

“Habla, Cognición e Inteligibilidad: Desafíos en la Rehabilitación de Adultos con Lesión Cerebral”



**Facultad de
Ciencias de la
Rehabilitación**

Claudia Fredes-Roa

Fonoaudióloga -Magíster en Neuropsicología -Magíster en Educación

Estudiante Doctorado Ciencias de la Salud

Diplomada en Neurorehabilitación

Directora Educación Continua FCR - claudia.fredes@unab.cl

Índice

1 — Definición de Trastorno Motor del Habla origen neurológico

2 — Inteligibilidad

Definición

Proceso de evaluación

Hablante

Oyente

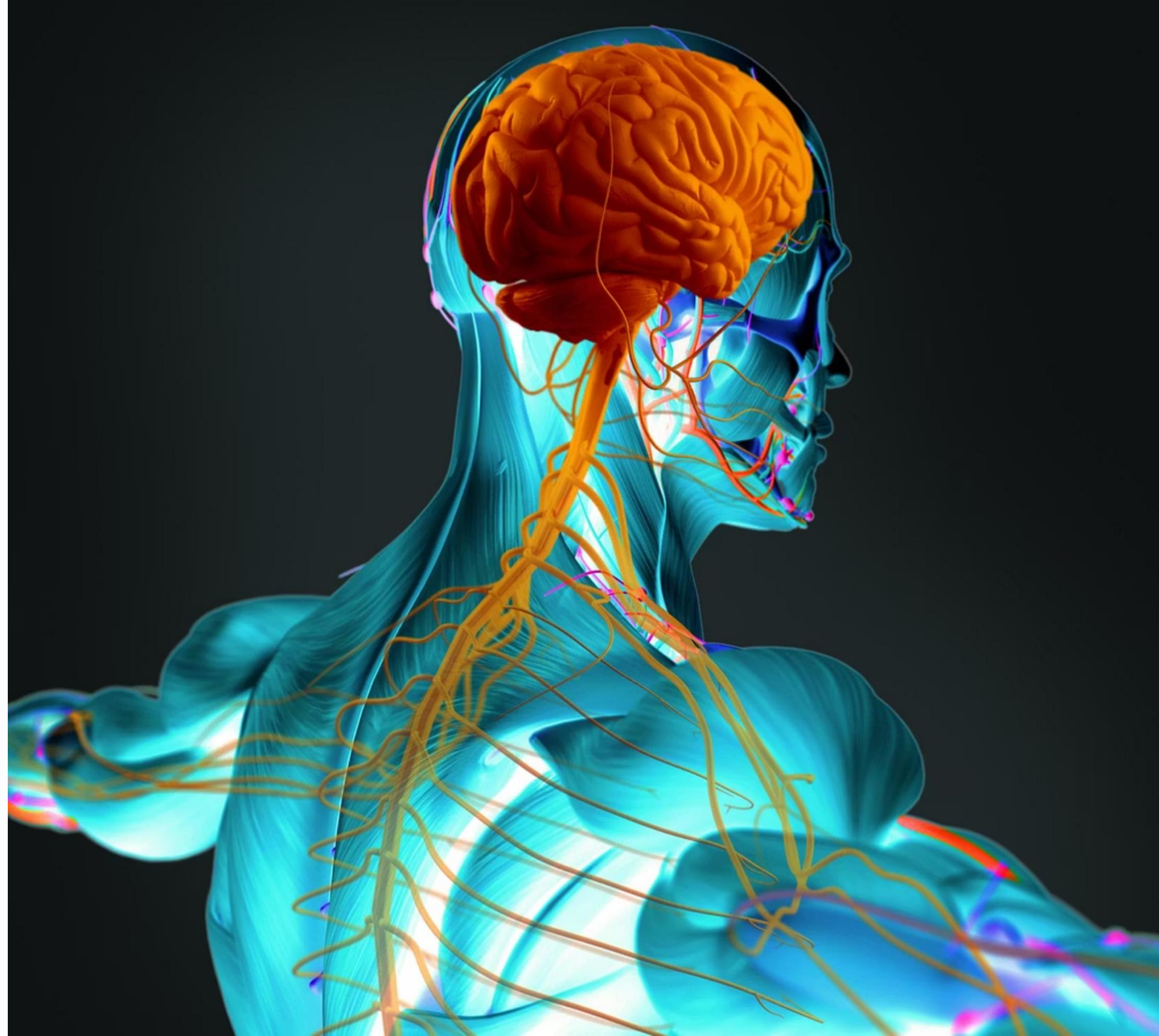
3 — Rehabilitación

Procesos cognitivos

Rehabilitación

4 — Innovación

Localización



La disartria, un Trastorno Motor del habla de origen neurológico causado por debilidad muscular o parálisis, afecta gravemente la inteligibilidad del habla y la calidad de vida (Tröger et al., 2024)

Respiración

Fonación

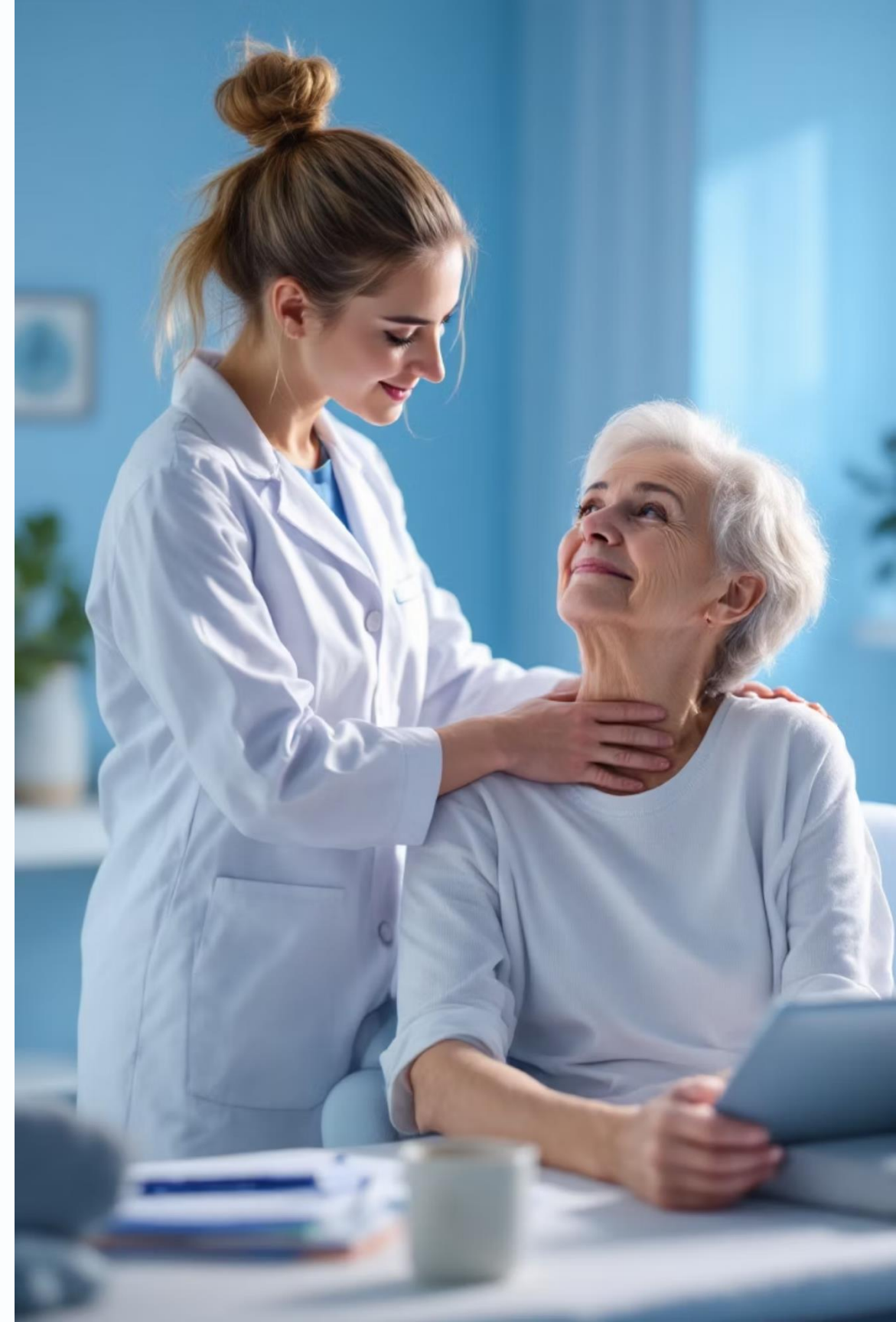
Articulación

Resonancia

Prosodia

Un parametro fundamental en el marco de la neurorehabilitación en la **Inteligibilidad**, la cual corresponde a la dimensión de la **ACTIVIDAD** de acuerdo Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF).

Dykstra, A. D., Hakel, M. E., & Adams, S. G. (2007). Application of the ICF in reduced speech intelligibility in dysarthria. *Seminars in Speech and Language*, 28(4), 301-311.





¿Qué entendemos por **Inteligibilidad**?

¿Cómo diferenciarla de la **Comprensibilidad**?



Evaluación de la Inteligibilidad

- Medidas basadas en la transcripción:
- Medidas basadas en la repetición:
- Tareas de identificación/reconocimiento:.
- Autoinforme o medidas subjetivas.

Manos a la obra

Palabra 1

Palabra 2

Palabra 3



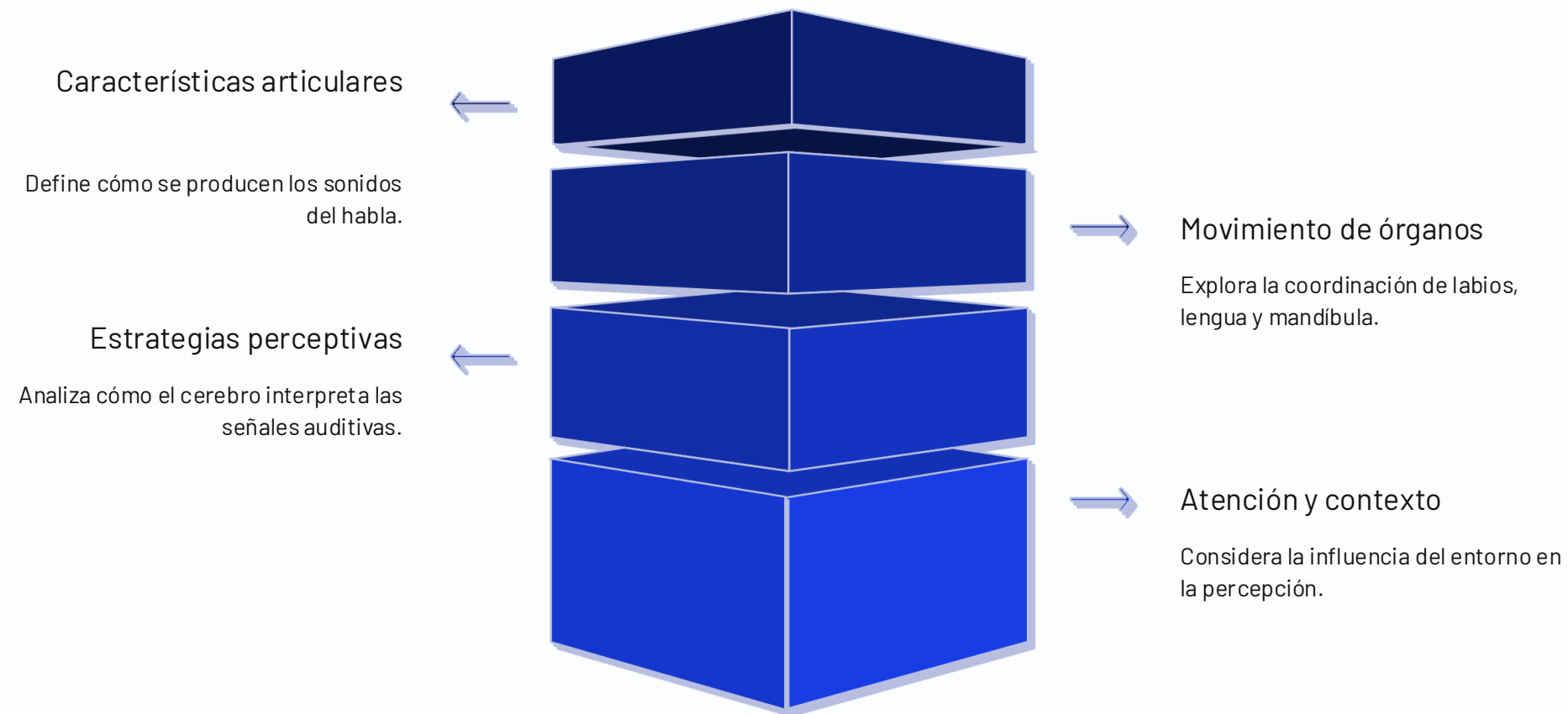
¿La evaluación de la inteligibilidad representa un valor objetivo o una percepción subjetiva del oyente?

Discrepancias entre la autopercepción del hablante y la percepción del oyente

- Discrepancias en las calificaciones:
 - Walshe et al. (2008) informaron que los hablantes con disartria calificaron su **propia inteligibilidad de manera diferente** a los terapeutas del lenguaje y del habla y a los oyentes inexpertos, sin diferencias grupales significativas pero con una variación individual notable.
 - McAuliffe et al. (2010) no encontraron una relación significativa entre la inteligibilidad a **nivel de conversación y la efectividad comunicativa percibida**, lo que **sugiere que los hablantes pueden sobreestimar su éxito comunicativo** en relación con las percepciones de los oyentes.
- Implicaciones para la evaluación:
 - Estos estudios informan discrepancias entre las medidas autoevaluadas y las evaluadas por los oyentes, lo que resalta el valor de **incluir ambas perspectivas en la evaluación y el establecimiento de objetivos.**

Inteligibilidad del Habla: Interacción y Predictores Cuantitativos

- Las características articulatorias de los **hablantes**.
- Las estrategias perceptivas de los **oyentes**.



Esta dinámica dual es fundamental en la evaluación clínica de la disartria y en el diseño de estrategias de rehabilitación (Weismer et al. 2012)



El Proceso de la Comunicación Verbal

La comunicación verbal es un ciclo dinámico que asegura la transferencia de información y significado entre individuos. La inteligibilidad del habla es un componente fundamental en este proceso.



Hablante: Codificación

El hablante formula una idea y la convierte en un mensaje lingüístico estructurado, seleccionando palabras y organizando la sintaxis.



Transmisión: Señal Acústica

Los músculos del habla producen sonidos que viajan como ondas sonoras. Aquí, la **inteligibilidad** es crucial para la claridad del mensaje.



Oyente: Decodificación

El oyente recibe la señal acústica, la procesa a nivel fonético, semántico y pragmático para interpretar el significado del mensaje.



Inteligibilidad desde el oyente

Los **mecanismos auditivos periféricos** proporcionan un análisis **espectrotemporal** inicial dentro de los 50-100 ms que alimenta las etapas de procesamiento central, incluido el procesamiento fonológico/léxico (100-400 ms) y la integración semántica/sintáctica (después de 200 ms), respaldado por vías corticales duales para la integración auditivo-motora y el mapeo de sonido a significado, con regiones frontales que proporcionan modulación de Top-down.

(Gwilliams et al., 2017; Sarrett et al., 2020; Tezcan et al., 2022)

El Procesamiento Auditivo del Oyente

La comprensión del lenguaje hablado en adultos sanos implica una cascada dinámica e interactiva de procesos auditivos, orquestados en cuestión de milisegundos.

01

Análisis Espectrotemporal Inicial

Los mecanismos periféricos (nervio auditivo, señales binaurales y eferentes) proporcionan un análisis inicial rápido (50-100 ms), transmitiendo la información a la corteza auditiva primaria.

02

Procesamiento Fonológico y Léxico

Estudios con fMRI, EEG y MEG muestran que el procesamiento fonológico y léxico se desarrolla entre los 100 y 400 ms, identificando fonemas y palabras.

03

Integración Semántica y Sintáctica

La integración del significado y la estructura de las oraciones (semántica y sintáctica) emerge después de los 200 ms, construyendo la comprensión global del mensaje.



Mecanismos de integración binaural en la comprensión del habla

- Se observan puntos de integración en regiones como el giro supramarginal, el giro temporal superior y el giro frontal inferior, donde converge la información acústica y lingüística.
- El grado de interacción periférico-central está modulado por las **demandas de la tarea, la claridad del estímulo y las diferencias individuales en la capacidad auditiva o cognitiva.**
- Henkin et al. (2015) identificaron componentes de interacción binaural en múltiples etapas corticales, con una interacción central creciente en etapas de procesamiento posteriores.
- McFarlane y Sánchez (2024) y Roque et al. (2019) informaron la importancia de la estructura **fin temporal binaural** y el bloqueo de fase para la **percepción del habla en ruido.**

Evidencia de Correlación entre Producción y Percepción

Las **medidas objetivas de producción** son fuertes predictores de la comprensión auditiva, ofreciendo cuantificaciones claras de la variación en la inteligibilidad:



Precisión Articulatoria

Medidas como la claridad de la articulación y la velocidad de la lengua muestran correlaciones de hasta **0,90** con la inteligibilidad del habla.



Varianza Explicada

De Bodt et al. (2022) observaron que solo la articulación explicaba hasta el **89%** de la varianza total en la inteligibilidad.



Formantes Vocálicos

Las métricas de formantes vocálicos pueden predecir entre un **18% y un 75%** de variación de la inteligibilidad.

Lansford y Liss (2014) :

Descubrieron que los oyentes eran más capaces de identificar **símbolos vocálicos acústicamente distintivos** .

Demostraron que la **degradación acústica** de los símbolos vocálicos se traduce directamente en **percepciones erróneas del oyente**, subrayando el impacto directo de la calidad de la señal.

Los símbolos mal clasificados en el análisis de funciones discriminantes a menudo se alineaban con percepciones erróneas de los oyentes, lo que indica que las degradaciones acústicas tienen consecuencias perceptivas específicas. ,



Contribuciones del procesamiento semántico a la comprensión

- El papel del contexto semántico:

Se destaca la importancia del contexto **semántico, la imaginabilidad y la frecuencia de las palabras para apoyar la inteligibilidad, especialmente cuando el procesamiento auditivo-fonológico está comprometido** (Robson et al., 2019; Woolf, 2005)

Influencia del Oyente y Factores Contextuales en la Inteligibilidad

Factores Críticos en la Percepción del Oyente



Experiencia del Oyente

Aunque los oyentes **experimentados** (terapeutas) e **inexpertos** muestran una precisión de transcripción comparable, la familiaridad influye: las calificaciones de los interlocutores familiares (p. ej., familiares) tienden a ser más positivas que las de extraños.



Impacto del Contexto

La disponibilidad de señales contextuales aumenta la inteligibilidad reportada. Por ejemplo, el habla en el contexto de **oraciones** es percibida como más inteligible que la producción de palabras **aisladas**.



Déficits en el procesamiento auditivo-fonológico están asociados con una menor inteligibilidad del habla

Varios estudios que utilizan tareas de discriminación informan deficiencias en el **mapeo fonémico, el procesamiento acústico-fonético y el procesamiento temporal como factores importantes.**

(McAuliffe et al., 2014; Robson et al., 2019; Rogalsky et al., 2020; Tallal y Newcombe, 1976; Tjaden y Sussman, 2006)

Procesos cognitivos y la inteligibilidad en LCA

- ▶ La memoria de trabajo y las limitaciones de atención estarían relacionadas con un procesamiento más lento.
- ▶ Mayor número de errores en condiciones de enmascaramiento y una reducción de los beneficios de la segregación espacial.

- McAuliffe et al. (2010) no encontraron una relación significativa entre la inteligibilidad a **nivel de conversación y la efectividad comunicativa percibida**, lo que **sugiere que los hablantes pueden sobreestimar su éxito comunicativo** en relación con las percepciones de los oyentes



Los déficits en el procesamiento auditivo-fonológico, la memoria de trabajo y la atención, así como el procesamiento prosódico y semántico, parecen afectar la inteligibilidad del habla

Modulación atencional del procesamiento auditivo-lingüístico

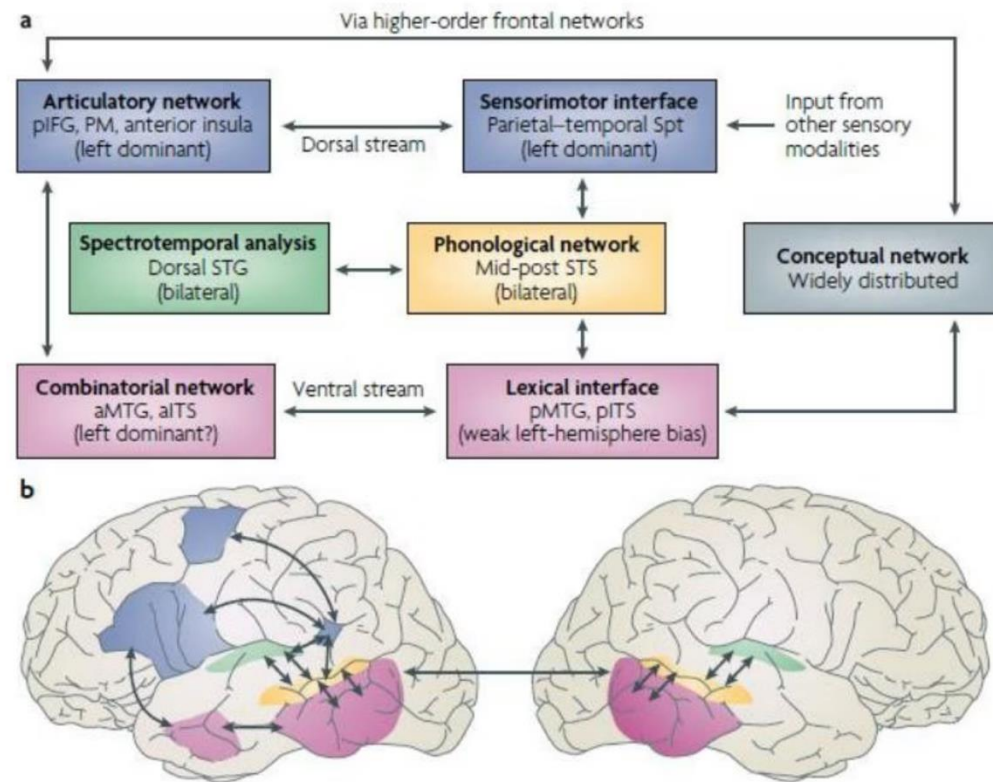
- ☐ Se informa que los **mecanismos de atención** son críticos para el procesamiento del habla de alto nivel, especialmente en condiciones desafiantes o ambiguas.
- ☐ La atención mejora la activación en las regiones auditivas y prefrontales, lo que permite el procesamiento fonémico y léxico-semántico.
- ☐ En condiciones **degradadas**, el procesamiento se limita a las primeras etapas perceptivas.
- ☐ La atención de **TOP-DOWN** modula la integración de la información sensorial y lingüística, como se observa en el reclutamiento de las redes ejecutivas y cíngulo-operculares
- ☐ El grado de modulación de la atención está influenciado por la **claridad del estímulo** y las **demandas de la tarea** .

(Harris et al., 2009; Lee et al., 2018; McGettigan et al., 2012; Sabri et al., 2008)

Efectos del contexto lingüístico en la inteligibilidad

- Uso de señales contextuales y prosódicas:
 - Los estudios informan que los oyentes utilizan una combinación de señales **acústicas, prosódicas y contextuales** para resolver el **habla degradada**, y que la ponderación de estas señales varía según la condición y el trastorno (McAuliffe et al., 2014; Tjaden y Sussman, 2006; Borrie, 2011; Borrie y Lansford, 2018; “Reconocimiento de la prosodia”, 2011).
 - Por ejemplo, se informa que un **aumento del volumen lleva a los oyentes a priorizar las señales fonético-acústicas**, mientras que una **velocidad reducida desplaza la atención hacia las señales de estrés léxico** (McAuliffe et al., 2014).
 - Se informa que la experiencia en la percepción del ritmo facilita la adaptación al habla disrítmica, aunque no la inteligibilidad inicial, y el efecto varía según el tipo de disartria (Borrie y Lansford, 2018).

Dual-stream model



La **corriente dorsal** está implicada en la adaptación al **habla ambigua o degradada**, mientras que la corriente **ventral** está implicada en la **integración semántica y sintáctica**.

(Fonteneau et al., 2014; Grabski et al., 2013; Specht, 2014; Zhang et al., 2011)



Desafíos en la Discriminación Fonémica

Un **mapeo fonémico deficiente** y los patrones de error en la discriminación fonética conducen a **clasificaciones erróneas**.

Este problema se agrava en **condiciones adversas**, como el habla rápida o entornos ruidosos, donde la claridad de las señales se ve comprometida.

Impacto de la Velocidad del Habla

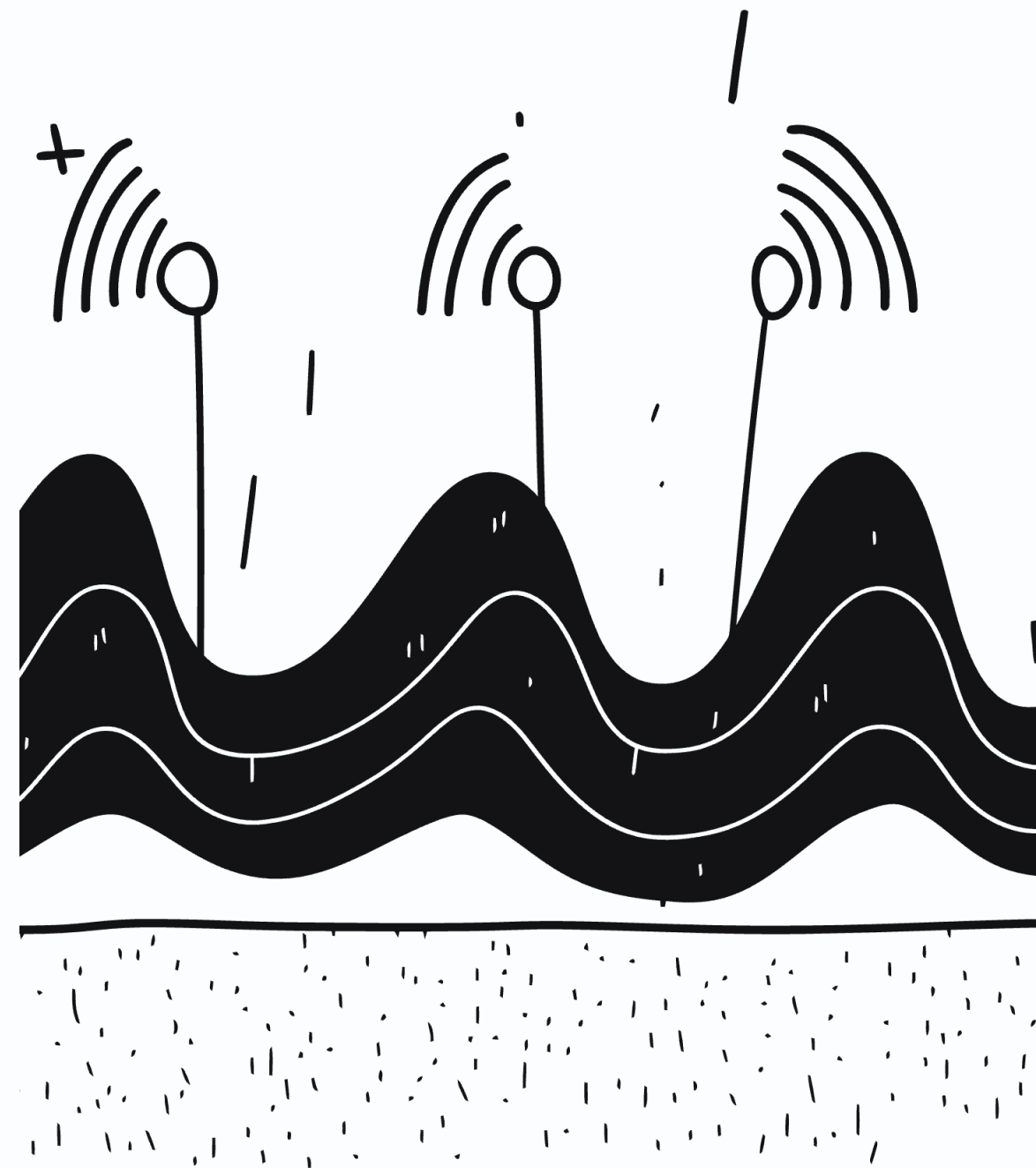
La adopción de **velocidades de habla más lentas** puede mejorar la precisión de manera notable.

Al reducir la velocidad, se posibilita una **re-priorización de las señales** auditivas, facilitando una interpretación más correcta y minimizando errores de comprensión.

Impacto de las manipulaciones acústicas:

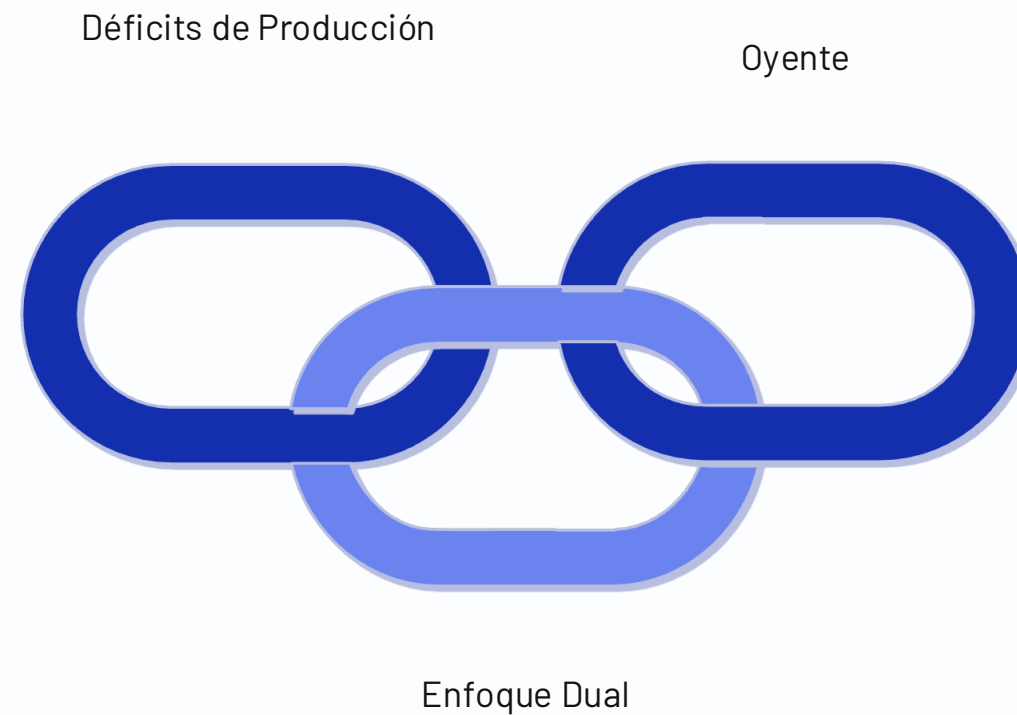
Se informa que las manipulaciones acústicas (**ruido, enmascaramiento, cambios de frecuencia**) exacerban los déficits y que las personas con lesión cerebral adquirida se ven afectadas de manera desproporcionada por condiciones de escucha adversas (Fitzhugh et al., 2021; Hoover et al., 2017; Moineau et al., 2005; Rogalsky et al., 2020)

Se informa que la **familiarización y el entrenamiento** explícito mitigan parcialmente estos efectos, particularmente en la **disartria**, al mejorar el mapeo de señales degradadas en categorías fonológicas existentes (Borrie, 2011; Liss et al., 2002).



Impacto en los Resultados Comunicativos

- Este **enfoque dual** mejora los resultados comunicativos al abordar tanto los déficits en la producción como los ajustes y expectativas del oyente.



Este enfoque integrado no solo corrige los déficits fonéticos, sino que también optimiza la inteligibilidad y la calidad de la interacción comunicativa en la vida diaria de los individuos.

Los mecanismos centrales, incluida la atención, la funciones ejecutivas y la codificación predictiva, pueden compensar los déficits periféricos

Se informó de una mayor activación frontal, reclutamiento de redes de atención y modulación de Top-down del análisis acústico.

(Grataloup et al., 2009; Lee et al., 2018; Sarrett et al., 2020; Zhang et al., 2011)

Habilidades cognitivas del oyente

Varios estudios (Lansford et al., 2022; Ingvalson et al., 2017; Lee et al., 2014; Fletcher et al., 2022) se centraron en el papel de las capacidades cognitivas del oyente (en particular, la memoria de trabajo, el vocabulario y la función ejecutiva) para apoyar la percepción y la adaptación al habla disártrica.

Deficiencias cognitivas del hablante

Estudios de poblaciones con esclerosis múltiple y enfermedad de Parkinson (Mackenzie y Green, 2009; Feenaughty et al., 2020; Feenaughty et al., 2018; Barnish et al., 2016) enfatizaron el impacto del deterioro cognitivo del hablante en la inteligibilidad y la comunicación.

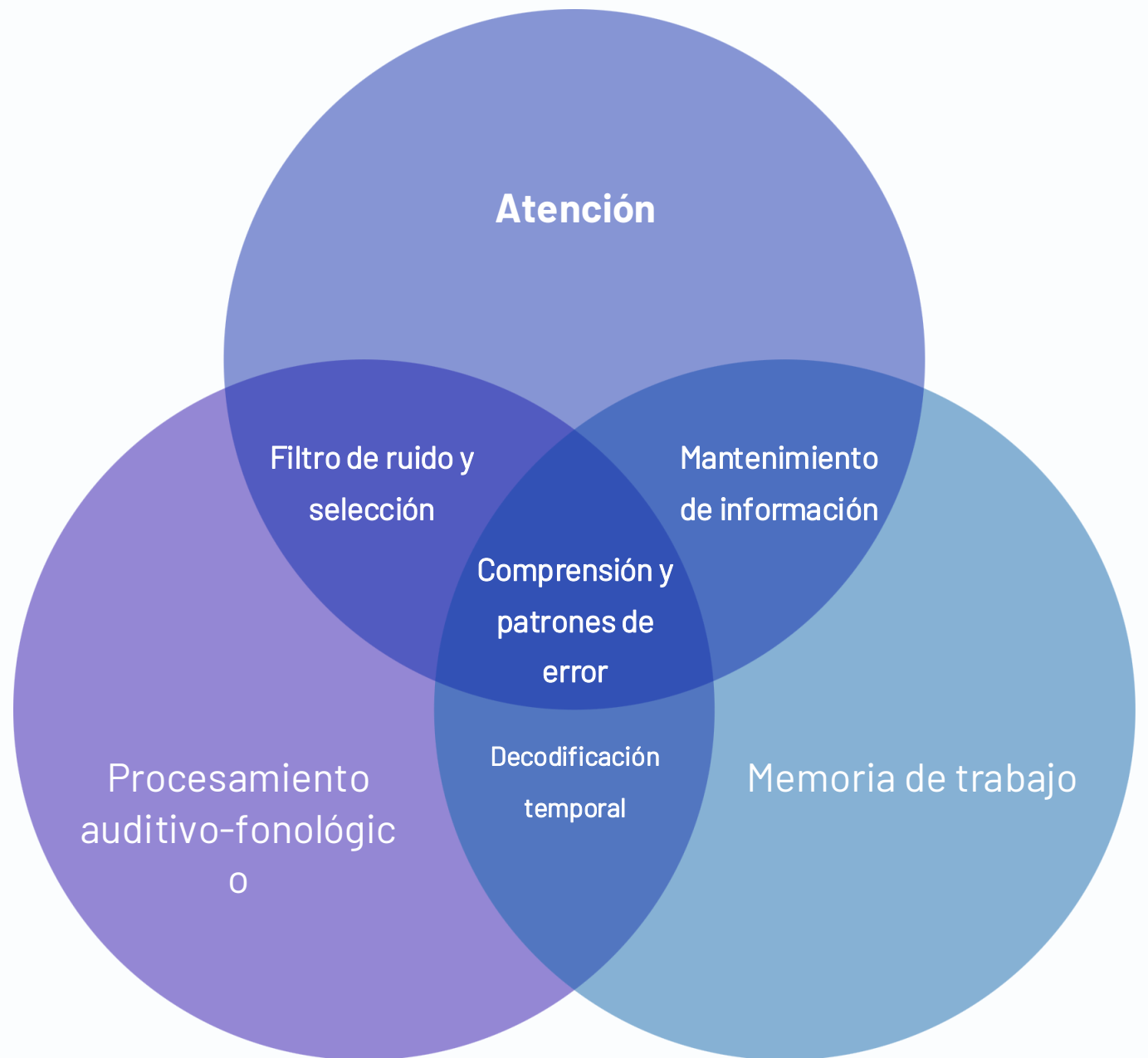
- La memoria episódica, la expresión lingüística y la capacidad cognitivo-lingüística global se vieron particularmente afectadas en la esclerosis múltiple, con fuertes asociaciones con la inteligibilidad.
- Algunos grupos con disartria y deterioro cognitivo se acercaron al límite en las tareas de transcripción de oraciones, lo que sugiere que las pruebas de inteligibilidad estándar pueden no ser siempre sensibles a las diferencias en esta población.
- Los estudios informaron que el deterioro cognitivo estaba vinculado de manera más consistente a dificultades de comunicación más amplias que a la inteligibilidad sola.

Bases para la rehabilitación de la actividad comunicativa



Procesos Cognitivos Clave en la Inteligibilidad del Habla

La inteligibilidad del habla en adultos con lesión cerebral adquirida depende de la interacción de diversos procesos cognitivos, cada uno con una contribución única a la comprensión del oyente y a los patrones de error.



Influencias contextuales en los resultados de inteligibilidad

- Papel del contexto:
 - Patel et al. (2014) demostraron que el contexto del habla (aislamiento versus oración) y la disponibilidad de señales contextuales para los oyentes influyen significativamente en la inteligibilidad.
 - Las palabras producidas de forma aislada y en el contexto de la oración fueron igualmente inteligibles, pero las palabras extraídas (sin contexto) fueron menos inteligibles, lo que indica que los oyentes confían en el contexto para compensar la claridad articulatoria reducida.
 - Los autores interpretan esto como consistente con la teoría de hipo-hiperarticulación sugiriendo que los hablantes modulan la precisión articulatoria en función de las variables del oyente o de la tarea.

El Enfoque Dual

Para maximizar la efectividad en la rehabilitación del habla, es fundamental adoptar un enfoque dual que aborde tanto la producción del habla como la percepción del oyente.



Análisis de la Producción

Se enfoca en evaluaciones objetivas como el **análisis acústico** del habla, identificando déficits específicos en la articulación y fonación.



Evaluación Perceptual

Considera cómo el habla es percibida por diferentes oyentes (familiares, terapeutas), adaptando las intervenciones a sus **ajustes y expectativas**.



De Bodt et al. (2002) descubrieron que la articulación era el factor que más contribuía a la inteligibilidad en un modelo de regresión múltiple ($R^2 = 0,89$), junto con la voz, la nasalidad y la prosodia

Weismer et al. (2012) informaron que la velocidad de la lengua, medida por la pendiente F2 y el movimiento articulatorio, estaba altamente correlacionada con la inteligibilidad (correlaciones de hasta 0,90) entre hablantes con enfermedad de Parkinson, esclerosis lateral amiotrófica y controles.

Lansford y Liss (2014) descubrieron que las métricas de formantes vocálicos, particularmente la relación de centralización de formantes y la dispersión media, predecían entre el 18 y el 75 % de la varianza en la inteligibilidad y la precisión vocálica.

¿Cómo rehabilitar?



Habla

- **Articulación Precisa:** Enfocarse en la colocación y el movimiento correctos de los articuladores (labios, lengua, mandíbula) para producir los sonidos del habla con mayor claridad.
- **Aumento de Volumen:** Mantener un nivel de volumen adecuado para asegurar que la señal sea audible.
- **Ritmo Apropiado:** Controlar la velocidad del habla para dar tiempo al oyente para procesar la información y al hablante para producir los movimientos articulatorios con precisión.



Retroalimentación

- La terapia incorpora una **fuerte retroalimentación** para facilitar el aprendizaje motor.
- **Entrenamiento de Conciencia:** Los participantes aprenden a identificar la diferencia entre su habla habitual y su habla clara.
 - **Grabación y Evaluación:** El uso de grabaciones de audio y video permite a los participantes escuchar y ver su propia producción de habla, comparando su desempeño con un modelo.

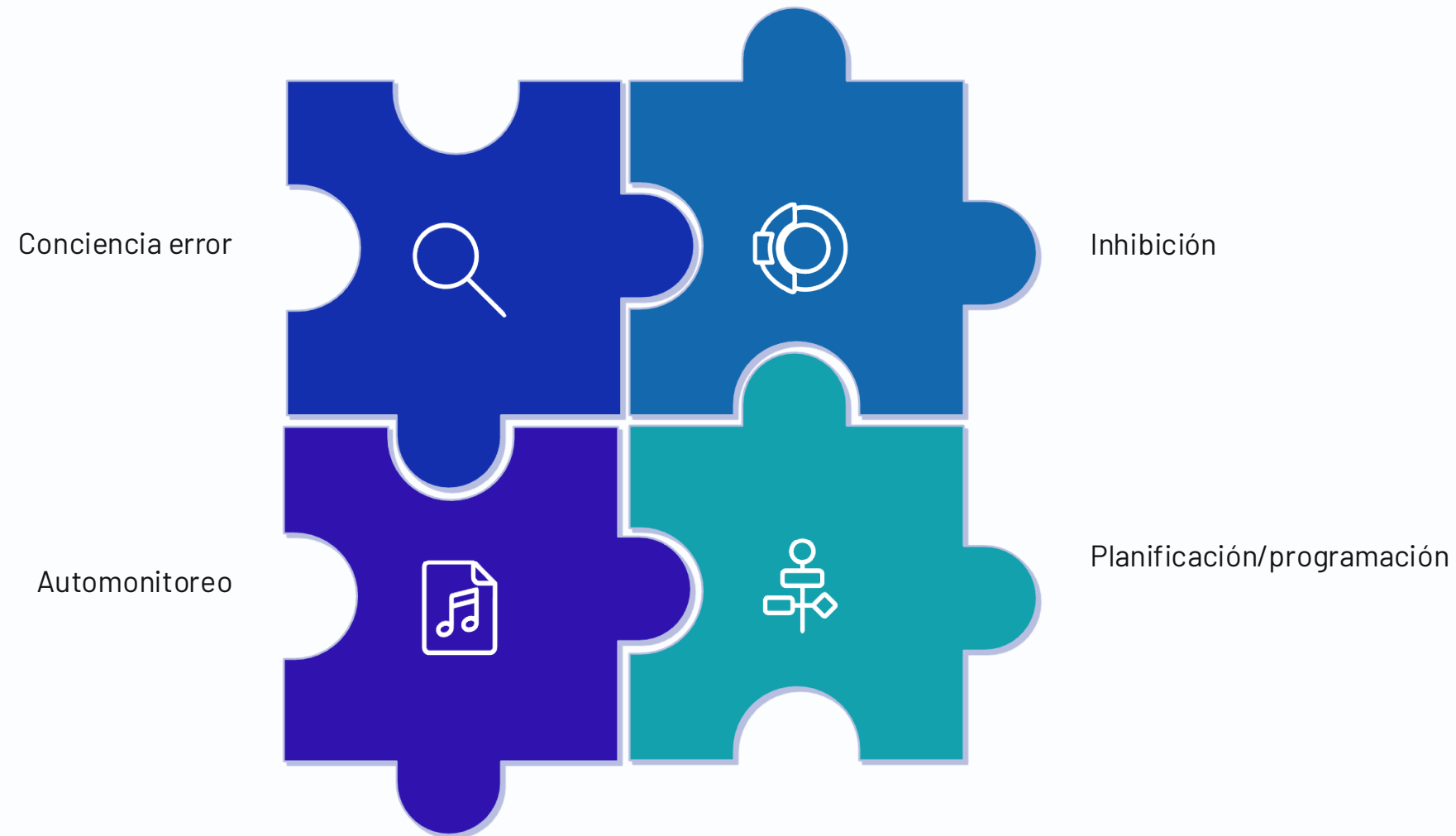


Jerarquía de Tareas

- El entrenamiento se estructura siguiendo una jerarquía de complejidad creciente:
- **Nivel de Palabras/Frases:** Comienza con tareas de producción a nivel de palabra y frases cortas.
 - **Nivel de Oraciones:** Progresas hacia la producción de oraciones con mayor longitud y complejidad.
 - **Nivel Conversacional:** Finalmente, se practica la aplicación de las estrategias de habla clara en contextos más naturales y espontáneos, como conversaciones y monólogos.

Procesos cognitivos claves en la rehabilitación del habla

Proceso complejo que se sustenta en la activación y mejora de varios procesos cognitivos fundamentales. Estos procesos permiten a los individuos identificar, planificar y ejecutar patrones de habla claros y efectivos.



Conclusión

Los hallazgos clave en los estudios incluidos indican que:

1. La memoria de trabajo y la atención predicen el rendimiento en condiciones acústicas adversas, y una mejor capacidad se correlaciona con una mejor liberación espacial e integración de señales.
2. Los procesos prosódicos y semánticos determinan la dependencia de las señales contextuales, y se observa una ponderación alterada cuando la entrada auditiva se ve comprometida.
3. La familiarización y el entrenamiento explícito pueden mejorar el mapeo de señales y mitigar parcialmente los patrones de error.

Estos resultados confirman que existen procesos cognitivos distintos e interactuantes que subyacen a los factores relacionados con la percepción que influyen en la inteligibilidad del habla y contribuyen de manera única a la comprensión y a los patrones de error de los oyentes en esta población.



Gracias.