiento de los datos y se consideran medidas del tamaño del efecto entre las dos fases de la intervención siguiendo los procedimientos descritos por Bono y Arnau (2014), que consisten en comparar de cuatro maneras diferentes el porcentaje de observaciones de las fases de tratamiento que superan en la línea de la tendencia esperada a las observaciones de la línea base. Los cuatro índices indican que el tratamiento ha sido muy efectivo para la vocal [i] (PND=100%, PEM=100%, PAND=100% y NAP=100%) y de efecto cuestionable para la vocal [o] (PND=60%, PEM=100%, PAND=80% y NAP=84%). Se consideran tratamientos fiables o efectivos aquellos que muestran un porcentaje de datos no solapados superior al 90%. Posteriormente se aplicó un modelo predictivo, mediante la técnica de Suavizado Exponencial de Holt, para estimar la tendencia del cambio en el control de la nasalidad en la emisión de [i] y de [o] que se puede observar desde la fase de línea base al tratamiento. Este modelo predictivo ajusta las observaciones a una línea de tendencia, determinando si varía o no varía con el tiempo y en qué medida se ajustan las observaciones reales a las estimadas por el modelo. Los modelos indican una tendencia de disminución de la nasalance, expresada en los gráficos por las líneas de ajuste de color azul, con intervalos de confianza representados por sus límites superior e inferior (UCL y LCL). Estos modelos no alcanzan la significación estadística ni para la vocal [i] ( $p=0,997$ ), ni para la vocal [o] ( $p=0,993$ ). El poder predictivo de ajuste a la tendencia de las observaciones individuales es escaso, tal como expresan los valores del coeficiente de determinación del modelo para [i] ( $R^2=0,638$ ) y para [o] ( $R^2=0,357$ ). En la figura 5 se puede observar que la tendencia a la disminución de la nasalidad es clara, pero los modelos predictivos no permiten establecer la relación causal, ya que la inferencia del efecto del cambio atribuible al tratamiento está condicionada por el solapamiento de los datos en este tipo de procedimientos estadísticos y por el buen ajuste al modelo. Estas condiciones no se cumplen en este caso debido a la escasez de observaciones y a su variabilidad. En nuestra opinión esto se aprecia en ambas vocales, pero es muy evidente en la vocal [o], en la que la participante disminuyó de forma importante la nasalidad durante el tratamiento, pero donde la enorme variabilidad de las mediciones hace que el solapamiento entre las fases sea mayor.



**Figura 6.** Modelo predictivo mediante el método de Suavizado Exponencial de Holt durante la línea base y la fase de tratamiento de las vocales [i] y [o].

## Discusión

Hemos expuesto los procesos de evaluación e intervención logopédica en un caso complejo con voz hipernasal y secuelas de trastorno fonológico. Las consecuencias sociales de la hipernasalidad afectaban de forma muy importante a la paciente. Las claves para entender la patología concreta de este caso son: 1) hipernasalidad persistente en todo tipo de emisiones, 2) pronunciación muy distorsionada de los sonidos coronales anteriores [l], [d] y [t], 3) escape nasal únicamente al pronunciar sílabas que los contienen y 4) dificultades perceptivas de la paciente para distinguirlos de la consonante nasal [n].

El timbre característico de una persona está condicionado, entre otros factores, por la cantidad de resonancia nasal y oral. Cuando percibimos un exceso de nasalidad se denomina hipernasalidad y si notamos un defecto de nasalidad en las emisiones de los sonidos nasales, originado por la obstrucción de las cavidades nasales, se denomina hiponasalidad. Exceptuando los sonidos nasales, todos los demás necesitan de un cierre completo del esfínter velofaríngeo, de forma que se impide el flujo de aire a la cavidad nasal y disminuye drásticamente la resonancia nasal. Se denomina esfínter velofaríngeo a la oclusión total que produce el velo del paladar cuando se contrae y contacta con las paredes laterales y posteriores de la faringe. Esta acción esfínteriana es fundamental para el habla y la deglución: separa la cavidad nasal de la faringe y de la cavidad oral y determina la resonancia de la voz. Cuando permanece cerrado, la energía acústica producida en laringe hace vibrar el aire de la boca produciendo resonancia oral. En cambio, si está abierto, como corresponde a la emisión de sonidos nasales, la resonancia se produce tanto en la boca como en la rinofaringe y la cavidad nasal. Se denomina disfunción velofaríngea (DVF) al funcionamiento inadecuado del esfínter velofaríngeo, producido por la falta de cierre completo y consistente del espacio rinofaríngeo, ya sea durante la deglución o la emisión de sonidos orales no nasales (Glade y Dale, 2016). La etiología de la DVF puede ser anatómica (paladar hendido, fisura submucosa, perforaciones o acortamiento del velo) o funcional (apraxia velar) (LeDuc, 2008). Independientemente del tipo de DVF, todas ellas comprometen la resonancia de los sonidos orales dando lugar a una voz hipernasal (Prater, 1993). La DVF severa durante la infancia y la adolescencia puede tener graves implicaciones sociales, ya que puede comprometer la inteligibilidad del habla y producir un marcado componente nasal en la voz, ocasionando burlas y situaciones de aislamiento social que afectan negativamente al desarrollo socioemocional de los niños que la padecen (Barr, Thibeault, Muntz y Serres, 2007). Uno de los pocos instrumentos que existen para la evaluación de los trastornos de la hipernasalidad es Nasometer. Este dispositivo es capaz de cuantificar la nasalidad de las producciones del paciente en tiempo real a partir de 2 micrófonos separados por una lámina de metal que recogen de forma separada la energía acústica que proviene de las cavidades nasal y oral. A su vez, Nasometer también puede ser utilizado como herramienta de biofeedback para el tratamiento de la hipernasalidad o la hiponasalidad. Ofrece al paciente retroalimentación visual en directo del grado de nasalidad de sus producciones, facilitando el control sobre la cantidad de nasalidad (KayPentax, 2008; Watterson, 2020). La presencia de algún nivel de nasalidad al emitir sin fugas de aire nasal las vocales y las consonantes sonoras es objetivable en muchas personas sin DVF ni otro tipo de patología. A este fenómeno acústico se le conoce como *nasalidad transpalatal* y se define como la presencia de resonancia nasal en la emisión de sonidos no nasales, en ausencia de DVF y, por tanto, sin flujo de aire desde la cavidad oral a la rinofaringe. Es producido por la impedancia que ejerce la lengua al paso de la energía acústica generada en la glotis a través de la cavidad intraoral, con transferencia de parte de la energía a la cavidad nasal a través de los tejidos del paladar (Gildersleeve-Numann y Dalsto, 2001). Es más frecuente en vocales anteriores, pues el dorso de la lengua ocupa gran parte de la cavidad oral, disminuyendo así la presión intraoral y amortiguando la energía acústica (Awan et al., 2011). Este tipo de nasalidad no es patológica, es un fenómeno normal presente en las voces de todas las personas en mayor o menor medida e incluso se puede detectar como característico de algunas poblaciones geográficas. Algunas personas producen una gran nasalidad transpalatal, con un timbre nasal excesivo que se percibe especialmente cuando elevan el tono y el volumen. El exceso de nasalidad transpalatal se asocia a la configuración de la cavidad oral y es acompañado de un patrón articulatorio caracterizado por una posición elevada y excesivamente anterior de la lengua, junto a una apertura mínima de la cavidad oral fruto de una falta de descenso mandibular durante la articulación (Bundy, Emily y Zajac, 2002). Ello implica un descenso de la región espectral de los formantes F1 y F2, con atenuación de formantes orales y aumento de la resonancia nasal (Rong y Kuehn, 2012). El caso presentado es representativo de esta situación: una niña de 9 años donde el marcado timbre nasal de su voz viene dado por la nasalidad transpalatal y no por un cierre inadecuado del esfínter velofaríngeo.

En el caso que relatamos, pudimos determinar el origen transpalatal de la nasalidad al comprobar mediante SeeScape que la paciente no presenta DVF, ni estructural ni de tipo apráxico, mientras que su voz era hipernasal, tanto al hablar espontáneamente como al emitir vocales sostenidas. En nuestra opinión, el fenómeno de la nasalidad transpalatal era producido por la configuración de la mandíbula de la paciente y su base articulatoria idiosincrática, caracterizada por el escaso descenso mandibular y la tendencia a frontalizar la lengua, que podrían favorecer el aumento de impedancia intraoral. En paralelo constatamos sus dificultades fonológicas con los sonidos [l], [d] y [t], que la niña no distinguía de la consonante nasal [n]. Esto podría ser una secuela del trastorno fonológico que presentó durante el proceso de adquisición del lenguaje, que cursó sin trastorno gramatical o semántico, pero con severa dificultad para alcanzar un habla inteligible. La dificultad fonológica persistente en la actualidad afectaba tanto a la percepción como a la producción: ni discriminaba ni reconocía los sonidos implicados y los emitía con flujo nasal, lo que agravaba la hiperrinolalia. La decisión de aplicar un tratamiento mediante retroalimentación de la nasalidad con el dispositivo

Nasometer se tomó ante la falta de evidencia científica de alto nivel sobre las mejores opciones para la disminución de los niveles patológicos de nasalidad transpalatal. Por el contrario, disponemos de evidencias de nivel moderado de que estas terapias pueden disminuir la nasalidad de origen estructural y funcional (Murray y Stepp, 2016; Prater, 1993; Stadler y Hersh, 2015; Watterson, 2020). En nuestro caso, esperábamos que la paciente se beneficiara del aumento del control voluntario sobre la proporción de resonancia oral y nasal y nos preguntamos si esto tendría un efecto de generalización en su habla cotidiana. Por ese motivo, en el entrenamiento se usaron vocales, sílabas, palabras y también habla fluida, intencional y comunicativa, mientras la paciente estaba sometida a la retroalimentación que le proporcionaba el dispositivo. A pesar de las debilidades del diseño experimental para comprobar la eficacia del tratamiento, que no pudo completarse con mediciones de seguimiento debido al coste para la participante que suponía desplazarse hasta nuestro laboratorio, los resultados indican que la paciente pudo beneficiarse del tratamiento mientras disponía del feedback que proporciona Nasometer y que podía producir un timbre con menos nasalidad en su habla. No es factible determinar si la intensidad del tratamiento y su distribución horaria pudo tener algún efecto. Estos resultados son consistentes con la literatura mencionada anteriormente, aunque es posible que la transferencia a la vida real de los pacientes exija dosis de entrenamiento mayores de las que se aplican en los trabajos de investigación y esfuerzos personales de los pacientes que derivan de la alta motivación y buena percepción de la relación entre el esfuerzo y el beneficio de los tratamientos. Por lo tanto, en nuestro caso se puede afirmar que la nasalidad transpalatal fue sensible al tratamiento mediante retroalimentación de la nasalance de la voz, aunque con todas las limitaciones constatadas en la literatura sobre su eficacia y efectividad en los casos de nasalidad de origen funcional. Debemos constatar que el tratamiento no tuvo ninguna repercusión en los hallazgos clínicos sobre las dificultades de tipo fonológico que hemos explicado. No se pudo apreciar modificación alguna en la base articulatoria ni en la distorsión de los tres sonidos coronales. El tratamiento con dispositivo de retroalimentación acústica no afrontó ni la falta de movilidad de la mandíbula, ni la tendencia a la frontalización de la lengua, ni las habilidades perceptivas y motoras asociadas a las distorsiones fonéticas acompañadas de escape nasal. En nuestra opinión, el abordaje logopédico de las distorsiones debería incidir en todas las etapas del procesamiento de habla donde se pudo determinar que la paciente tenía dificultades, intentando apoyarse en aquellas en las que no le suponían problema alguno. Sus puntos fuertes residían en las etapas muy bajas del procesamiento de entrada y de salida de la información: era capaz de prestar atención sostenida y focalizada a segmentos silábicos concretos, tanto de sus emisiones como de las ajenas, y era capaz de ejecutar los actos motores voluntarios para la producción de los sonidos implicados. Sin embargo, la niña no era capaz de discriminar y reconocer las sílabas de los sonidos [d], [l] y [t] del sonido [n] y el programa motor asociado a los fonemas correspondientes estaba consolidado e implicaba flujo nasal y, por tanto, la ausencia de cierre de la cavidad nasal. No podemos valorar la influencia de la mordida y del hallazgo sobre los umbrales auditivos en las frecuencias de 500 Hz e inferiores, que podrían haber tenido un papel durante el desarrollo del lenguaje y quizás podrían ser factores perpetuantes de la patología persistente.

## Conclusiones

La hipernasalidad funcional puede originarse por un mal funcionamiento del esfínter velofaríngeo (Prater, 1993) o por un patrón articulatorio anómalo que favorece la presencia de nasalidad transpalatal (Gildersleeve-Numann y Dalsto, 2001). En el caso presentado se constató mediante la medición de la nasalance y la observación del escape nasal con SeeScape la presencia de nasalidad transpalatal y disfunción velofaríngea asociada a la producción distorsionada de tres sonidos. La resonancia transpalatal producía un timbre hipernasal constante y la disfunción velofaríngea hacía que la niña pronunciara los sonidos [d], [l] y [t] con escape nasal con aspecto de [n]. Además, ella no era capaz de reconocer el rasgo nasal frente al oral cuando oía los cuatro sonidos implicados. El tratamiento con Nasometer fue eficaz para proporcionar a la paciente mayor control voluntario del timbre nasal, pero no fue efectivo para la eliminación de la nasalidad en el habla ni en los segmentos fonéticos alterados.

## Referencias

- Arnau i Gras, Jaume (2001). *Diseños de series temporales: técnicas de análisis*. Barcelona: Edicions Universitat Barcelona.
- Asociación Española de Audiología (2017). Guía de Práctica Clínica. Audiometría Tonal por vía aérea y ósea con y sin enmascaramiento. *Auditio: Revista Electrónica De Audiología*, 4(3), 74-87.
- Awan, S. N., Olmor, K., & Watts, C. R., (2011). Effects of Computer System and Vowel Loading on Measures of Nasalance. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 54(September), 1284-1295. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2011/10-0201\)b](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2011/10-0201)b)
- Barr, L., Thibeault, S. L., Muntz, H., & de Serres, L. (2007). Quality of life in children with velopharyngeal insufficiency. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 133(3), 224-229.
- Bono, R., Arnau, J. (2014). *Diseños de caso único en ciencias sociales y de la salud*. Madrid: Síntesis.
- Bundy, Emily L, Zajac, D. J. (2002). Estimation of Transpalatal Nasalance During Production of Voiced Stop Consonants by Noncleft Speakers Using an Oral-Nasal Mask. *Cleft Palate-Craniofacial Journal*, 43(6), 691-701.
- 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* (tesi doctoral). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.

- Cervera-Mérida, JF (2012). *Diseño, implementación y estudio de validez de “Ánfora: análisis fonológico asistido por ordenador” aplicado a la logopedia* [Tesis doctoral, Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir].
- Gildersleeve-Neumann, C. E., & Dalston, R. M. (2001). Nasalance scores in noncleft individuals: why not zero?. *The Cleft palate-craniofacial journal*, 38(2), 106-111.
- Glade, R. S., & Deal, R. (2016). Diagnosis and management of velopharyngeal dysfunction. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, 28(2), 181-188.
- Ingram, D., & Ingram, K. D. (2001). A whole-word approach to phonological analysis and intervention. *Language, speech, and hearing services in schools*, 32(4), 271-283
- IOPI Medical LLC. Iowa Oral Performance Instrument: users manual. 2008. <http://www.iopimedical.com>. Accessed 17 Sep 2008.
- KayPentax. (2008). *Nasometer II Model 6450. Software Instruction Manual*. Lincoln Park (USA).
- LeDuc, J. A. (2008). Cleft palate and/or velopharyngeal dysfunction: *Assessment and treatment. Perspectives on Swallowing and Swallowing Disorders (Dysphagia)*, 9(4), 155-161.
- Massone, M. I. (1988). Estudio acústico y perceptivo de las consonantes nasales y líquidas del español. *Estudios de Fonética Experimental*, 3, 13-34.
- Murray, E. S. H., & Stepp, C. (2016). Effects of Biofeedback on Control and Generalization of Nasalization in Typical Speakers. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 59(October), 1025–1034. <https://doi.org/10.1044/2016>
- Potter, N. L., & Short, R. (2009). Maximal tongue strength in typically developing children and adolescents. *Dysphagia*, 24(4), 391.
- Potter, N. L., Nievergelt, Y., & VanDam, M. (2019). Tongue strength in children with and without speech sound disorders. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 28(2), 612-622.
- Prater, R. J., & Swift, R. W. (1992). *Manual de terapéutica de la voz*. Barcelona: Ediciones Científicas y Técnicas.
- Rong, P., & Kuehn, D. (2012). The Effect of Articulatory Adjustment on Reducing Hypernasality. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 55, 1483–1447. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2012/11-0142\)1438](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/11-0142)1438)
- Shriberg, L. D., & Kwiatkowski, J. (1982). Phonological disorders III: A procedure for assessing severity of involvement. *Journal of speech and hearing disorders*, 47(3), 256-270.
- Stadler, M. De, & Hersh, C. (2015). Nasometry, Videofluoroscopy , and the Speech Pathologist ' s Evaluation and Treatment. *Surgery for Pediatric Velopharyngeal Insufficiency*, 76, 7–17. <https://doi.org/10.1159/000368004>
- Watterson, T. (2020). The Use of the Nasometer and Interpretation of Nasalance Scores. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, 5(1), 155-163.
- Ygual-Fernández, A., & Cervera-Mérida, J. F. (2013). Relación entre la percepción y la articulación en procesos fonológicos sustitutorios de niños con trastornos del lenguaje. *Revista de Neurología*, 56(Supl 1), 131–140.