



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

INSTITUTO DE NEUROBIOLOGÍA

**ESTUDIO DE LA IDENTIFICACIÓN DE IRONÍA: LAS CLAVES CONTEXTUALES QUE LA
FACILITAN Y LOS PROCESOS COGNITIVOS Y LAS ÁREAS CEREBRALES QUE LA
HACEN POSIBLE**

TESIS

**QUE PARA OPTAR AL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS**

PRESENTA:

DIOLA ELIZABETH VALLES CAPETILLO

DIRECTOR DE TESIS

DRA. MARÍA MAGDALENA GIORDANO NOYOLA
Instituto de Neurología, Campus Juriquilla, UNAM

COMITÉ TUTOR

DR. LUIS CONCHA LOYOLA
Instituto de Neurología, Campus Juriquilla, UNAM

DR. JUAN FERNÁNDEZ RUIZ
Departamento de Fisiología. Facultad de Medicina. UNAM

MÉXICO, QRO. JULIO DE 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Lenguaje	9
1.2. Identificación de la ironía	10
1.3. Recursos cognitivos	13
1.4. Recursos psicofisiológicos	16
1.5. Imagen por Resonancia Magnética funcional	21
II. OBJETIVOS	24
III. HIPÓTESIS	24
IV. ESTÍMULOS DE IRONÍA	25
4.1 Diseño de estímulos	25
4.1.1. Clave de discrepancia contextual	25
4.1.1.1. Caracterización psicolingüística	27
4.1.1.1.1. Método	27
4.1.1.1.2. Resultados	31
4.1.2. Claves paralingüísticas	33
4.1.2.1 Expresión facial	33
4.1.2.1.1 Materiales y métodos	33
4.1.2.1.1.1. Participantes	35
4.1.2.1.1.2. Resultados	35
4.1.2.2. Prosodia	36
4.1.2.2.1. Grabación de estímulos	36
4.1.2.2.2. Selección de parámetros acústicos	37
4.1.2.2.2.3. Análisis de parámetros acústicos	38
4.2. Identificación de ironía	40
4.2.1 Discrepancia contextual	41
4.2.1.1 Participantes	41
4.2.1.2 Materiales y métodos	41
4.2.1.3 Resultados	43
4.2.1.4. Grabación de estímulos	46
4.2.2. Expresión facial	47
4.2.2.1. Participantes	47
4.2.2.2. Materiales y métodos	47
4.2.2.3. Resultados	48
4.2.3. Claves paralingüísticas	49
4.2.3.1 Participantes	49
4.2.3.2 Materiales y métodos	49
4.2.3.2.1 Expresión facial	50

4.2.3.2.2 Prosodia	50
4.2.3.3. Resultados	52
4.3. Comparación entre claves paralingüísticas	56
4.3.1 Participantes	56
4.3.2. Materiales y métodos	56
4.3.3. Resultados	57
4.4. Discusión	60
V. PROCESOS COGNITIVOS Y ÁREAS NEURALES DE LA IRONÍA	67
5.1 Método	67
5.1.1. Participantes	67
5.1.2. Paradigma conductual	67
5.1.3. Resonancia Magnética Funcional	70
5.2. Resultados	72
5.2.1. Paradigma conductual	72
5.2.2. Procesos cognitivos	73
5.2.3. Áreas neurales	76
5.2.3.1 Contraste de una condición versus las demás	76
5.2.3.2 Contraste entre pares de condiciones	78
5.2.3.2.1 Ironía	78
5.2.3.2.2 Mentira	82
5.2.3.2.3 Literal	82
5.2.3.2.4 Sin relación	84
5.3. Discusión	85
VI. DISCUSIÓN GENERAL	92
6.1. Estímulos de ironía	92
6.2. Procesos cognitivos y áreas neurales	94
VII. BIBLIOGRAFÍA	97
VIII. SUPLEMENTARIOS	109

El lenguaje está en el corazón de todas las cosas humanas, lo usamos cuando hablamos, pensamos, leemos, escribimos y escuchamos. Es parte de las comunidades humanas, forja el vínculo emocional entre padre e hijo, entre la literatura y la poesía. El lenguaje no es solo parte de nosotros, el lenguaje nos define (O'Grady, W., 2001).

AGRADECIMIENTOS

A todos los maravillosos niños con autismo que me ayudaron a elegir este camino en la investigación. A los participantes del grupo de autismo que lamentablemente la situación no permitió que terminaran, pero les estoy profundamente agradecida. También a todos los participantes del grupo “neurotípico” que tuvieron interés en participar en los diferentes estudios de este proyecto, agradezco todo su interés y tiempo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, al Instituto de Neurobiología, al Posgrado en Ciencias Biomédicas y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca recibida para realizar este doctorado.

Mi más profundo agradecimiento a la Dra. Magda Giordano por ser una maravillosa guía en el mundo de la investigación, por brindarme siempre su apoyo, confianza y ser un ejemplo de persona en el plano académico y personal.

A mi comité tutor, el Dr. Luis Concha y Dr. Juan Fernández por toda su paciencia, comentarios, sugerencias, críticas y corrección de tesis, las cuales fueron fundamentales para mi crecimiento y el de este estudio.

A la Dra. Verónica, por ser siempre estar dispuesta a escucharme y por ser una gran guía en lo personal y académica y a Solecito por siempre ser un gran apoyo en todo lo relacionado con el laboratorio

A Ma. del Carmen Méndoza López por su apoyo en todos los trámites administrativos

A Edna por ser una gran amiga durante este camino, por todas las salidas, discusiones y pláticas, sin las cuales este tiempo no hubiera sido el mismo.

A Diego Ángeles por las pláticas y por brindarme su amistad.

A Erick Pasaye, Leopoldo Gonzalez-Santos y a todos los del Laboratorio Nacional de Imagenología por Resonancia Magnética (LANIREM) por su apoyo técnico y permitirme realizar la adquisición de datos en la Unidad de Resonancia Magnética También, a Luis Alberto Aguilar y al staff del Laboratorio Nacional de Visualización Nacional Avanzada (LAVIS) por el apoyo técnico

A Azalea Reyes y Domingo Martínez por todas sus enseñanzas y apoyo. A Cristian Ibarra, Karla Cárdenas, Averí Giudicessi, Yonadab Jared por su apoyo en la adquisición de datos. A mis compañeros de laboratorio.

A Felipe por todo cariño, apoyo y paciencia durante el final de este trayecto.

A mi familia, especialmente a mi mamá y mi hermana por ser mi apoyo, las cuales han sido mi motor .

A Lili, Marisol, Ame, Lau, Alma y Rox, por brindarme su amistad y cariño.

A mis perritas, Nymeria, Lady y Kira, que siempre alegran mis días y darme una patita cuando lo necesitaba.

ABSTRACT

Social communication is fundamental for successful social interactions. One of the most difficult communication acts is verbal irony. Verbal irony transmits the opposite meaning to its literal counterpart. Thus, it has been proposed to be a good indicator of social communication ability. Contextual discrepancy, facial expression and prosody are cues that can help to identify verbal irony. The identification of verbal irony is supported by the cognitive processes of Theory of Mind (ToM), inhibitory control and perceptual style. Regarding the brain areas that have been associated with its identification, are the medial prefrontal cortex (MPFC), posterior superior temporal gyrus (pSTG), and the inferior frontal gyrus (IFG). The first aim of this study was to create a task that evaluated the identification of verbal irony identification in adults, that could be used for functional magnetic resonance imaging experiments. This process included assessing the role of contextual discrepancy, facial expression and prosody. The second aim was to analyze the cognitive processes involved in verbal irony, such as ToM, inhibitory control and perceptual style. The third aim was to study the neural correlates involved during verbal irony identification. Results showed that the contextual discrepancy, facial expression and prosody were relevant cues that help to identify verbal irony; with contextual discrepancy being the cue that produced the highest classification accuracy. Behavioral results indicated that there is a positive association between greater scores in verbal irony and greater scores in ToM and inhibitory control tasks. Also, the Precuneus, the pSTG and the right IFG, showed stronger activation during the verbal irony task. These results indicate that ToM and inhibitory control have an association with verbal irony identification and that the Precuneus, IFG, and the pSTG play a fundamental role in its processing.

keywords: irony, ToM, Precuneus, IFG, pSTG

RESUMEN

La comunicación social es fundamental para las interacciones sociales exitosas. Una de las formas de comunicación más difíciles de identificar es la ironía verbal. La ironía verbal transmite un significado opuesto a su contraparte literal. La discrepancia contextual, expresión facial y prosodia son pistas que ayudan en la identificación de la ironía verbal. Respecto a los procesos cognitivos que se han asociado con la exitosa identificación de ironía verbal, son la Teoría de la Mente (TdM), control inhibitorio y estilo de procesamiento perceptual. Y las áreas cerebrales que se han asociado con su identificación con la corteza prefrontal medial (CPFm), giro temporal superior posterior (GTSp) y el giro inferior frontal (GFI). El primer objetivo de este estudio fue crear y evaluar una tarea de identificación de ironía verbal que pueda ser usada en un estudio de neuroimagen. Este proceso incluye evaluar el papel de la discrepancia contextual, expresión facial y prosodia. El segundo objetivo fue analizar los procesos cognitivos involucrados en la ironía verbal, cómo la TdM, control inhibitorio, y el estilo de procesamiento perceptual. El tercer objetivo fue estudiar el correlato neural involucrado en la ironía verbal. Los resultados muestran que la discrepancia contextual, expresión facial y prosodia son claves que ayudan a identificar la ironía verbal; siendo la discrepancia contextual la pista que produce el mayor porcentaje de clasificación. Los resultados conductuales indican que existe una relación positiva entre la identificación de ironía con pruebas que evalúan la TdM y el control inhibitorio. También, el Precúneo, el GFI derecho y el GTSp, muestran incremento en su actividad durante la identificación de ironía verbal. Estos resultados indican que los procesos de TdM y control inhibitorio, y las regiones cerebrales del Precúneo, GFI y el GTS, juegan un papel fundamental en la identificación de ironía verbal.

Palabras claves: ironía, TdM, Precúneo, GFI, GTSp

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Lenguaje

Las actividades de nuestros antepasados prehistóricos, como la caza de animales para el consumo, demandaban trabajo en colaboración y formaron un papel fundamental en el desarrollo del lenguaje. Al ser actividades con alta demanda colaborativa, la comunicación se volvió una herramienta importante y un pilar en el desarrollo de actividades sociales cada vez más complejas. Conforme incrementó el nivel de complejidad de las actividades sociales, a su vez, se propició el desarrollo de un sistema de comunicación más flexible y complejo, hasta llegar al sistema que actualmente denominamos lenguaje humano (Hockett, 1971). Así, por aproximadamente 200,000 años el lenguaje ha jugado uno de los papeles más importantes en la especie humana (Pagel, 2017).

El lenguaje nos permite comunicar pensamientos y sentimientos, a través de la combinación de sonidos, gestos y símbolos (Balconi, 2010). La interpretación del lenguaje requiere de procesos lingüísticos, como la recuperación del significado de las palabras de la memoria léxica, así como procesos gramaticales y fonológicos, los cuales involucran la red cerebral fronto-temporal (Friederici, 2011). Sin embargo, para comprender el lenguaje durante las interacciones sociales, el estudio del lenguaje en sí no es suficiente (Airenti, 2017). Es necesario enfocarse en cómo funciona la comunicación, considerando la intención de un enunciado en el contexto específico de su emisión (Egorova et al., 2016; Escandell Vidal, 2006).

La rama que estudia al lenguaje, desde su función, se denomina pragmática. Concretamente, las habilidades pragmáticas se han definido cómo la capacidad de comunicar, expresar y reconocer intenciones (Scott-Phillips, 2017). Se ha propuesto que la pragmática es potencialmente rica en marcadores conductuales, los cuales pueden usarse en el diagnóstico temprano de deterioro cognitivo en las demencias neurodegenerativas (Cummings, 2020). La alteración en las habilidades pragmáticas se encuentra en diferentes diagnósticos, como el trastorno de la comunicación social, el cual se ha estimado que del 7 al 11% de los niños presentan este diagnóstico (Ellis Weismer et al., 2021); el trastorno del espectro autista, el cual se ha estimado que 1/100 niños presentan este trastorno (Zeidan et al., 2022); también, en pacientes con esquizofrenia, en este trastorno se ha reportado que el 77% tienen impedimentos pragmáticos (Bambini et al., 2016). Dentro de la pragmática se encuentra la ironía verbal, la cual es uno de los actos de comunicación más difíciles de detectar (Angeleri et al., 2008) y por lo cual se ha propuesto que puede ser un indicador útil de las habilidades pragmáticas (Caillies et al., 2014).

1.2. Identificación de la ironía

La ironía cumple diferentes papeles dentro de la comunicación, como transmitir sentimientos de manera indirecta (Shamay-Tsoory et al., 2005), expresar cortesía, mostrar emoción o humor y potenciar la crítica (Milanowicz, 2013). Es uno de los actos de comunicación más utilizado durante las interacciones sociales. Se ha reportado que se utiliza en el 7% de todos los turnos conversacionales (Tannen, 2005) y el 8% del tiempo en pláticas entre amigos (Gibbs Jr., 2000). Su alteración está presente en un gran número de patologías,

por ejemplo el Trastorno de la comunicación social, Trastorno del Espectro Autista (American Psychiatric Association, 2013), esquizofrenia (Bambini et al., 2016), entre otros.

La teoría pragmática estándar propone que la ironía inicialmente es interpretada de manera literal, después, al detectar la incompatibilidad entre el enunciado y el contexto, se realiza la interpretación irónica (Grice, 1975). Desde este enfoque, la ironía es vista como el significado opuesto a su interpretación literal y su identificación, comparado con la interpretación literal, requiere un costo cognitivo adicional para el receptor. En contraparte a la teoría pragmática estándar, Gibbs (1994) propuso la teoría de acceso directo. Esta teoría propone que la información lingüística y contextual interactúan simultáneamente en fases tempranas. Por tal, si el contexto apoya a la interpretación irónica, esta se activará directamente sin necesidad de que la interpretación literal sea accedida primero (Gibbs, 1994). Ambas propuestas enfatizan la importancia que tiene el contexto en la interpretación de la ironía. En contraparte a estas dos propuestas, la hipótesis de la saliencia graduada (Giora, 1997) propone que los significados sobresalientes se activan inicialmente, dando un papel limitado al contexto. Giora definió la saliencia como "la accesibilidad de los significados de las palabras o colocaciones fuera de contexto". Así, si están presentes señales destacadas que respalden la interpretación de la ironía, esto se calcularía primero.

Diferentes claves han sido asociadas con el éxito en la identificación de la ironía. Pexman (2008), en el modelo "The parallel constraint satisfaction framework for verbal irony interpretation", propone que las claves cruciales son: la información del contexto, enunciado y hablante. Dentro del contexto se analiza el evento inmediato y la historia que comparten los interlocutores (Pexman, 2008).

En la información del enunciado, son consideradas la frecuencia con la que es usado el enunciado con intención irónica, y la valencia emocional que genera el enunciado dentro del contexto en el que se emite (Pexman, 2008). Attardo (2000), propone que las propiedades psicolingüísticas del enunciado juegan un papel fundamental en la identificación de la ironía. Acorde a esta propuesta, las propiedades clave para la identificación de enunciados irónicos son: relevancia, apropiado e intención del hablante. La relevancia, hace referencia a la relación que tiene el enunciado con el contexto. El enunciado es considerado irrelevante si no hay relación entre el enunciado y el contexto. La propiedad de apropiado, hace referencia a si el mensaje, que transmite el enunciado, es compatible con la información presente en el contexto. Si uno, o más presupuestos del enunciado, no son idénticos al contexto, el enunciado es considerado inapropiado. Por último, la intención del hablante al transmitir el enunciado también juega un papel importante. En el caso de la ironía, la intención es que el oyente reconozca el verdadero mensaje, i.e. que el hablante está siendo irónico (Attardo, 2000). Por último, respecto a la información que proviene del hablante se incluyen las expectativas que tiene el oyente, e.g., si el hablante tiende a emplear ironía frecuentemente, y la actitud que emplea al transmitir el mensaje, e.g., prosodia y expresión facial (Pexman, 2008).

A pesar, de que la ironía se puede identificar únicamente ante la discrepancia entre el enunciado y el contexto, las claves paralingüísticas, i.e. expresión facial y prosodia, pueden facilitar su identificación (Akimoto et al., 2014; Wang et al., 2006a). Dentro de los marcadores faciales, asociados a la ironía, se encuentran las cejas levantadas o bajas, ojos bien abiertos, entrecerrados o rodando, el parpadeo y sonrisa (Attardo et al., 2003). Referente a la clave

paralingüística de prosodia, ante enunciados irónicos, los cambios acústicos que se han reportado son: decremento en tono de voz, incremento en la intensidad de voz y disminución en la velocidad del habla (Rockwell, 2001).

Otro escenario de comunicación en el que se observa la importancia de las claves paralingüísticas es en las comunicaciones escritas. Durante este tipo de comunicación, el oyente depende principalmente de la información lingüística para identificar la intención. En un intento por sustituir la riqueza de las claves paralingüísticas durante la comunicación escrita, se emplean elementos que pueden cumplir un papel similar. Los signos de puntuación son empleados para moldear la prosodia (Regel & Gunter, 2017a). Por ejemplo, el enunciado: "¿Gracias por tu ayuda?", "¡Gracias por tu ayuda!", "Gracias por tu ayuda", a pesar de ser el mismo enunciado, transmiten diferentes mensajes gracias a los signos de puntuación empleados. Las expresiones faciales se pueden representar a través de signos gráficos, cómo emojis o emoticones (Weissman & Tanner, 2018). Así, es posible transmitir diferentes mensajes utilizando el mismo enunciado pero empleando diferentes emojis, por ejemplo: "Gracias por tu ayuda 😊" y "Gracias por tu ayuda 😏", el primer ejemplo se ha asociado con un enunciado sincero o literal y el segundo ha sido asociado con ironía (Weissman & Tanner, 2018).

1.3. Recursos cognitivos

Las claves de información de contexto, enunciado y hablante se apoyan en la experiencia que tiene el oyente con enunciados irónicos y por los recursos cognitivos, cómo la teoría de la mente (TdM) (Bohrn et al., 2012; Pexman, 2008; Spotorno et al., 2012), el

estilo de procesamiento holístico (Martin & McDonald, 2003) y funciones ejecutivas (Pexman, 2008). Por ello, en este apartado se describirán los recursos cognitivos que se podrían reclutar al momento de la identificación de un enunciado irónico, empezando por la TdM.

La TdM es la habilidad de representar los estados mentales de uno mismo y de otras personas, como deseos, creencias e intenciones (Premack & Woodruff, 1978). La TdM es considerada crítica, debido a que se asume que el código lingüístico en todas los enunciados es insuficiente para representar en su totalidad el significado que el hablante quiere comunicar, lo que deja un papel importante a la TdM para llenar ese vacío (Spotorno et al., 2012). La alteración en el ámbito socio-comunicativo en patologías, como el Trastorno del Espectro Autista, se ha asociado con alteración en el proceso de TdM (Baron-Cohen et al., 1985). También, se ha reportado que la identificación de ironía presenta una asociación significativa con el proceso de TdM en adultos mayores (Gaudreau et al., 2015).

La relación entre TdM e ironía, también se ha observado en estudios de neuroimagen. La red de TdM consiste en la unión temporo parietal (UTP), la corteza prefrontal medial (CPFm) y el precúneo (Van Overwalle, 2009). Se ha reportado que estas regiones presentan activación durante el procesamiento de ironía (Shibata et al., 2010; Spotorno et al., 2012; H. Uchiyama et al., 2006; H. T. Uchiyama et al., 2012; Wakusawa et al., 2007; Wang et al., 2006b). Estos resultados apoyan la propuesta de que ambos procesos están relacionados.

Otro proceso cognitivo que se ha asociado a la identificación de ironía es el estilo de procesamiento perceptual. El estilo de procesamiento perceptual es continuo, en un polo se encuentra el estilo enfocado en detalles o coherencia central débil, en el polo opuesto está el

estilo holístico o coherencia central fuerte. El estilo perceptual enfocado en detalles se refiere a que el oyente se centra en elementos específicos, como la información lingüística, ignorando otros elementos, como la expresión facial, contexto, entre otros. El estilo de procesamiento perceptual holístico, se refiere a que el oyente analiza globalmente los elementos del contexto y la información lingüística, lo cual favorece la correcta integración e interpretación del mensaje. Por ello, el estilo de procesamiento holístico se asocia con el éxito en la comprensión del lenguaje en contextos sociales (Martin & McDonald, 2003).

Por último, otro proceso cognitivo asociado son las funciones ejecutivas. Las funciones ejecutivas permiten inhibir conductas, actualizar información o estrategias para resolver problemas (Miyake et al., 2000). Se ha reportado que las funciones ejecutivas juegan un papel importante en las habilidades pragmáticas, prediciendo el desempeño pragmático en pacientes con lesión cerebral (Bosco et al., 2017). En adultos mayores se ha reportado que la identificación de la ironía tiene asociación con el control inhibitorio, la flexibilidad mental y la memoria de trabajo (Gaudreau et al., 2015). En población con Trastorno del Espectro Autista se ha reportado que las funciones ejecutivas tienen amplia influencia en la dificultad para comprender la comunicación social (May & Kana, 2020). Sin embargo, esta relación no es del todo clara en la población que no ha sufrido un deterioro en funciones cognitivas.

Cuando no hay recursos cognitivos suficientes que apoyen a la interpretación irónica, o bien, si las claves del contexto, enunciado y hablante no son detectadas adecuadamente, el enunciado irónico se puede interpretar erróneamente, como literal, mentira (Pexman, 2008), o sin relación al contexto.

1.4. Recursos psicofisiológicos

Para el estudio de los recursos psicofisiológicos involucrados en la identificación de la ironía, se han usado diferentes técnicas que han aportado valiosa información sobre la identificación de la ironía. Las técnicas psicofisiológicas que han sido ampliamente usadas en el estudio de la ironía son el rastreo ocular (comúnmente designado en inglés como eye-tracking), el electroencefalograma (EEG) y la imagen por resonancia magnética funcional (IRMf). El rastreo ocular, como su nombre lo indica, permite seguir los movimientos oculares que se realizan ante la presentación de un estímulo visual de interés, permitiendo conocer el tiempo de fijación de la mirada, la cantidad de veces que se mira, regresiones en el patrón ocular, entre otras. El electroencefalograma permite obtener información sobre los cambios de la actividad eléctrica, la cual es la suma del flujo de potenciales postsinápticos que son registrados en el cuero cabelludo. Los potenciales evocados relacionados con acontecimientos discretos es una de las medidas más utilizadas en EEG, debido a que permite estudiar la relación entre los cambios en la actividad eléctrica y los procesos cognitivos (Luck & Kappenman, 2016; Ripoll, 2013). La IRMf se basa en la detección de cambios hemodinámicos en el tejido cerebral relacionados con la oxigenación de la sangre y es una medida indirecta de la activación de regiones cerebrales, que sugiere su participación en la realización de una tarea particular (Geuter et al., 2016; Huettel et al., 2009).

Los estudios sobre la ironía que han utilizando rastreo ocular, han reportado que la ironía, comparado con enunciados literales, resulta en un incremento en el tiempo de la primera lectura (Baptista et al., 2015; Filik et al., 2014, 2014, 2017; Olkonemi et al., 2016;

Olkoniemi, Strömberg, et al., 2019; Turcan & Filik, 2016). También, que se presentan un mayor número de regresiones en la lectura de enunciados irónicos (Filik et al., 2017; Filik & Moxey, 2010; Olkoniemi, Johander, et al., 2019; Olkoniemi, Strömberg, et al., 2019; Turcan & Filik, 2016). Por último, en general se ha encontrado que la ironía requiere más tiempo de lectura (Au-Yeung et al., 2015, p.; Filik et al., 2014, 2017; Filik & Moxey, 2010; Olkoniemi et al., 2016; Olkoniemi, Johander, et al., 2019; Turcan & Filik, 2016). El incremento en las regresiones de lectura ha sido asociado con el proceso de reanálisis e integración de información, para identificar el mensaje. Este proceso de reanálisis de información podría respaldar la propuesta estándar pragmática; la cual propone que primero se analiza el significado literal y al detectar incompatibilidad con el contexto, se realiza una segunda interpretación, *i. e.*, irónica. En su conjunto, estos resultados parecen apoyar la propuesta de que la ironía es una de las formas de comunicación más difíciles de identificar.

Los estudios que han utilizado la técnica de EEG, han observado que ante enunciados irónicos, comparados con literales, se presenta un incremento en la amplitud positiva alrededor del milisegundo 200, denominado potencial P200 (Regel et al., 2010, 2011; Regel & Gunter, 2017a; Weissman & Tanner, 2018; Wickens & Perry, 2015). El potencial P200 se ha asociado con la detección de información relevante y/o anormal (Regel et al., 2010), con la detección de claves relevantes (p. ej., una actitud anómala) (Wickens & Perry, 2015) y con la detección temprana de la ironía (Weissman & Tanner, 2018).

El segundo potencial que se ha reportado consistentemente, es el potencial N400 (Caillies et al., 2019; Cornejo et al., 2007; Filik et al., 2014; Gibson et al., 2016; Regel et al., 2010; Regel & Gunter, 2017b). El incremento en el potencial N400 ha sido asociado con la

detección de discordancia (*mismatch*) entre información lingüística y prosodia (Gibson et al., 2016), comprensión global semántica (Cornejo et al., 2007) y con la identificación de enunciados anómalos (p. ej., irónicas, o sin sentido) (Regel et al., 2010).

Por último, el potencial que se ha observado más consistentemente es el P600 (Baptista et al., 2018; Caffarra et al., 2019; Caillies et al., 2019; Cornejo et al., 2007; Filik et al., 2014; Regel et al., 2010, 2011; Regel & Gunter, 2017b). Su incremento ha sido asociado con el proceso de integración (Spotorno et al., 2013), con la comprensión del comportamiento comunicativo del hablante acorde a la información contextual (Regel et al., 2010), con el proceso inferencial pragmático (Regel et al., 2011; Spotorno et al., 2013) y con el reanálisis de significado de enunciados a un nivel superior, p. ej., la anulación del significado literal ante un emoji de guiño, el cual tiende a interpretarse cómo irónico (Weissman & Tanner, 2018).

Los estudios que reportan incremento en el potencial P200, brindan evidencia que apoya la propuesta de la saliencia graduada de Grice (1994). Por su parte, los estudios que presentan únicamente incremento en el potencial N400 (Cornejo et al., 2007; Gibson et al., 2016) podrían estar apuntando a un análisis directo de la información, lo cual apoya la teoría directa de Gibbs (1994). Por último, los estudios que reportan el potencial P600, parecen reflejar la importancia del reanálisis en la identificación de la ironía, lo cual apoya la teoría estándar pragmática de Grice (1975). Estos hallazgos reflejan la complejidad que conlleva explicar la identificación de la ironía, la cual podría deberse a variabilidad en la complejidad de los estímulos y el peso que pueda tener cada clave para el oyente.

La técnica que nos permite evaluar las regiones cerebrales que participan durante el procesamiento de una tarea, por ejemplo identificación de ironía, es la IRMf. Se han reportado diferentes regiones cerebrales asociadas a la identificación de ironía. Se ha reportado la corteza prefrontal medial (Shibata et al., 2010; Spotorno et al., 2012; H. Uchiyama et al., 2006; H. T. Uchiyama et al., 2012; Wakusawa et al., 2007; Wang et al., 2006a). En el hemisferio izquierdo el giro frontal inferior (Spotorno et al., 2012), el lóbulo parietal inferior (Rapp et al., 2010; Spotorno et al., 2012), área presuplementaria y motora (H. Uchiyama et al., 2006), giro precentral (Rapp et al., 2010), precúneo (Shibata et al., 2010). En el hemisferio derecho el giro precentral (Rapp et al., 2010; Shibata et al., 2010), la corteza dorsolateral (Spotorno et al., 2012), el giro frontal inferior (Spotorno et al., 2012), giro temporal superior (Wang et al., 2006a) y el giro cingulado (Rapp et al., 2010; H. Uchiyama et al., 2006).

Los resultados descritos provienen de artículos con gran variabilidad metodológica con respecto al lenguaje nativo de los participantes, la modalidad de los estímulos y sistema de escritura. Un meta-análisis analizó los estudios sobre el correlato neural de la ironía, utilizando la técnica de IRMf. Los resultados mostraron que a pesar de la variabilidad metodológica, tres regiones presentan actividad consistente entre los estudios: el Giro Frontal Inferior (GFI), el Giro Temporal Superior posterior (GTSp) y la Corteza Prefrontal dorsomedial (CPFdm) y rostromedial (CPFrm) (Reyes-Aguilar et al., 2018).

El GFI se ha asociado con la detección de información inusual, no literal, novedosa, con campos semánticos difusos (Jung-Beeman, 2005) o que presentan violaciones semánticas (Bašnáková et al., 2014). También, se ha asociado con el reanálisis de la

información (Bašnáková et al., 2014) y con la selección de la interpretación más compatible al contexto (Egorova et al., 2016).

La actividad en el GTSp ha sido asociada con la observación de la acción (Yang et al., 2015), la extracción de información social de una situación (Egorova et al., 2016; Redcay, 2008) y la integración de pistas paralingüísticas e información contextual (Egorova et al., 2016). Además, también se ha asociado con el procesamiento de información social de orden superior, i.e. TdM (Shibata et al., 2010; Yang et al., 2015).

En conjunto el GIF y el GTSp, se han visto involucrados cuando se instruye a las personas a prestar atención a claves paralingüísticas, i.e. expresión facial o prosodia (Wang et al., 2006a). También se ha propuesto que ambas regiones juegan un papel fundamental en la integración semántica (Obert et al., 2016).

La actividad en la Corteza Prefrontal medial (CPFm) se ha asociado con la evaluación, comprensión y juicio de la relación entre la información lingüística acorde al contexto, por ejemplo si es apropiado o si corresponde a su significado semántico habitual (Akimoto et al., 2014; Bosco et al., 2017; Wakusawa et al., 2007). También se ha visto involucrada en tareas que requieren monitoreo de coherencia situacional (H. T. Uchiyama et al., 2012). Por último, su actividad se ha asociado con el reconocimiento de la actitud del hablante (H. Uchiyama et al., 2006) y la integración del afecto transmitido a través de la expresión facial y el tono de voz (Wang et al., 2006a). La CPFm en conjunto con la UTP, han sido asociadas con el reconocimiento de intenciones (i.e. TdM) (Bosco et al., 2017; Spotorno et al., 2012).

La consistencia entre los diferentes estudios con respecto a la activación del GFI, GTSp y CPFm, independientemente de la heterogeneidad metodológica, parece indicar que estas regiones juegan un papel fundamental en la identificación de la ironía, independientemente de las claves que se proporcionen para identificar la ironía, la lengua natural de los participantes o el sistema de escritura (en el caso de los estímulos escritos). Sin embargo, hasta el momento no se cuenta con estudios con IRMf que evalúen la identificación de la ironía en adultos hispanohablantes y surge la incógnita sobre si los resultados descritos se mantendrían. También, no se cuentan con estudios que investiguen directamente la relación entre la identificación de ironía, los recursos cognitivos asociados y las regiones cerebrales involucradas. Una técnica con buena resolución espacial, que nos permite estudiar los cambios neurales asociados con una tarea es la Imagen por resonancia magnética funcional.

1.5. Imagen por Resonancia Magnética funcional

La imagen por resonancia magnética (IRM) utiliza campos magnéticos, a través de los cuales se pueden detectar y distinguir las propiedades de los diferentes tejidos (Huettel et al., 2009). Una clasificación simple de los tejidos es: fluidos, tejidos a base de agua y tejidos a base de grasa. Entre los fluidos, se encuentran el líquido cefalorraquídeo, líquido sinovial y edema. Entre los tejidos a base de agua están los músculos, cerebro, cartílago, riñón. Entre los tejidos a base de grasa están la grasa y médula ósea. Acorde a sus propiedades, los tejidos presentan diferentes tiempos de relajación que se ven reflejados en intensidades de las imágenes (McRobbie et al., 2006).

La IRM se produce usando secuencias de pulsos, las cuales incluyen el pulso de radiofrecuencia (RF) y los pulsos de gradientes. Existen diferentes tipos de secuencias, pero todas están compuestas por un tiempo de repetición y un tiempo de eco, los cuales pueden ser modificados. La IRM utiliza las propiedades naturales del hidrógeno, del cual se compone el cuerpo humano en un 75 a 80%. Las propiedades más importantes son la densidad de protones (DP) y los tiempos de relajación *spin-lattice* y tiempo de relajación *spin-spin*, denominados T1 y T2 respectivamente.

La DP está relacionada con el número de átomos de hidrógeno en un volumen particular, los fluidos como el líquido cefalorraquídeo tienen mayor DP que el hueso. Los tiempos de relajación describen cuánto le toma a los diferentes tejidos recuperar su equilibrio después del pulso de RF, el tiempo depende de las propiedades de los tejidos. Con respecto a T1, los fluidos tienen T1 largos (1500–2000 ms), seguidos de los tejidos a base de agua (400–1200 ms), y los tejidos a base de grasa (100–150 ms). En cuanto a T2 siempre es más corto que T1 y los fluidos tienen los tiempos más largos de relajación (700–1200 ms), seguido de los tejidos a base de agua (40–200 ms) y tejidos a base de grasa (10–100 ms) (McRobbie et al., 2006).

Las imágenes presentan contraste diferencial dependiendo de PD, T1 o T2. En las imágenes T1 los tiempos más cortos tienen mayor señal y su apariencia es brillante, p. ej., tejidos a base de grasa. En las imágenes T2 los tejidos con tiempos de relajación más largos brindan mayor señal, p. ej., los fluidos (McRobbie et al., 2006).

Existen dos principales tipos de secuencias de pulsos, eco de espín (SE; por sus siglas en inglés) y eco de gradiente (GE; por sus siglas en inglés). Ambos pueden producir imágenes dependientes de PD, T1, o T2. La SE produce las imágenes con mejor calidad, pero toma mayor tiempo, minutos en lugar de segundos. La GE toma menos tiempo, sin embargo, depende de la calidad del campo magnético principal y también del tiempo de los parámetros, lo cual afecta la relajación espín-espín, reduciendo su tiempo. La combinación de la T2 y las inhomogeneidades producidas por las propiedades locales de los tejidos (p. ej. sangre rica en hierro) se conocen como T2* (McRobbie et al., 2006).

La sangre rica en hierro, como lo es la sangre oxigenada, produce inhomogeneidades en el campo magnético inmediato. Así, los tejidos alrededor van a experimentar diferente el campo magnético debido a dichas inhomogeneidades, provocando que se acelere la relajación de los tejidos y se incremente la señal en las imágenes dependientes de T2* (McRobbie et al., 2006). Por tal razón, la T2* es ideal para detectar el nivel de oxigenación de la sangre (BOLD; por sus siglas en inglés), el cual cambia dependiendo de las demandas metabólicas del tejido neural (Huettel et al., 2009). Debido a que la oxigenación en la sangre cambia rápidamente después de la actividad neural, la IRMf permite localizar la actividad neural segundo a segundo, a milímetros de su origen. Los cambios de oxigenación en la sangre ocurren endógenamente, por tal razón, la IRMf es considerada una técnica no invasiva y puede ser usada en repetidas ocasiones en el mismo individuo. Debido a estas ventajas, actualmente es una de las principales técnicas de investigación en neurociencias (Huettel et al., 2009).

II. OBJETIVOS

Objetivo general

El objetivo de este estudio es evaluar los recursos cognitivos y neurales que facilitan la identificación de la ironía verbal.

Objetivos específicos

El primer objetivo de este estudio fue crear y evaluar una tarea de identificación de ironía verbal que pueda ser usada en un estudio de neuroimagen. Este proceso incluye evaluar el papel de la discrepancia contextual, expresión facial y prosodia. El segundo objetivo fue estudiar los procesos cognitivos involucrados en la identificación ironía, cómo la teoría de la mente, control inhibitorio y el estilo de procesamiento perceptual. El tercer objetivo fue estudiar el correlato neural involucrado en la identificación de la ironía.

III. HIPÓTESIS

- La clave de discrepancia contextual es más efectiva transmitiendo ironía verbal, comparada con expresión facial y prosodia.
- La identificación de ironía verbal presenta asociación con los procesos cognitivos de teoría de la mente y con el estilo de procesamiento holístico.
- La identificación de ironía verbal presenta actividad en la corteza prefrontal media y el giro temporal superior posterior.

IV. ESTÍMULOS DE IRONÍA

El análisis de los datos se realizó con el programa R (versión 3.6.3; R Core Team; 2020), a través de RStudio (versión 1.1.447; RStudio Team, 2020). El manejo de los datos se realizó con la librería tidyverse (Wickham, H., et al., 2019). Para los análisis descriptivos, se utilizó la función `get_summary_stats` de la librería rstatix (versión 0.5.0.; Kassambara, A., 2020). Los análisis comparativos se realizaron con la librería ggstatsplot (Patil, I., 2021). Los gráficos se realizaron utilizando las librerías ggplot2 (Wickham, H., 2016) y ggstatsplot (Patil, I., 2021). Los análisis de correlación fueron realizados con la librería rstatix (versión 0.5.0.; Kassambara, A., 2020). Las tablas de los resultados estadísticos se realizaron con la librería formattable (Ren, K., Russell, K., 2021). Los análisis particulares se describen dentro de cada sección.

4.1 Diseño de estímulos

4.1.1. Clave de discrepancia contextual

Los estímulos lingüísticos estuvieron conformados por dos partes, un contexto y un enunciado. En los contextos interactúan dos personas de sexo opuesto, ambos jóvenes adultos de la misma jerarquía (e.g. amigos, conocidos, etc.). Los contextos fueron diseñados para modelar la interpretación de los enunciados, acorde a las cuatro condiciones de interés:

ironía, literal, sin relación y mentira. Se crearon 14 contextos por condición y 14 enunciados (ver Figura 1). Cada enunciado fue empleado en cada uno de los contextos de cada condición. Las definiciones operacionales, a partir de las cuales se construyeron los estímulos, son:

- Ironía: enunciado con relación al contexto. La información presente en el contexto discrepa del mensaje transmitido en el enunciado. Su intención es que se detecte el verdadero mensaje, *i. e.*, ser irónico.
- Literal: enunciado con relación al contexto. La información presente en el contexto es compatible con el mensaje transmitido en el enunciado. Su intención es que el mensaje se interprete literalmente.
- Sin relación: enunciado que no tiene relación al contexto. La información del contexto discrepa del mensaje transmitido en el enunciado. Carece de intención por parte del hablante.
- Mentira: enunciado con relación al contexto. La información presente en el contexto discrepa del mensaje transmitido en el enunciado. Su intención es ocultar la verdad.

Construcción de los estímulos con claves de comunicación	Validación	Identificación de intención	Comparación entre pistas	Correlato cognitivo y neural
Discrepancia contextual  - 14 enunciados x 4 tipos de intenciones	Propiedades psicolingüísticas  n = 120	Discrepancia contextual Aplicación  n = 30	Claves 	Discrepancia contextual  Aplicación Cognición 
Expresión facial  - 40 enunciados escritos	Selección de AU/Expresiones faciales  PRISMA: n = 13, AU: 7  Google Forms n = 135	Expresión facial  n = 20	Aplicación 	Imágen por Resonancia Magnética 
Prosodia  - 40 audios x 3 tipos de intenciones	Selección de paramétricos acústicos  Guía PRISMA n = 22	Claves paralingüísticas Claves  Aplicación  n = 30	Claves  n = 30	n = 45

Figura 1. Representación gráfica del procedimiento experimental. Cada columna representa una de las fases del estudio. En los renglones se muestra la clave de comunicación (*i.e.*, discrepancia contextual, expresión facial y prosodia). Las herramientas de cómputo que se utilizaron en cada aplicación se representan con su logotipo.

Cada contexto consistió en enunciados, con un rango de 30 a 40 palabras. Se controló que no hubiera diferencias significativas en la longitud de los contextos entre las cuatro condiciones. Los enunciados tuvieron una longitud de 3 a 6 palabras, estructuradas en tiempo presente (ver Tabla 1, Suplementario 1). Los contextos no presentaron diferencias significativas en longitud de palabras por condición ($F(3,52) = 2.62, p = 0.06$).

Tabla 1. Ejemplo de los estímulos de discrepancia contextual.

Ironía	Literal	Sin relación	Mentira
--------	---------	--------------	---------

<p>Paco está jugando fútbol y Karla está viéndolo. Paco está jugando pésimo y mete un autogol. Ambos creen que evidentemente Paco está jugando mal. En el medio tiempo Paco se acerca con Karla. Karla le dice: “Estás jugando muy bien.”</p>	<p>Omar está jugando cartas con Lluvia. Lluvia ha ganado casi todos los juegos. Lluvia está muy animada porque está ganando. Omar cree que Lluvia está jugando muy bien. Omar le dice a Lluvia: “Estás jugando muy bien.”</p>	<p>Verónica y Saúl están en un recital de piano. La presentación fue precisa y conmovedora. Ambos están satisfechos con la presentación. Saúl le pregunta a Verónica qué opina del recital. Verónica responde: “Estás jugando muy bien.”</p>	<p>Paulina le está enseñando ajedrez a Marcos. Marcos realiza malos movimientos y va perdiendo. Paulina ve emocionado a Marcos y no quiere desanimarlo. Marcos le pregunta cómo está jugando. Paulina le responde: “Estás jugando muy bien.”</p>
---	---	--	--

4.1.1.1. Caracterización psicolingüística

4.1.1.1.1. Método

Con el objetivo de caracterizar los estímulos acorde a sus propiedades psicolingüísticas y confirmar que los estímulos se detectan acorde a su condición, un grupo de participantes evaluaron los estímulos. Los 56 estímulos se dividieron en tres cuadernillos, los cuales se aplicaron en modalidad de texto y de manera presencial. Con el objetivo de evitar modular la entonación de la lectura de los participantes, no se emplearon signos de exclamación en los enunciados, únicamente se resaltaron a través de comillas (ver Figura 2). En los cuadernillos se evaluaron 5 propiedades psicolingüísticas de interés: comprensibilidad del contexto, relevancia, apropiado, sinceridad y valencia emocional del enunciado acorde al contexto. También, se evaluó la clasificación de la intención de los enunciados acorde al contexto (i.e. ironía, literal, sin relación y mentira). En la portada de los cuadernillos se proporcionaron las definiciones operacionales de las propiedades a evaluar:

- **Comprensibilidad:** qué tan fácil se puede comprender el contexto (sin considerar el enunciado).

- Relevancia: qué tan importante es el enunciado acorde al contexto.
- Apropiado: qué tan adecuado es el enunciado acorde al contexto.
- Sinceridad: qué tan sincero es el enunciado acorde al contexto.
- Valencia emocional: qué tan positivo, o negativo es el sentimiento que genera el enunciado acorde al contexto.
- Clasificación: clasificar la intención del enunciado acorde al contexto.

Las propiedades psicolingüísticas se evaluaron a través de escalas tipo Likert de 4 puntos, la clasificación de los enunciados fue de opción múltiple (ver Figura 2). Para fomentar que los participantes leyeran cuidadosamente los estímulos, las puntuaciones de las propiedades de comprensibilidad, apropiado y valencia emocional se organizaron de mayor a menor (e.g. 1 = muy comprensible, 4 = poco comprensible). Las propiedades de relevancia y sinceridad se presentaron en el orden inverso, de menor a mayor (e.g. 1 = poco relevante, 4 = muy relevante).

De los 56 estímulos, 14 obtuvieron bajo puntaje en comprensibilidad y fueron modificados. Con los estímulos modificados se realizó un 4o cuadernillo, similares a los cuadernillos previos.

17.- Rafael y Victoria están buscando una casa para rentar. Visitan una casa que por fuera está despintada. Por dentro está descuidada y tiene moho. Ambos creen que la casa es horrible. Victoria le dice a Rafael: “Que bonita casa.”

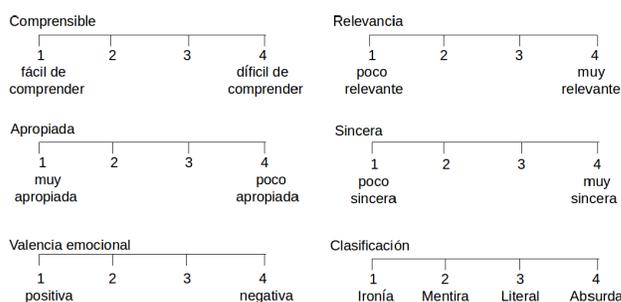


Figura 2. Presentación de estímulos en los cuadernillos. Los 56 estímulos se dividieron aleatoriamente en 4 cuadernillos.

Cada cuadernillo fue evaluado por una muestra de 30 participantes. En total, los estímulos fueron calificados por una muestra de 120 adultos (Mujeres = 83). La media de edad de los participantes fue de 22.91 ± 3.82 (cuadernillo 1 = 22 Mujeres, 8 hombres, de 22.06 ± 3.34 años; cuadernillo 2 = 20 M, 10 H, de 21.57 ± 2.57 años; cuadernillo 3 = 21 M, 9 H, de 23.03 ± 4.00 años; y cuadernillo 4 = 20 M, 10 H, de 23.86 ± 4.63 años). Los participantes eran estudiantes de licenciatura, posgrado o egresados quienes reportaron no tener antecedentes neurológicos o psiquiátricos.

Para homogeneizar la presentación de resultados y facilitar su lectura, se invirtieron los puntajes de las escalas de comprensibilidad, apropiado y valencia emocional (i.e. 1 = mayor a 4 = menor). Se obtuvieron el porcentaje de clasificación, y la mediana (Mda) y el rango intercuartil (RIQ) de las propiedades psicolingüísticas. Después, usando la función multinom del paquete nnet (versión "", Venables, W. N. & Ripley, B. D., 2002), se realizó una regresión logística multinomial para evaluar si la precisión en la identificación de las condiciones puede ser predecida por las propiedades de relevancia, apropiado y sinceridad. Finalmente, por cada condición, se realizó una correlación de Spearman del porcentaje de aciertos y las propiedades psicolingüísticas. Se aplicó corrección por Bonferroni a los análisis inferenciales.

Adicionalmente, se diseñó un modelo de regresión logística multinomial (función multinom del paquete nnet; versión 7.3-17, Venables, W. N. & Ripley, B. D., 2002), para analizar si la identificación de las categorías de enunciados podía ser predicha por los puntajes de relevancia, adecuación y sinceridad. De acuerdo con las recomendaciones para realizar este análisis (Venables, W. N. & Ripley, B. D., 2002), los datos se dividieron en dos

conjuntos de datos, el primero para entrenar el modelo (80% de los datos), y el segundo para validar el modelo. (20% de los datos). Este modelo se realizó cuatro veces. Primero, con todos los enunciados de las cuatro condiciones. Luego, considerando los resultados de la escala Likert de “qué irónicos son los estímulos irónicos”, los enunciados irónicos se dividieron en dos categorías: menos irónico (enunciados: 1, 3, 5, 36, 44, 53, 55, Me = 6) y más irónico (enunciados: 10, 52, 15, 17, 22, 46, Me = 7). Considerando estas dos categorías (menos y más irónico), el modelo se realizó excluyendo los estímulos más irónicos y después explicando los menos irónicos. Para cada categoría (es decir, menos o más irónica) se realizó una simulación de 5000 Montecarlo y se reporta la precisión media de esas simulaciones. Finalmente, se realizaron 5,000 simulaciones de Montecarlo del modelo excluyendo aleatoriamente seis afirmaciones irónicas (es decir, independientemente de si eran menos o más irónicas).

4.1.1.1.2. Resultados

Los estímulos fueron clasificados acorde a su condición, el menor porcentaje de clasificación fue la condición de ironía (57.14 ± 49.55), seguida por mentira (84.76 ± 35.98), sin relación (86.06 ± 34.68) y literal (95.95 ± 19.73). Respecto a las propiedades psicolingüísticas, la condición de ironía fue clasificada como comprensible (mediana = 4, RIQ = 0), relevante (mediana = 3, RIQ = 2), insincera (mediana = 1, RIQ = 1), inapropiada (mediana = 2, RIQ = 2), y con valencia emocional neutral (mediana = 3, RIQ = 2). La condición de literal fue clasificada como comprensible (mediana = 4, RIQ = 0), relevante (mediana = 4, RIQ = 1), sincera (mediana = 4, RIQ = 0), apropiada (mediana = 4, RIQ = 0), y con valencia emocional positiva (mediana = 4, RIQ = 0). La condición de sin relación se

identificó cómo comprensible (mediana = 3, RIQ = 2), irrelevante (median = 1, RIQ = 1), insincera (mediana = 1, RIQ = 1), inapropiada (mediana = 1, RIQ = 1), y con valencia emocional neutral (mediana = 2, RIQ = 2). Por último, la condición de mentira se consideró comprensible (mediana = 4, RIQ = 0), relevante (mediana = 2, RIQ = 2), insincera (mediana = 1, RIQ = 0), inapropiada (mediana = 2, RIQ = 2), y con valencia emocional neutra (mediana = 2, RIQ = 2; ver Figura 3).

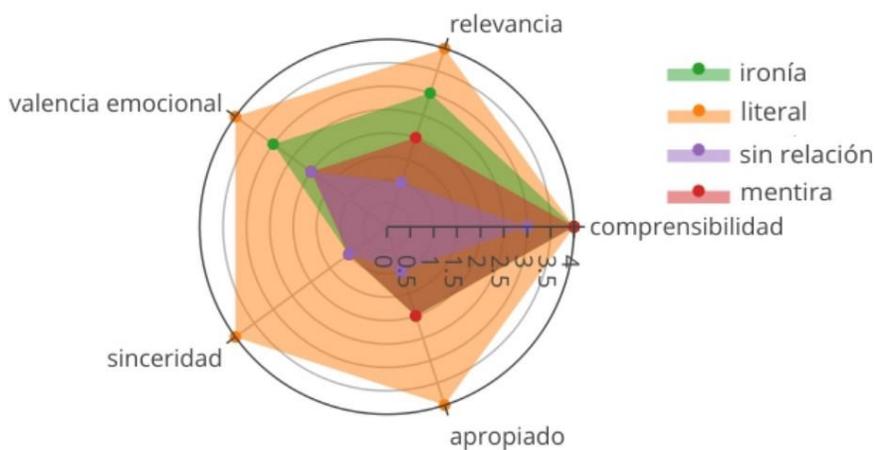


Figura 3. Resultados de la validación de las propiedades psicolingüísticas. Las condiciones se pueden distinguir acorde a sus características

psicolingüísticas. La propiedad de sinceridad es la que diferencia entre ironía y mentira, siendo considerada más sincera la condición de ironía ($p < 0.001$; ver Figura Suplementaria 2).

Los resultados muestran que es posible identificar las condiciones acorde a sus características psicolingüísticas. Los resultados del primer modelo de regresión logística (con todos los estímulos), en el dataset de entrenamiento presentó una precisión de clasificación del 68.06%, y 59.32% el dataset de validación. La categoría que presentó la mayor precisión de clasificación fue literal (entrenamiento = 90.18%, validación = 93.44%), seguido de sin relación (entrenamiento = 78.21 %, validación = 79.63 %), mentira (entrenamiento = 77.51 %,

validación = 76.19 %); ironía presentó la menor precisión de clasificación (entrenamiento = 9.47 %, validación = 10.78%). Debido a que los estímulos irónicos tuvieron la menor precisión de clasificación, con el objetivo de intentar incrementar la precisión, el modelo se realizó tres veces más considerando las categorías de menos y más irónicos (ver 4.1.1.1.1). En el segundo análisis del modelo se excluyeron los estímulos más irónicos, el dataset de entrenamiento presentó una precisión de clasificación del 73.36% y 63.72% en el dataset de validación. En el tercer análisis se excluyeron los estímulos menos irónicos, se obtuvo un 71.45% de precisión de clasificación en el dataset de entrenamiento y 64.25% en el dataset de validación. En el cuarto análisis se excluyeron aleatoriamente 6 estímulos, se obtuvo un 68.07% y 58.96% en el dataset de validación. En resumen, el modelo mostró un 59.32% de precisión de clasificación, la precisión incrementó cuando se separaron los estímulos menos irónicos (63.72%) y más irónicos (64.25%) y decreció cuando el nivel de ironía (menos o más) no era controlado (58.96%).

4.1.2. Claves paralingüísticas

4.1.2.1 Expresión facial

4.1.2.1.1 Materiales y métodos

Para realizar la selección de las expresiones faciales asociadas a la ironía, se realizó una revisión sistemática siguiendo la guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses; Moher et al., 2009). La búsqueda se realizó en el motor de búsqueda Web of Science (Clarivate Web of Science. © Copyright Clarivate 2019), empleando las palabras claves “irony” y “sarcasm”, combinadas con “facial expression”. Se localizaron 17 documentos, de los cuales 4 se removieron por ser duplicados. De los 13

archivos, 5 estudiaban expresión facial y su relación con ironía (ver Suplementario 3.A). Las expresiones faciales reportadas consistentemente fueron: sonrisa, cejas arqueadas, ojos en blanco, guiño, entrecerrar ojos y lengua en mejilla.

Las expresiones faciales detectadas en la revisión se buscaron en una base de expresiones faciales (Du, S., Tao, Y., & Martinez, A. M., 2014), la cual, cuantifica los movimientos faciales en set de acciones unitarias. Las expresiones faciales son identificadas por códigos, el código es dado por las acciones unitarias (AU). Estas AU son movimientos individuales o de grupos de músculos asociadas con la realización de una expresión facial. Por ejemplo, los códigos de las cejas arqueadas son las AU 1 y 2, y se emplean en las expresiones de feliz + sorpresa, disgusto + sorpresa, entre otras. Las AU compatibles con las expresiones faciales asociadas a ironía fueron: 1, 2, 4, 5, 12, 25 y 25 (para detalles ver: Du, et al., 2014).

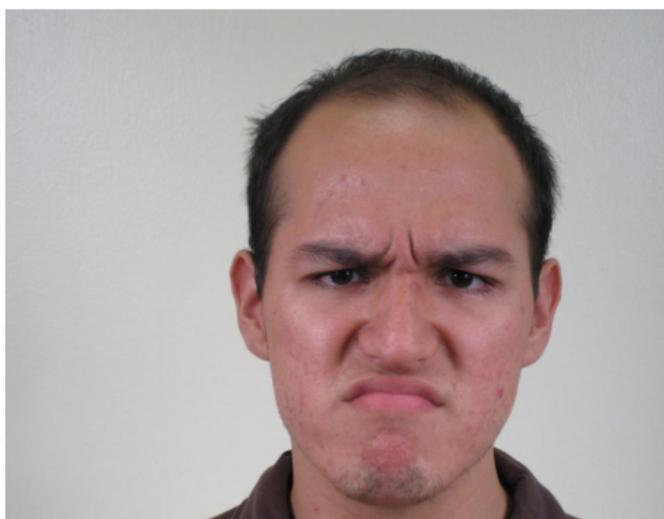
Después, se seleccionaron las expresiones faciales experimentales que tuvieron mayor número de AU asociadas con ironía: enojo + disgusto, feliz + sorpresa, sorpresa + disgusto, disgusto y feliz + disgusto. Como control fueron seleccionadas las expresiones de feliz, triste y cara en blanco. Debido a que la base de rostros tiene una amplia cantidad de actores, se seleccionaron únicamente cuatro (2 hombres, id = 019, y 184; 2 mujeres, id = 075, 078), los cuales han mostraron ser los más familiares para muestras de adultos jóvenes de la población mexicana (82.56 ± 6.23 ; Rasgado-Toledo J., Reyes-Aguilar, A., Valles-Capetillo E., Giudicessi, A., Giordano M., en preparación; ver Figura 4).



Figura 4. Expresiones faciales asociadas con ironía. Las expresiones de cara en blanco, feliz y triste, se seleccionaron como control. Los cuatro actores presentados son los que mostraron ser más familiares para muestras de adultos jóvenes de la población mexicana en un estudio previo (Rasgado-Toledo y cols., en preparación).

El siguiente paso fue corroborar si las expresiones faciales seleccionadas moldeaban la interpretación de los enunciados acorde a las condiciones de interés, i.e. ironía, literal, sin relación y mentira. Se utilizaron las imágenes de las 8 expresiones faciales (5 experimental y 3 control) de cada uno de los actores seleccionados. Las 32 imágenes se combinaron con los 14 enunciados (ver 4.1.1). Las 448 combinaciones se dividieron aleatoriamente en 6 secciones. Con cada sección se realizó un formulario (Google Forms (ver Tabla Suplementaria 4). En la parte superior se colocó la expresión facial y en la parte inferior el enunciado, debajo de cada uno de los estímulos se les pidió a los participantes seleccionar la intención del enunciado acorde a la expresión facial, las posibles opciones eran: irónica, mentira, literal, sin relación o ninguna (ver Figura 4).

129 "Está muy divertida la fiesta." *



- Irónica
- Mentira
- Literal
- Sin relación

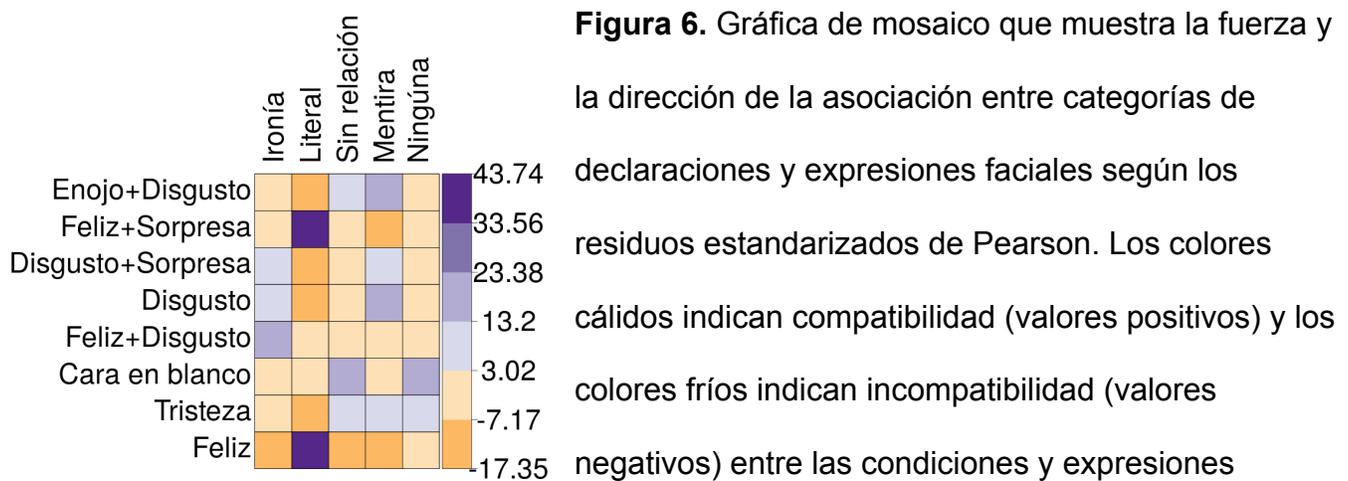
Figura 5. Presentación de estímulos en Formulario Google. Los 448 estímulos se dividieron aleatoriamente en 6 formularios. Los enlaces de los formularios se encuentran disponibles en la Tabla Suplementaria 4.

4.1.2.1.1. Participantes

Cada formulario fue respondido por 22 adultos, en total 132 personas (77 mujeres, 55 hombres, 1 n.d.) contestaron los formularios. Los participantes tenían una media de edad de 26.22 ± 4.9 , eran estudiantes de licenciatura o egresados y reportaron no tener antecedentes psiquiátricos o neurológicos.

4.1.2.2. Resultados

Para analizar la relación entre las condiciones y las expresiones faciales, se realizó un análisis de chi cuadrada, con corrección por Bonferroni. Los resultados mostraron que existe una relación significativa entre las condiciones y las expresiones faciales ($\chi^2 (28,135) = 7401.46, p < 0.001$). El análisis post hoc con corrección por Bonferroni, mostró que las expresiones faciales con mayor relación con cada condición fueron: feliz + disgusto con ironía ($p < 0.001$), feliz y feliz + sorpresa con literal ($p < 0.001$), disgusto con mentira ($p < 0.001$), y cara en blanco con la condición de sin relación ($p < 0.001$; Figura 6).



faciales. Se seleccionaron aquellas expresiones faciales que tenían una mayor asociación con cada categoría.

4.1.2.2. Prosodia

4.1.2.2.1. Grabación de estímulos

Para estudiar la prosodia como clave para la identificación de la ironía, se utilizaron los enunciados del experimento de discrepancia contextual. Adicionalmente, siguiendo los lineamientos empleados previamente (ver 4.1.1), se construyeron 26 enunciados (ver Tabla Suplementaria 5). Los 40 estímulos fueron leídos por dos actores con experiencia en modulación vocal, una mujer y un hombre. Cada estímulo fue grabado por ambas voces, usando tres entonaciones: irónica, literal y sin relación. Para los enunciados con intención irónica, se pidió a los actores que leyeran las declaraciones con una entonación irónica. Para los literales, se les pidió que leyeran los enunciados como si realmente creyeran lo que dicen. En la condición de sin relación, se les pidió que leyeran los enunciados sin cambios en la voz. En total se grabaron 240 enunciados.

Un enunciado se eliminó debido a problemas técnicos de grabación. De los 234 audios grabados, 51 fueron excluidos debido a que no transmitían adecuadamente la condición de interés. De los 183 audios que pasaron el filtro inicial, 47 eran irónicos (23 voz femenina), 70 literales (37 voz femenina) y 66 sin relación (27 voz femenina).

4.1.2.2.2. Selección de parámetros acústicos

Para seleccionar los parámetros a analizar se realizó una revisión sistemática siguiendo los pasos de PRISMA (Moher, Liberati, Tetzlaff, & Altman, 2009). Se buscaron estudios que analizaron el efecto de la prosodia en la identificación de la ironía. La búsqueda se realizó en el motor de búsqueda Web of Science (Clarivate *Web of Science*. © Copyright Clarivate 2019), empleando las palabras claves “irony” y “sarcasm”, las cuales se combinaron con “prosody”, “prosodic”, e “intonation”. En total se encontraron 141 documentos, 64 fueron removidos por ser duplicados. De los 77 artículos sin duplicar, 44 no cumplieron con los criterios de inclusión debido a que no asociaban ironía con prosodia y 2 eran capítulos de libro. De los restantes 31 artículos, 9 fueron excluidos porque no usaban marcadores acústicos. Al final, se incluyeron 22 artículos en la revisión (ver Figura Suplementaria 3.B). En el contraste de ironía más que literal, 6 artículos reportaron disminución en la media de tono de voz, 6 en el rango de tono de voz (i.e. máximo - mínimo de tono de voz) y 3 solo reportaron variaciones en el tono de voz. En intensidad de voz, 12 artículos reportaron incremento en la media de intensidad y 1 solo reportó variación. Finalmente, en velocidad de habla, 16 reportaron disminución en la media de velocidad del habla, 3 reportaron que las sílabas eran más largas y 1 reportó disminución en la media de las vocales.

4.1.2.2.2.3. Análisis de parámetros acústicos

Una vez grabados los estímulos, el primer paso fue realizar una reducción de sonido. Se utilizó el programa Audacity (versión 2.2.1; Audacity Team, 2018), siguiendo los parámetros recomendados por el programa para la reducción de sonido. El análisis acústico se realizó con la librería PraatR (Albin, 2014), que trabaja con el programa Praat (versión

6.0.37) (Boersma & Weenink, 2003). Los parámetros acústicos obtenidos fueron la media, el mínimo y máximo de tono de voz (Hz), intensidad (dB) y la duración del audio (segundos) por enunciado. El rango de los parámetros acústicos se obtuvo con la diferencia entre el máximo y el mínimo. La velocidad de habla se obtuvo dividiendo la duración del audio entre el número de palabras del enunciado.

Para comparación entre condiciones se realizó una prueba de Kruskal-Wallis, con corrección por Bonferroni. Los resultados mostraron que existen diferencias significativas en la media del tono de voz ($H(2) = 54.19, p < 0.001$), rango del tono de voz ($H(2) = 15.68, p < 0.01$), media de la intensidad de voz ($H(2) = 16.58, p < 0.01$), y media de la velocidad de habla ($H(2) = 36.35, p < 0.001$). El rango de intensidad no mostró diferencias significativas ($H(2) = 4.74, p = 0.04$). Con una prueba de Wilcoxon, con corrección por Bonferroni, se observó que las diferencias en media del tono de voz, estuvieron entre las condiciones de ironía y sin relación ($p < 0.001$); también, entre sin relación y literal ($p < 0.001$). En rango del tono de voz, entre ironía y sin relación ($p < 0.01$). En la media de la intensidad, entre sin relación y literal ($p < 0.001$). Finalmente, en velocidad de habla, entre ironía y sin relación, y entre ironía y literal ($p < 0.001$). Los resultados reflejan que las condiciones se pueden distinguir por sus patrones acústicos. Específicamente, la velocidad permite distinguir entre la entonación de los enunciados irónicos, de los enunciados literales y sin relación. También, la entonación de los enunciados irónicos se puede distinguir de los sin relación por el tono de voz (ver Figura 7).

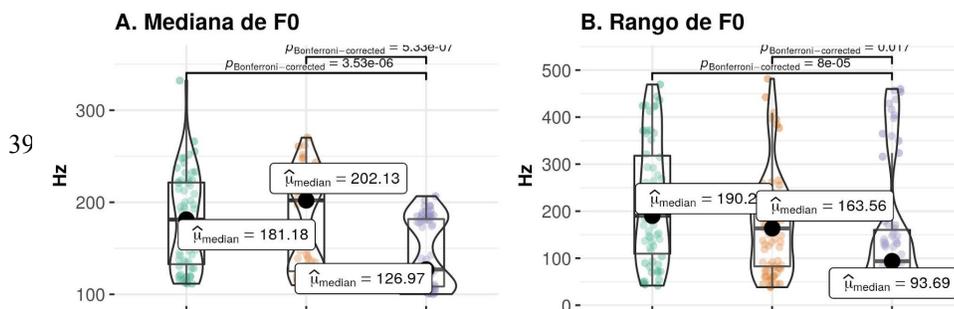


Figura 7. Parámetros acústicos por cada

condición. Las condiciones se pueden diferenciar por su patrón acústico. Los paneles A y B muestran la mediana y el rango de la frecuencia fundamental (F0) en Hz. Los paneles C y D muestran la mediana y el rango de intensidad en decibelios. El panel E muestra la velocidad del habla (s/número de palabras). Los gráficos muestran las curvas de densidad y los gráficos de caja muestran la mediana (círculo oscuro), la media (línea gruesa), el rango intercuartílico (rectángulo) y los valores adyacentes inferior/superior (líneas negras que se extienden desde el rectángulo) y el diagrama de dispersión. Se indican las diferencias significativas entre categorías.

4.2. Identificación de ironía

Para los experimentos de identificación de ironía, se le pidió a los participantes firmar el consentimiento informado y un formulario de datos generales con información sobre su nivel de educación, sexo y edad. Cada experimento fue realizado por una muestra independiente de participantes. El proyecto fue revisado y aprobado por el Comité de Ética interno del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (# 047.H.RM), el cual sigue los lineamientos nacionales e internacionales.

Con la prueba de Shapiro test, se confirmó que los datos no cumplen con el supuesto de normalidad ($p < 0.05$). Después, se realizó la prueba de Levine para evaluar la igualdad de varianzas entre las condiciones. La prueba de Levine mostró que los experimentos no cumplen con el supuesto de homocedasticidad ($p < 0.05$). En consecuencia se procedió a realizar una prueba de Friedman, seguida de Durbin-Conover con corrección de Bonferroni. Para analizar la relación entre las tareas experimentales y las pruebas psicométricas se calculó una correlación de Spearman, con corrección de FDR.

Para el experimento de discrepancia contextual, se obtuvieron los descriptivos de la mediana y el rango intercuartil de: porcentaje de aciertos, latencia de clasificación de los estímulos identificados correctamente, tiempo de lectura de los contextos y tiempo de lectura de los enunciados. Para el experimento de expresión facial (ver 4.2.2.), se obtuvo la mediana y el rango intercuartil del porcentaje de aciertos. Finalmente, para el experimento de claves paralingüísticas (sección 5.2.3.) y comparación entre tipo de clave (ver 4.2.4.), se obtuvo la mediana y el rango intercuartil del porcentaje de aciertos, latencia de clasificación de los estímulos identificados correctamente.

4.2.1 Discrepancia contextual

4.2.1.1 Participantes

La tarea fue aplicada a 30 adultos (15 mujeres), con una media de edad de 22.73 ± 3.63 años. Los participantes eran estudiantes o egresados de licenciatura o superior y reportaron no tener antecedentes psiquiátricos o neurológicos.

4.2.1.2 Materiales y métodos

Una vez que los estímulos fueron construidos y validados, el siguiente paso fue evaluar si eran identificados adecuadamente. Para este propósito, se realizó una tarea de clasificación, usando los 56 estímulos creados previamente (14 por condición; ver 4.1.1), en Psychopy (versión 1.82; JW Peirce, 2007). En la primera pantalla se presentó el contexto; en la segunda el enunciado; y en la tercera la siguiente pregunta: “Acorde al contexto, la frase es:”, con cuatro opciones localizadas en la esquina de la pantalla (ver Figura 8). La tarea se

presentó en modalidad de texto. Se les pidió a los participantes presionar la barra espaciadora al terminar de leer el contexto y el enunciado. La tercera pantalla avanzaba al seleccionar una respuesta. Los estímulos se presentaron en orden semialeatorio.

Antes de iniciar la tarea, los participantes recibieron la siguiente instrucción: “A continuación vas a leer contextos sociales donde interactúan dos personas. Al final de uno de ellos, dirán un enunciado. Cuando lees el enunciado es importante tratar de identificar la intención. Luego se le pedirá que seleccione la intención del enunciado según el contexto. Las cuatro opciones son: ironía, es un enunciado que se usa para bromear sobre algo muy evidente en el contexto. Literal, es un enunciado que transmite lo que realmente piensa el hablante. Mentira es un enunciado usado para ocultar la verdad. Y sin relación, que es un enunciado que no tiene relación con el contexto. Para avanzar en las pantallas de contexto y el enunciado, se debe presionar la barra espaciadora. La pantalla de selección de intención, cambiará una vez que elija una opción.”

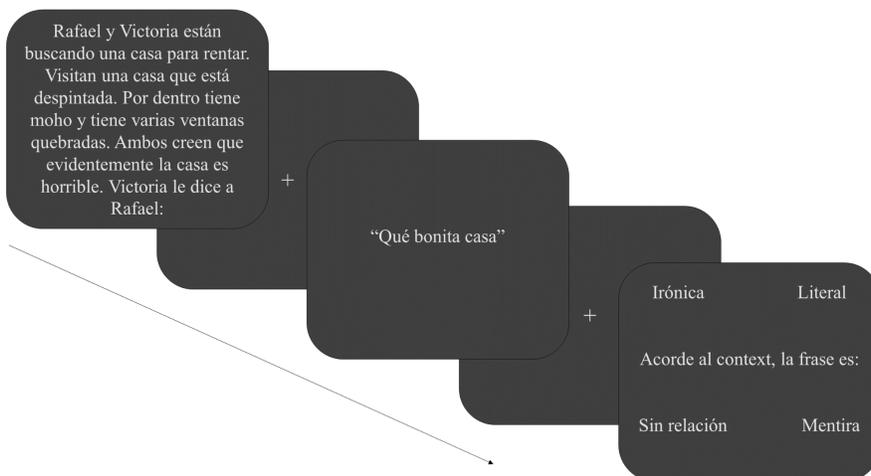


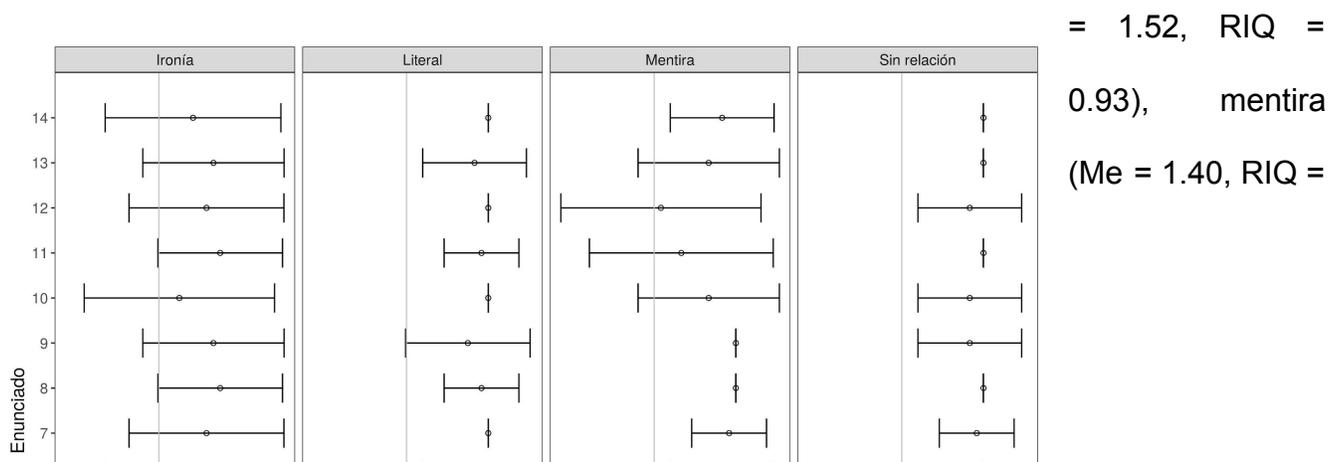
Figura 8. Tarea de discrepancia contextual del Experimento 1. Los estímulos fueron presentados en modalidad de texto.

Después, a los participantes se les pidió que completaran una batería de pruebas psicométricas que evaluaban diferentes

procesos cognitivos. La TdM se evaluó con la prueba Historia Corta (SST, por sus siglas en inglés; Dodell-Feder et al., 2013). El razonamiento perceptivo se evaluó con la prueba de diseño de bloques de la Escala de Inteligencia de Wechsler para Adultos (WAIS IV) (Wechsler, D., 2007). La memoria de trabajo se evaluó con la subprueba de dígitos en progresión y regresión de la WAIS IV (Wechsler, D., 2007). Para evaluar inteligencia general, se aplicaron las matrices progresivas de Raven (Raven, J., 2007). Para fluidez verbal, se utilizó la tarea de fluidez verbal de la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas (BANFE) (Flores et al., 2014). Las pruebas se aplicaron en orden semialeatorio.

4.2.1.3 Resultados

Todos los estímulos fueron clasificados acorde a su condición, con un mínimo del 65% de aciertos (ver Figura 9). El menor porcentaje de aciertos se encontró en la condición de ironía (82.38 ± 38.14), seguido por la de mentira (90.24 ± 29.72), literal (96.91 ± 29.72) y sin relación (97.14 ± 18.68). La mayor latencia de clasificación se observó para la condición de ironía (Me = 2.27, RIQ = 1.99), seguido de sin relación (Me = 1.99, IQR = 1.17), mentira (Me = 1.97, RIQ = 1.20) y literal (Me = 1.80, RIQ = 0.88). El tiempo de lectura más largo de los contextos, se observó en la condición de ironía (Me = 12.35, RIQ = 7.58), seguido de mentira (Me = 11.81, RIQ = 7.88), sin relación (Me = 11.34, RIQ = 8.60) y literal (Me = 10.93, RIQ = 6.96). Al igual que en la lectura de contextos, el tiempo de lectura más largo para los enunciados fue en la condición de ironía (Me = 1.40, RIQ = 1.26), seguido de sin relación (Me



1.03) y literal (Me = 1.25, RIQ = 0.88).

Figura 9. El porcentaje de aciertos de cada estímulo del Experimento 1 que explora el efecto de la discrepancia contextual en la identificación de la ironía. El porcentaje de clasificación representa el porcentaje de participantes que clasificaron cada enunciado (media + DE), acorde a esta categoría: A. Ironía, B. Literal, C. Sin relación, D. Mentira. La línea vertical gris indica los estímulos que superan el 65% de aciertos, el cual fue el porcentaje mínimo de inclusión. Todos los enunciados cumplieron con este criterio de inclusión.

Los resultados de las comparaciones entre condiciones reflejaron diferencias significativas en porcentaje de aciertos ($\chi^2_{\text{Friedman}}(3) = 28.10, p < 0.001$), latencia de clasificación ($\chi^2_{\text{Friedman}}(3) = 25.08, p < 0.001$), tiempo de lectura de contextos ($\chi^2_{\text{Friedman}}(3) = 9.36, p < 0.05$) y tiempo de lectura de enunciados ($\chi^2_{\text{Friedman}}(3) = 11.80, p < 0.01$). La prueba de Durbin-Conover, mostró que en porcentaje de aciertos, las diferencias significativas fueron entre la condición de ironía con las condiciones de literal ($p < 0.01$), sin relación ($p < 0.01$) y mentira ($p < 0.05$; ver Figura 10a). En latencia de clasificación, las diferencias significativas fueron entre ironía con literal ($p < 0.001$), sin relación ($p < 0.001$) y mentira ($p < 0.01$; ver Figura 10b). En tiempo de lectura de contextos, las diferencias estadísticamente significativas fueron entre ironía y literal ($p < 0.05$). En tiempo de lectura de enunciados, fue entre literal con las condiciones de ironía ($p < 0.05$) y sin relación ($p < 0.05$).

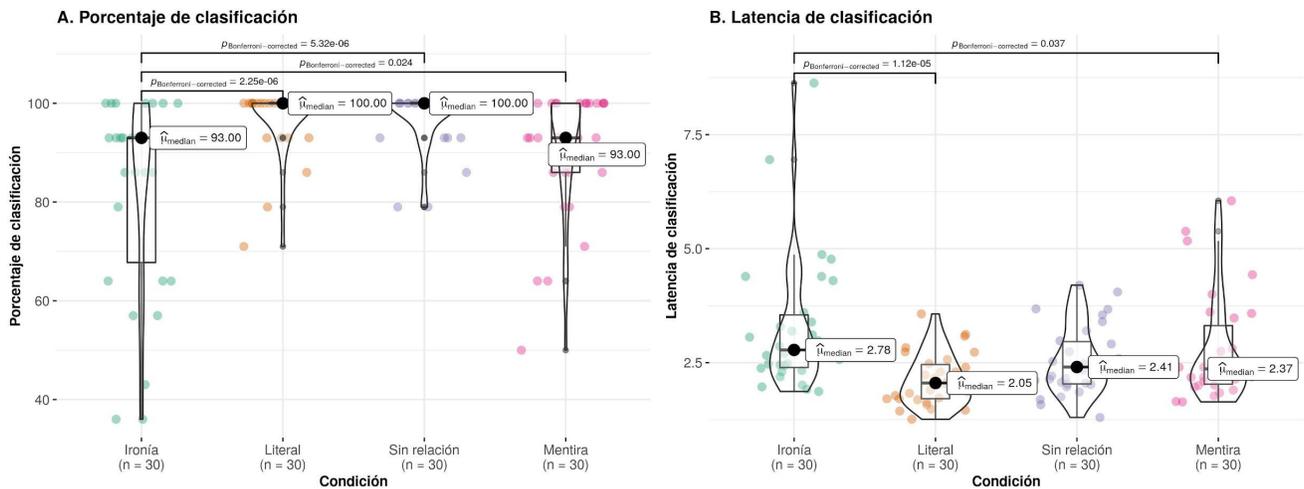


Figura 10. Gráficas de violín para el experimento de discrepancia contextual. El panel “a” corresponde al porcentaje de aciertos por condición; el “b”, corresponde a la latencia de clasificación. El punto rojo representa la mediana por condición. Los puntos de dispersión reflejan la media de cada participante. La línea inferior de la caja representa el cuartil 25, la última el cuartil 75 del porcentaje de clasificación. El gráfico de densidad muestra la distribución numérica de los datos.

El análisis de correlación mostró correlación negativa entre la latencia de clasificación de ironía con la escala de comprensión de la SST ($\rho = -0.45$, $p = 0.05$). El tiempo de lectura del contexto de ironía presentó correlación positiva con la escala de inferencia espontánea de la SST ($\rho = 0.45$, $p = 0.05$). El tiempo de lectura de los contextos de mentira presentó correlación negativa con dígitos en progresión ($\rho = -0.48$, $p = 0.05$) y dígitos en regresión ($\rho = -0.52$, $p = 0.05$). El tiempo de lectura de enunciados en la condición de mentira presentó correlación positiva con la escala de inferencia espontánea de la SST ($\rho = 0.56$, $p = 0.01$). El tiempo de lectura de los contextos de la condición de sin relación presentó correlación positiva con la escala de inferencia espontánea de la SST ($\rho = 0.51$, $p = 0.05$) y

correlación negativa con dígitos en progresión ($\rho = -0.49$, $p = 0.05$). También, el tiempo de lectura de los enunciados de sin relación presentó correlación positiva con la escala de inferencia espontánea de la SST ($\rho = 0.47$, $p = 0.05$). La condición literal no mostró correlación significativa con las pruebas psicométricas. Los resultados descriptivos de las pruebas psicométricas se encuentran en la Tabla suplementaria 6.

4.2.1.4. Grabación de estímulos

Una vez habiendo corroborado que las condiciones se caracterizan diferencialmente acorde a sus propiedades psicolingüísticas, y que los enunciados eran detectados acorde a su condición, se procedió a grabarlos en modalidad auditiva. El objetivo de grabar los estímulos, fue para controlar la variabilidad en la velocidad de lectura para la tarea que se realizaría en la resonancia magnética. La grabación se realizó en formato wav, en un cuarto libre de ruido y sin estímulos distractores. Los locutores primero leyeron los enunciados evitando realizar cambios en el tono, intensidad y velocidad de habla. Después leyeron los contextos respetando los signos de puntuación y sin modificaciones en tono, intensidad y velocidad de habla. Cada estímulo se grabó dos veces, una con voz femenina y otra con voz masculina, en total se grabaron 140 audios. El análisis de los parámetros acústicos se realizó siguiendo los pasos descritos previamente (ver 4.1.2.2).

En el análisis comparativo entre condiciones, no se encontraron diferencias significativas en la media del tono de voz ($H(3) = 1.28$, $p = 0.73$), la media de la intensidad ($H(3) = 3.48$, $p = 0.32$), la media de la velocidad de habla ($H(3) = 3.97$, $p = 0.26$), el rango del tono de voz ($H(3) = 7.16$, $p = 0.07$), o el rango de intensidad ($H(3) = 6.10$, $p = 0.11$). El

análisis post hoc corroboró que no hubo diferencias entre las condiciones en los parámetros acústicos.

4.2.2. Expresión facial

4.2.2.1. Participantes

La tarea fue realizada por 20 participantes (10 mujeres), todos eran estudiantes de licenciatura o superior, reportaron no tener antecedentes psiquiátricos o neurológicos.

4.2.2.2. Materiales y métodos

Para analizar si las expresiones faciales se asociaban con las condiciones de interés, se realizó una tarea con las expresiones que tuvieron mayores porcentajes de clasificación por condición (i.e. feliz + disgusto para ironía, disgusto para mentira, feliz para la condición literal, y cara en blanco para sin relación). Las expresiones se combinaron con los mismos 14 enunciados del experimento de discrepancia contextual. Los enunciados se presentaron en modalidad de texto. Se emplearon los rostros de los 4 actores que fueron detectados con mayor precisión por una muestra mexicana (Rasgado, J., Reyes-Aguilar, A., Valles-Capetillo, E., Giordano, M., en preparación).

La tarea se creó en Psychopy (3.0.2 version; J. Peirce et al., 2019). En la primera pantalla, en la parte superior de la pantalla se presentó la expresión facial, en la parte inferior el enunciado escrito. Para pasar a la siguiente pantalla se les pidió que presionaran la barra espaciadora. En la segunda pantalla se les pidió clasificar el enunciado acorde a la expresión facial observada, para continuar debían seleccionar una de las opciones (i.e. ironía, literal,

sin relación y mentira). Las pantallas estaban separadas por una cruz de fijación de 0.1 segundos de duración. Los estímulos se presentaron en orden semialeatorio.

4.2.2.3. Resultados

Los resultados de este experimento corroboraron los resultados previos (ver 4.1.2.1). Los enunciados combinados con la expresión facial feliz + disgusto, fueron clasificados el 51% de las veces cómo irónicos. La expresión facial de feliz, fue asociada el 95% del tiempo con el enunciado literal. Los enunciados combinados con la expresión facial de cara en blanco, fueron clasificados como sin relación el 57.5% de las ocasiones. Sin embargo, la condición de mentira no mostró asociación clara con una expresión facial. Los enunciados combinados con la expresión de disgusto fueron clasificados como mentira en el 38% de las ocasiones. Mientras que la expresión facial asociada con ironía, feliz + disgusto, también fue clasificada como mentira el 37% de las ocasiones (ver Figura 11). Estos resultados muestran que ninguna expresión facial se asoció de manera consistente con la condición de mentira, por lo que esta se excluyó de los siguientes experimentos.

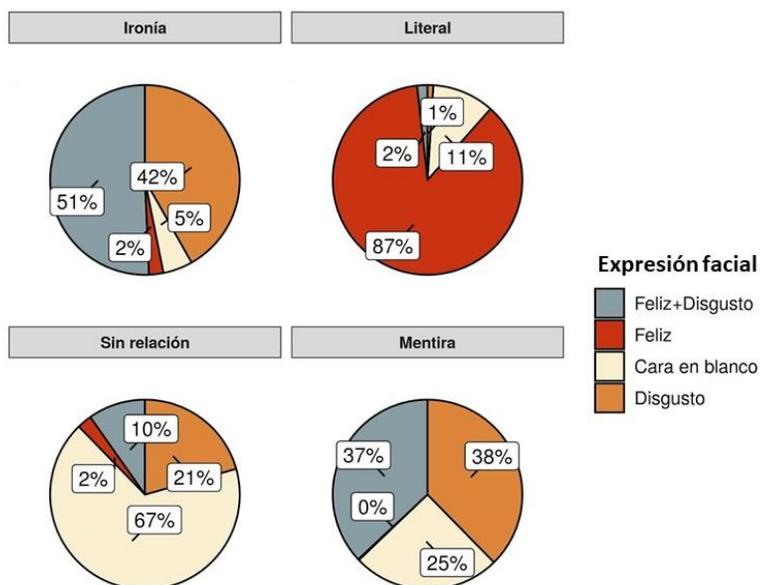


Figura 11. Diagramas de pie mostrando el porcentaje de las ocasiones en que los enunciados asociados con una expresión facial en particular se clasificaron como una de las cuatro condiciones (ironía, literal, sin relación, mentira).

4.2.3. Claves paralingüísticas

4.2.3.1 Participantes

En el experimento participaron 30 adultos (15 Mujeres), con una media de edad de 28.37 ± 5.84 años y con escolaridad mínima de licenciatura en curso. Reportaron no tener antecedentes psiquiátricos o neurológicos.

4.2.3.2 Materiales y métodos

Para evaluar la identificación de la ironía usando las claves de expresión facial y prosodia, se construyó una tarea para cada clave. Debido a que la mentira no se asoció con una expresión facial específica (ver 4.1.2.1), se excluyó de los siguientes experimentos. Las condiciones de ironía, literal y sin relación fueron utilizadas para ambas claves. Las tareas de expresión facial y prosodia se crearon en Psychopy Pavlovia (versión 3.0.2) (J. Peirce et al., 2019a).

Adicionalmente, los participantes realizaron una batería de pruebas psicométricas que evaluaron diferentes procesos cognitivos. Para evaluar TdM, a través de Psychopy, realizaron la tarea de Leyendo la Mente en los Ojos (RMET, por sus siglas en inglés) (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, et al., 2001). La frecuencia de uso de sarcasmo, se aplicó a través de un formulario de Google la Escala de Autoinforme de Sarcasmo (SSS; por sus siglas en inglés) (Ivanko et al., 2004). Para evaluar habilidades asociadas al diagnóstico de autismo (habilidades sociales, comunicación, atención a detalles, cambio atencional e imaginación) y que ha mostrado ser sensible en población neurotípica (Baron-Cohen,

Wheelwright, Skinner, et al., 2001), a través de un formulario de Google se aplicó el Inventario de Cociente del Espectro Autista (AQ, por sus siglas en inglés). Las pruebas se aplicaron en orden semialeatorio.

4.2.3.2.1 Expresión facial

Para la tarea de expresión facial, las tres expresiones faciales que previamente mostraron mayor asociación con las condiciones de interés, fueron usadas: feliz + disgusto, para ironía; feliz para literal; y cara en blanco para sin relación. También se utilizaron los 40 enunciados que se crearon previamente (para detalles de construcción ver 4.1.1. y 4.1.2.2; para la lista de enunciados ver Tabla Suplementaria 5). En total se obtuvieron una combinación de 120 estímulos, 3 expresiones faciales x 40 enunciados. En la primera pantalla de la tarea, se presentó la expresión facial y el enunciado escrito; en la segunda pantalla se presentó la siguiente pregunta: “Acorde a la expresión facial, la frase es:”, con tres opciones de clasificación se presentaron en forma de lista (1. Ironía, 2. Literal, 3. Sin relación). Para pasar de la primera a la segunda pantalla, se les pidió que presionaran la barra espaciadora; para pasar de la segunda e iniciar un nuevo estímulo, debían de seleccionar una respuesta. Las pantallas se separaron por una cruz de fijación de 1 segundo. Los estímulos se presentaron en orden aleatorio (ver Figura 12a). La tarea se encuentra disponible en el enlace: https://pavlovia.org/Elizabeth14/expresion-facial_i.

4.2.3.2.2 Prosodia

Para la tarea de prosodia, se seleccionaron los 183 audios que cumplieron con las características acordes a su condición (ver 4.1.2.2). Los participantes escucharon los

enunciados con diferentes entonaciones, y se les pidió que clasificaran la intención del enunciado acorde a su prosodia (ironía, literal o sin relación). En la primera pantalla, los enunciados se presentaron en modalidad de audio por dos segundos; en la segunda pantalla se presentó la siguiente pregunta: “Acorde a la entonación, el enunciado es:”, con tres opciones de clasificación se presentaron en forma de lista (1. Ironía, 2. Literal, 3. Sin relación). La primera pantalla cambiaba después de dos segundos; para pasar de la segunda pantalla e iniciar un nuevo estímulo, debían de seleccionar una respuesta. Las pantallas se separaron por una cruz de fijación de 1 segundo. Los estímulos se presentaron en orden aleatorio (ver Figura 12b).



Figura 12. Tareas de prosodia y expresión facial. Para ambas tareas, los estímulos se dividieron en dos versiones, contrarrestando rostros femeninos y masculinos o voces femenina y masculina. La primera diapositiva presentaba el enunciado, luego se mostraba una cruz de fijación durante 1 s, seguida de una diapositiva que pedía al participante que clasificara el enunciado escuchado o leído. Las expresiones faciales se obtuvieron de la base de Du, S., Tao, Y., & Martinez, A. M. (2014).

4.2.3.3. Resultados

En el experimento de prosodia, los estímulos que tuvieron porcentaje de aciertos mínimo del 65%: en la condición de ironía, 49 de los 59 estímulos (22 audios con voz femenina); de los 71 audios literales, 69 (36 voz femenina); y de los 66 de la condición de sin relación, 42 (17 voz femenina) cumplieron con la clasificación mínima. En el experimento de expresión facial: en la condición de ironía, 39 (20 rostros masculinos), de los 40 estímulos; en la condición de literal, 34 de los 40 estímulos, (19 rostros masculinos); y en la condición de sin relación, todos tuvieron un porcentaje mínimo del 65% (20 rostros masculinos; Figura 13). Para los análisis posteriores se emplearon los estímulos que cumplían con el porcentaje mínimo de aciertos.

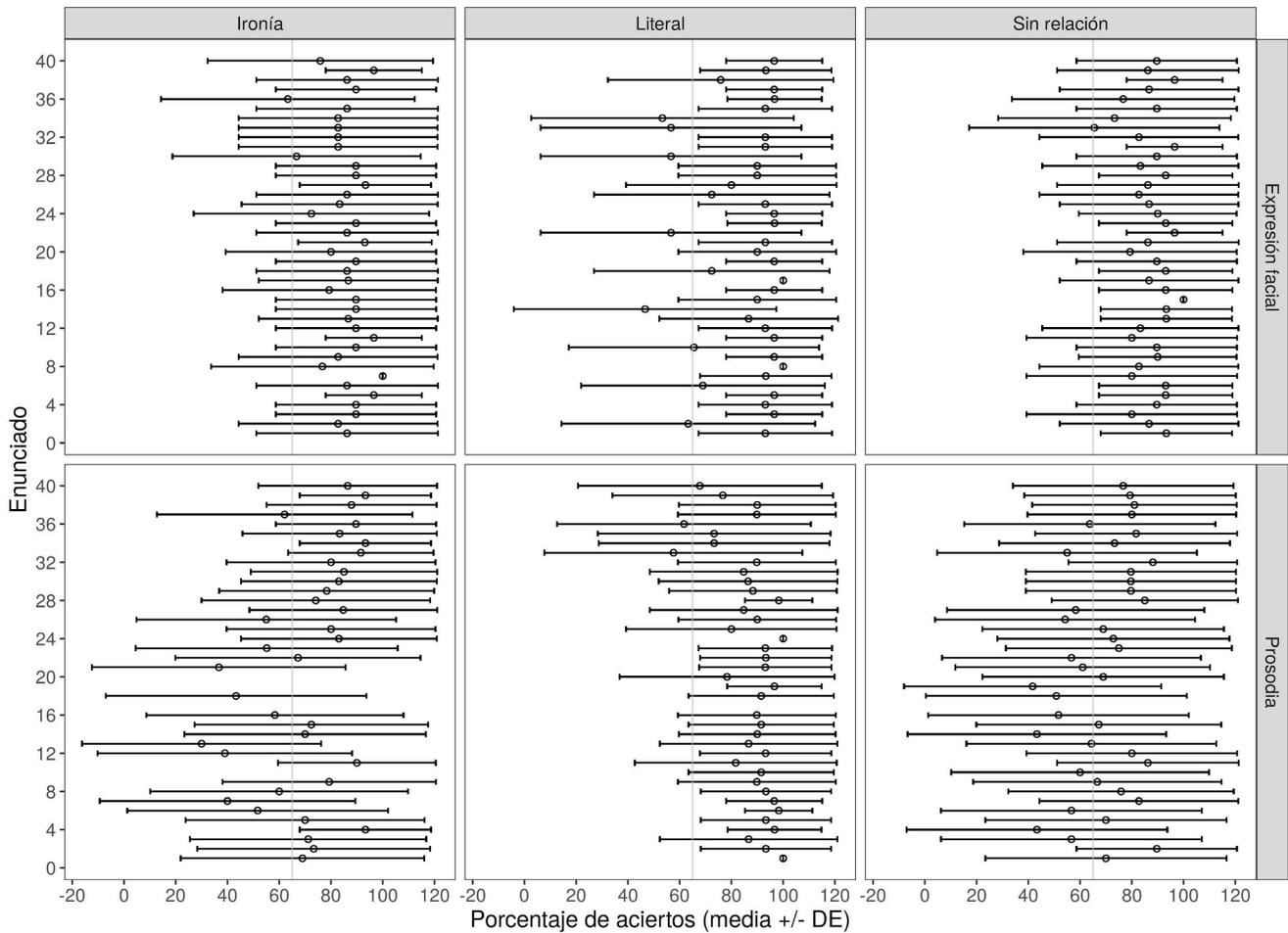


Figura 13. El porcentaje de clasificación de cada estímulo por experimento que exploran el efecto de la expresión facial (panel superior) y prosodia (panel inferior) en la identificación de la ironía. El porcentaje de clasificación representa el porcentaje de participantes que clasificaron correctamente cada estímulo ($\text{media} \pm \text{DE}$), acorde a su condición (A. Ironía, B. Literal, C. Sin relación). La línea vertical gris indica el 65% de aciertos, el cual fue el mínimo porcentaje de inclusión.

Una vez filtrados los estímulos con bajos porcentajes de aciertos en la tarea de clasificación, se realizaron los análisis estadísticos descriptivos de los porcentajes y los

tiempos de clasificación por condición. En la tarea de expresión facial, el porcentaje de aciertos fue del 80.85 ± 39.36 en ironía, 88.34 ± 39.36 en literal y 78.55 ± 41.07 en la condición de sin relación. En la tarea de prosodia, el porcentaje de aciertos fue del 86.38 ± 34.32 en ironía, 90.46 ± 29.39 en literal y 87.50 ± 133.09 en sin relación. En la tarea de expresión facial la mediana de latencia de clasificación fue de 0.45 (IQR = 0.32) en ironía, 0.44 (IQR = 0.72) en literal y 0.41 (IQR = 0.54) en sin relación. En prosodia, la latencia de clasificación fue de 0.38 (IQR = 0.55) en ironía, 0.38 (IQR = 0.48) en literal y 0.41 (IQR = 0.61) en la condición de sin relación..

Los resultados no mostraron diferencias significativas en el porcentaje de aciertos en la tarea de clasificación entre las condiciones cuando se usó la clave de expresión facial ($X^2_{\text{Friedman}}(2) = 2.40$, $p = 0.30$) y la de prosodia ($X^2_{\text{Friedman}}(2) = 0.47$, $p = 0.79$). En la latencia de clasificación, se observaron diferencias significativas entre las condiciones en las tareas de clave de expresión facial ($X^2_{\text{Friedman}}(2) = 8.07$, $p = 0.05$) y prosodia ($X^2_{\text{Friedman}}(2) = 7.80$, $p = 0.05$). El análisis de comparaciones por pares mostró que las diferencias significativas, en la latencia de clasificación, fue en ambas claves entre las condiciones de literal y sin relación ($p < 0.05$).

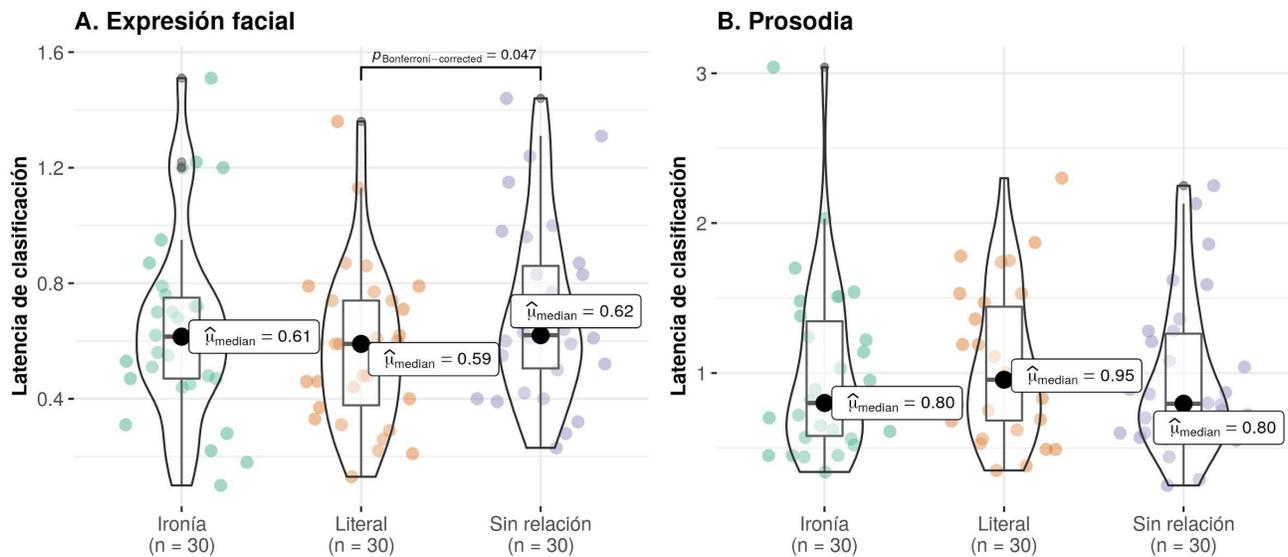


Figura 14. Gráficas de violín de las comparaciones entre condiciones en la latencia de clasificación. El primer panel corresponde a los resultados de la clave de expresión facial; el segundo, a la clave de prosodia. En el eje de las Y se presenta la latencia de clasificación. El punto rojo representa la mediana por condición. Los puntos de dispersión reflejan cada participante. La línea inferior de la caja representa el cuartil 25, la última el cuartil 75 del porcentaje de clasificación. El gráfico de densidad muestra la distribución numérica de los datos.

El análisis de correlación mostró que en la tarea de expresión facial, la de latencia de la condición sin relación presentó correlación negativa con la subescala de imaginación de la AQ ($\rho = -0.49$, $p = 0.05$). En la tarea de prosodia, la latencia de clasificación de la condición literal presentó correlación positiva con la latencia de clasificación de la prueba de RMET ($\rho = 0.57$, $p = 0.01$). Para ver los resultados descriptivos de las pruebas psicométricas ver la Tabla suplementaria 7.

4.3. Comparación entre claves paralingüísticas

Para corroborar los resultados previos y comparar directamente entre claves paralingüísticas, se aplicaron las tareas de las tres claves a un mismo grupo de participantes.

4.3.1 Participantes

En el experimento participaron 30 adultos (17 mujeres), con una media de edad de 27.44 ± 5.05 años. Contaban con escolaridad mínima de licenciatura en curso. Los participantes reportaron no tener antecedentes psiquiátricos o neurológicos.

4.3.2. Materiales y métodos

Para la tarea de discrepancia contextual, se utilizó el mismo flujo y dinámica descrito en la sección 5.2.1. Solo se modificó la modalidad de presentación de los estímulos, se presentaron en audio sin modulaciones en la voz. Para las modalidades de expresión facial y prosodia se emplearon las tareas que se construyeron en la sección 5.2.2. La aplicación se realizó utilizando Psychopy a través de la plataforma de video llamada zoom (v5.7.7; Zoom Video Communications, Inc.). Esta forma de aplicación permitió ceder el control remoto, de la máquina del aplicador, al participante, para que pudiera realizar las pruebas.

Al finalizar las tareas de las tres claves, para evaluar TdM se aplicaron las pruebas RMET (Baron-Cohen, S., Skinner, Martin, & Clubley, 2001) y SST (Dodell-Federm D., Lincoln, S.H., Coulson, J. P., & Hooker, C. I., 2013). Para evaluar frecuencia de uso de sarcasmo, se

aplicó el SSS (Ivanko, Pexman, & Olineck, 2004). También se aplicó el AQ (Baron-Cohen, S., Wheelwright, Hill, Raste, & Plumb, 2001). Las pruebas se aplicaron en orden semialeatorio.

4.3.3. Resultados

En la condición de ironía, la clave de discrepancia contextual tuvo el mayor porcentaje de aciertos (90.96 ± 19.13), seguida de prosodia (81.35 ± 16.30), y expresión facial (77.62 ± 19.07). En literal, la clave de expresión facial resultó en el mayor porcentaje de aciertos (90.45 ± 10.60), seguido de prosodia (88.47 ± 8.17) y discrepancia contextual (83.73 ± 8.99). En la condición de sin relación, el mayor porcentaje de aciertos se observó en la clave de discrepancia contextual (97.63 ± 3.89), seguida de la expresión facial (68.13 ± 32.18) y prosodia (67.93 ± 31.69).

La mediana de latencia de clasificación en la condición de ironía fue de 2.89 (RIQ = 1.50) para la clave de discrepancia contextual, 2.06 (RIQ = 1.08) en prosodia y 1.62 (RIQ = 0.77) en expresión facial. En la condición literal fue de 2.50 (RIQ = 1.27) en discrepancia contextual, 1.96 (RIQ = 0.97) en prosodia y 1.96 (RIQ = 0.97) en expresión facial. En la condición de sin relación fue de 2.56 (IQR = 1.27) en discrepancia contextual, 1.92 (RIQ = 0.71) en prosodia y 1.70 (RIQ = 0.99) en expresión facial.

En las comparaciones por tipo de clave, en porcentaje de aciertos, se observaron diferencias en las condiciones de ironía ($X^2_{\text{Friedman}}(2) = 7.13$, $p < 0.05$), literal ($X^2_{\text{Friedman}}(2) = 6.87$, $p < 0.05$) y sin relación ($X^2_{\text{Friedman}}(2) = 29.89$, $p < 0.001$; Figura 15). Las comparaciones por pares, en la condición de ironía, mostraron que las diferencias significativas fueron entre las claves de discrepancia contextual y expresión facial ($p < 0.05$). En la condición literal, las

diferencias fueron entre discrepancia contextual y expresión facial ($p < 0.05$). Con respecto al porcentaje de aciertos de sin relación, se observaron diferencias entre discrepancia contextual y expresión facial ($p < 0.001$), y entre discrepancia contextual y prosodia ($p < 0.001$; Figura 15).

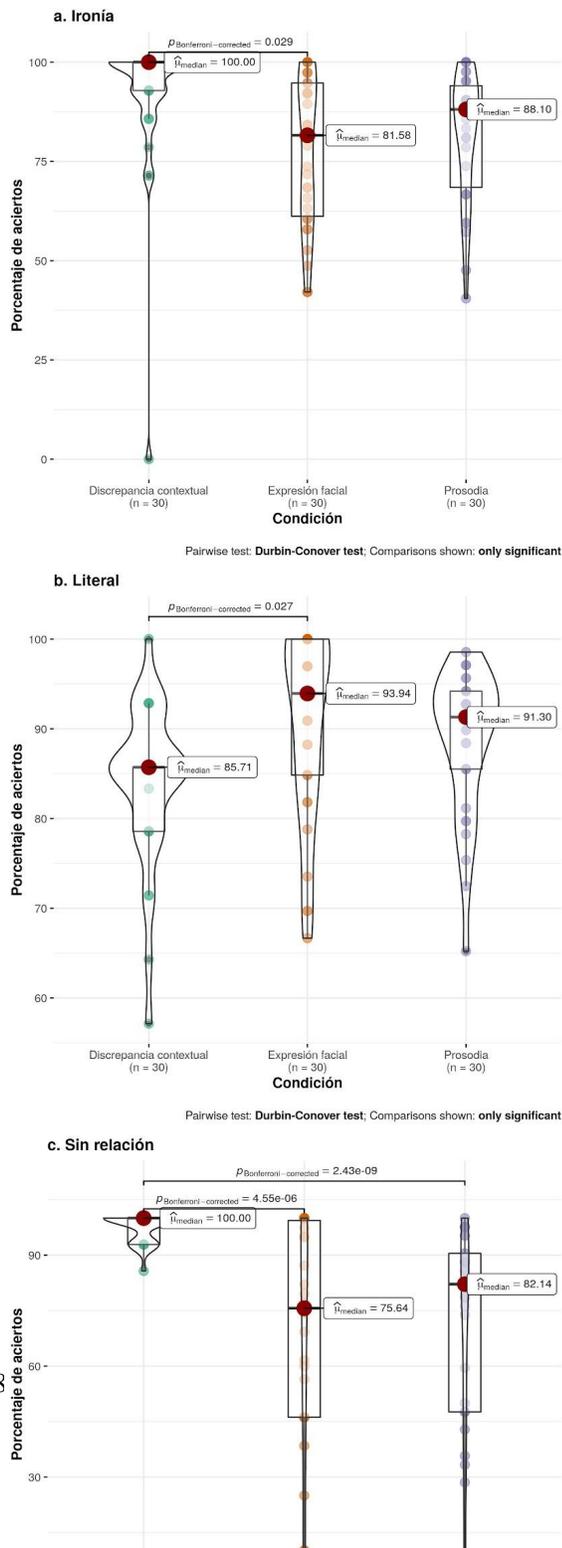
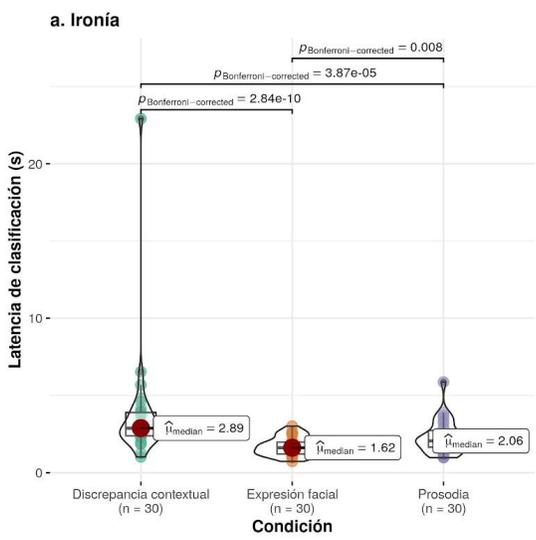
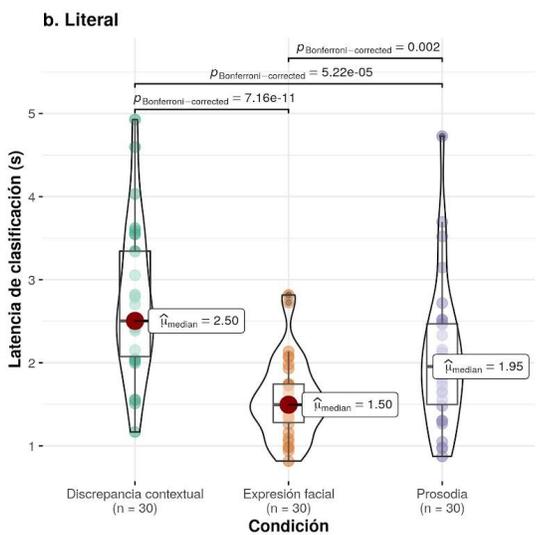


Figura 15. El porcentaje de aciertos de cada condición. El porcentaje de clasificación representa el porcentaje de los participantes que clasificaron correctamente cada estímulo. En la clave de discrepancia contextual, las condiciones de ironía (Panel A) y sin relación (Panel C) presentaron significativamente mayor porcentaje de clasificación; mientras que en la clave de expresión facial, la condición literal (Panel B) presentó mayor porcentaje de aciertos. En gráfico se muestran las curvas de densidad; el gráfico de puntos con las medianas de cada participante; y el gráfico de caja muestra la mediana (círculo oscuro), la media (línea gruesa), el rango intercuartílico (rectángulo) y los valores adyacentes inferior/superior (líneas negras que se extienden desde el rectángulo); y el diagrama de dispersión. Se indican las diferencias significativas entre las claves.

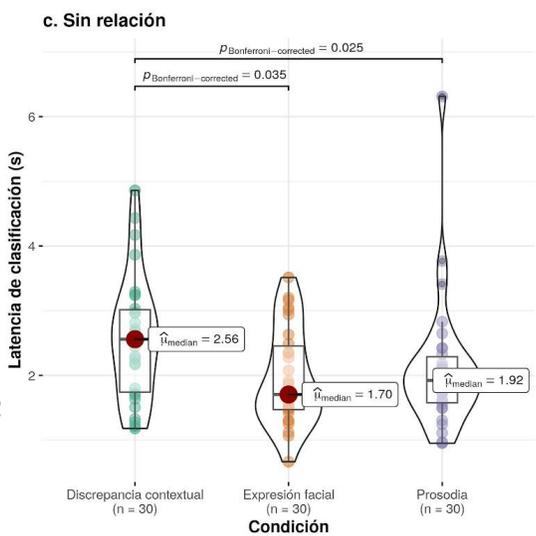
En latencia de clasificación, se observaron diferencias por tipo de clave en ironía ($\chi^2_{\text{Friedman}}(2) = 31.27, p < 0.001$), literal ($\chi^2_{\text{Friedman}}(2) = 32.47, p < 0.001$) y sin relación



Pairwise test: Durbin-Conover test; Comparisons shown: only significant



Pairwise test: Durbin-Conover test; Comparisons shown: only significant



Pairwise test: Durbin-Conover test; Comparisons shown: only significant

($\chi^2_{\text{Friedman}}(2) = 8.47, p < 0.05$; Figura 16). En latencia de clasificación en ironía, las diferencias significativas fueron entre discrepancia contextual y expresión facial ($p < 0.001$), discrepancia contextual y prosodia ($p < 0.001$), y expresión facial y prosodia ($p < 0.001$). En literal, las diferencias se encontraron entre discrepancia contextual y expresión facial ($p < 0.001$), discrepancia contextual y prosodia ($p < 0.001$), y expresión facial y prosodia ($p < 0.01$). Por último, en la condición de sin relación, las diferencias se encontraron entre discrepancia contextual y expresión facial ($p < 0.01$) y entre discrepancia contextual y prosodia ($p < 0.01$; Figura 16).

Figura 16. La latencia de clasificación por condición. En el panel A se muestra la condición de ironía; en el B, la condición de Literal; y en el C, la condición de Sin relación. En gráfico se muestran las curvas de densidad; el gráfico de puntos con las medianas de cada participante; y el gráfico de caja muestra la mediana (círculo oscuro), la media (línea gruesa), el

rango intercuartílico (rectángulo) y los valores adyacentes inferior/superior (líneas negras que se extienden desde el rectángulo); y el diagrama de dispersión. Se indican las diferencias significativas entre las claves.

La clave de discrepancia contextual, la clave de expresión facial, el porcentaje de aciertos de la condición de sin relación, presentó correlación positiva con la prueba SSS ($\rho = 0.54$, $p = 0.05$). La clave de prosodia, en la condición de ironía, presentó correlación negativa con la escala de habilidades sociales de la prueba AQ ($\rho = -0.51$, $p = 0.05$). Para ver los resultados descriptivos de las pruebas psicométricas ver la Tabla suplementaria 8.

A pesar de que todas las claves se detectaron acorde a su condición, la clave de discrepancia contextual mostró ser la clave más efectiva para las condiciones de interés. También, la clave de discrepancia contextual tiene la ventaja de que se puede emplear para la condición de mentira, la cual sirve como valiosa condición comparativa para ironía. Por tal razón, esta fue la clave empleada en el experimento de fMRI.

4.4. Discusión

El primer objetivo de este estudio fue crear una tarea que evalúe la identificación de ironía verbal en adultos Mexicanos y que pueda ser utilizada en estudios de neuroimagen. Un objetivo adicional fue evaluar la relación entre el porcentaje de aciertos y las variables cognitivas. Basado en lo que actualmente se conoce sobre las claves que se asocian a la identificación de ironía, evaluamos tres tipos de claves, discrepancia contextual, prosodia y expresión facial. Iniciamos creando los estímulos lingüísticos (enunciados y contextos) en dos modalidades, escrito y hablado, y cuatro condiciones: ironía verbal, literal, sin relación y

mentira. Debido a la falta de patrones acústicos y expresiones faciales asociadas a la condición de mentira sólo se usó en el experimento de discrepancia contextual. Una vez que los estímulos fueron creados, el siguiente paso fue evaluar la precisión de identificación de las condiciones. Después evaluamos tres claves, discrepancia contextual, prosodia y expresión facial en términos de porcentaje de aciertos.

Los resultados mostraron que los estímulos de las cuatro condiciones se pueden diferenciar acorde a las propiedades psicolingüísticas de relevancia, apropiado y sinceridad (59.32%). Los estímulos irónicos fueron los más difíciles de diferenciar, con una precisión de clasificación del 10.78%. Sin embargo, cuando el nivel de ironía era controlado, la precisión de clasificación incrementó (menos = 63.72 % y más irónico = 64.25 %). Este hallazgo apoya la hipótesis de que la ironía verbal es una de las formas de comunicación más difíciles de detectar (Wilson and Sperber, 1981) y que las propiedades psicolingüísticas juegan un papel fundamental en la identificación de los estímulos irónicos (Attardo, 2000). De acuerdo con Attardo (2000), los estímulos irónicos son relevantes, inapropiados al contexto y se usan con el objetivo de transmitir el verdadero mensaje al oyente.

Respecto al papel de la expresión facial, encontramos que la expresión facial con mayor asociación con los enunciados irónicos era feliz + disgusto. Las expresiones faciales que tuvieron mayor compatibilidad con la ironía fueron sonrisa, cejas arqueadas y ojos entrecerrados (Attardo et al., 2003; Caucci & Kreuz, 2012; Rockwell, 2001). Adicionalmente, la condición de literal se asoció con la expresión facial de feliz, y la condición de sin relación con cara en blanco. Estos resultados parecen indicar que las tres condiciones se

asocian con diferentes expresiones faciales y que pueden ser identificadas acorde a su condición por una muestra de adultos mexicanos.

Los resultados del análisis acústico de los estímulos de prosodia concuerdan con los resultados reportados previamente en la literatura, los estímulos irónicos presentaron incremento en intensidad (Deliens et al., 2018; J. P. W. Li et al., 2013; Peters et al., 2016; Rockwell, 2001; Wang et al., 2006a) y velocidad de habla (Bryant, 2010; Cheang & Pell, 2009; Deliens et al., 2018; J. P. W. Li et al., 2013; Peters et al., 2016; Rockwell, 2001; Voyer & Vu, 2016; Wang et al., 2006a). A pesar de que los estímulos irónicos presentaron un decremento en el tono de voz comparado con los estímulos literales, estas diferencias no fueron significativas como era esperado acorde a la literatura previa (Deliens et al., 2018; J. P. W. Li et al., 2013; Peters et al., 2016; Rockwell, 2001; Wang et al., 2006a). Sin embargo, estos patrones específicos utilizados para transmitir ironía, podría diferir entre tipo de idiomas (Bryant, 2010; Cheang & Pell, 2009; Deliens et al., 2018; J. P. W. Li et al., 2013; Peters et al., 2016; Rockwell, 2001; Voyer & Vu, 2016). Así, los resultados mostraron que los patrones acústicos son útiles en distinguir entre tipo de condición; los estímulos irónicos se pueden distinguir por velocidad del habla con las condiciones de literal y sin relación y por la intensidad y F0 de la condición de sin relación.

Una vez que los estímulos fueron validados, se procedió a evaluar el efecto de las diferentes claves en la identificación de las condiciones. En el primer experimento evaluando la clave de discrepancia contextual, la condición de ironía presentó el menor porcentaje de clasificación y el mayor tiempo de latencia de clasificación. También, a pesar de no haber diferencias en la longitud de los contextos y longitud en los enunciados, la condición de ironía

requirió mayor tiempo de lectura de los contextos y enunciados, comparado con la condición literal. Estos resultados podrían reflejar mayor dificultad en identificar la condición de ironía, lo cual es acorde a la propuesta previa de que la condición de ironía es una de las formas de comunicación más difíciles de interpretar (Wilson & Sperber, 1981) y podría apoyar a la teoría pragmática estándar (Grice, 1975).

Respecto a la relación entre las condiciones y las pruebas cognitivas, los resultados muestran que los tiempos de lectura de los contextos de ironía, mentira y sin relación presentaron una relación positiva con la escala de inferencia mental espontánea de la SST, la cual evalúa TdM. Estos resultados reflejan la importancia de la TdM en la comunicación social, especialmente cuando los enunciados no son literales (Bohrn et al., 2012; Spotorno et al., 2012). El tiempo de lectura de los contextos de mentira y sin relación presentó correlación negativa con dígitos en progresión, la cual evalúa memoria de trabajo. También, el tiempo de lectura de contexto de la condición de mentira presentó correlación negativa con dígitos en regresión, la cual también evalúa memoria de trabajo. Estos resultados son consistentes con la literatura, indicando que es necesario mantener la información disponible para identificar intenciones (Gaudreau et al., 2015). La condición de ironía no se correlacionó con las pruebas de memoria de trabajo, esto podría deberse a que esta forma pragmática requiere de otros procesos, por ejemplo de la integración de información. También, se ha propuesto que el estilo de procesamiento holístico asociado con el éxito en la identificación de la ironía (Martin & McDonald, 2003).

Los resultados de la clave de discrepancia contextual, también parecen apoyar a la teoría pragmática estándar, la cual propone que cuando se comprende ironía, el receptor del

mensaje primero construye una interpretación literal, después cuando se vuelve evidente de que la interpretación literal no es compatible con el contexto, la interpretación irónica es realizada, este proceso requiere de más tiempo por parte del receptor (Grice, 1975). Esto se puede observar en el tiempo de clasificación, en el cual la condición de ironía presentó mayor tiempo de clasificación comparado con las otras condiciones. También, desde esta teoría la interpretación irónica requiere mayor esfuerzo y recursos (Grice, 1975). Un indicador sobre el uso de mayor recursos puede ser visto en la correlación positiva encontrada entre el porcentaje de clasificación de ironía y TdM, lo cual va acorde a la propuesta de Pexman (2008).

Los resultados del experimento 2 muestran que las claves de expresión facial y prosodia fueron detectadas correctamente. Para ambas claves, tuvieron un efecto positivo similar en la identificación de las condiciones. Lo cual concuerda con estudios previos, estos resultados sugieren que la expresión facial y prosodia son útiles claves para la identificación de la ironía (J. P. W. Li et al., 2013; Wang et al., 2006a). Respecto a la latencia de clasificación, ambas claves presentaron latencia de clasificación similar en la identificación de ironía. En contraposición con los resultados obtenidos en la clave de discrepancia contextual, los cuales parecen apoyar un acceso indirecto del mensaje, la falta de diferencias en porcentaje de clasificación y la similar latencia de clasificación, parecen apoyar una interpretación más directa cuando las claves de expresión facial y prosodia son presentadas. Estos resultados coinciden con la teoría de saliencia graduada, sugiriendo que los significados salientes son activados inicialmente, por tal si las claves salientes apoyan una interpretación irónica, esta será realizada primero (Giora, 1997).

Respecto a la relación entre las condiciones con los procesos cognitivos, en la clave de prosodia, el tiempo de latencia de clasificación de la condición de ironía presentó correlación positiva con la RMET, la cual evalúa ToM. En el caso de la expresión facial, la condición de sin relación presentó correlación negativa con la AQ. Cuando la clave de expresión facial es usada individualmente, la condición de ironía parece no requiere mayores recursos que las otras condiciones, esto podría apoyar la teoría de acceso directo.

El experimento tres nos permitió comparar la identificación de ironía entre las claves, y corroborar si los estímulos son clasificadas adecuadamente acorde a condición. Los resultados muestran que las condiciones de ironía y sin relación presentan mayor porcentaje de aciertos cuando la discrepancia contextual está presente. La condición literal presentó mayor porcentaje de aciertos cuando se utilizó la clave de expresión facial, también se identificó precisamente cuando la discrepancia contextual (85.70%) y la prosodia (91.30%) son usadas. Estos resultados parecen indicar que a pesar de que las tres claves son exitosas transmitiendo la condición intencionada, la discrepancia contextual parece ser una mejor clave transmitiendo los mensajes de ironía, literal y sin relación. Otra ventaja de la clave de discrepancia contextual, es que permite tener mayor flexibilidad en modular la interpretación de los mensajes y el uso de otras condiciones, cómo la mentira.

En cuanto al proceso cognitivo involucrado en la identificación de la intención del enunciado, en el caso de la prosodia, el porcentaje de clasificación de la ironía tuvo una correlación negativa con la escala de habilidad social del AQ. Mayores puntajes en el inventario AQ reflejan mayor dificultad en la escala evaluada (Baron-Cohen et al., 2001), por lo que esta correlación podría reflejar la importancia de las habilidades sociales para la

identificación de enunciados irónicos. Además, en el caso de la expresión facial, la precisión de clasificación de los enunciados sin relación tuvo una correlación positiva con el SSS, que mide la frecuencia con la que se usa el sarcasmo (Ivanko et al., 2004). Este hallazgo sugiere que el uso de diferentes formas de comunicación, es decir, ironía/sarcasmo, puede reflejarse en el desempeño de otras formas de comunicación, en este caso enunciados sin relación y puede estar de acuerdo con la propuesta de que la ironía puede ser un indicador útil de habilidades pragmáticas (Caillies et al., 2014).

En conjunto, estos experimentos y los resultados descritos podrían guiar al desarrollo de una tarea que pueda ser útil en la evaluación de la identificación de la ironía en adultos mexicanos. Las diferentes claves seleccionadas podrían ser utilizadas para evaluar la habilidad de detectar diferentes formas de comunicación. En particular, concordando con la propuesta de que la discrepancia contextual podría ser una valiosa clave para la detección de ironía (Kreuz & Link, 2002). Por tal razón, la clave de discrepancia contextual fue seleccionada para evaluar los procesos cognitivos y las áreas neurales asociados con la identificación de ironía, el cual será descrito en la siguiente sección. Adicionalmente, respecto a los procesos cognitivos que apoyan durante la comunicación social, las tareas de TdM mostraron asociación positiva con la identificación de ironía, sin embargo, esto fue observado solo en uno de los tres experimentos. Esto se podría deber a las diferencias individuales entre los participantes de los experimentos. Una muestra más amplia con diferentes tipos de profesiones podría ayudar a evaluar esta asociación (Baron-Cohen, Wheelwright, Skinner, et al., 2001), por tal, en la siguiente sección se buscará tener una muestra más amplia y variada. Otra limitación, fue que la batería de pruebas psicométricas no evaluó todos los procesos asociados con la comunicación social, por tal, en la siguiente

sección se incluirán pruebas que evalúen otros procesos cognitivos asociados con la identificación de ironía, por ejemplo estilo de procesamiento y otras funciones ejecutivas como control inhibitorio.

V. PROCESOS COGNITIVOS Y ÁREAS NEURALES DE LA IRONÍA

5.1 Método

5.1.1. Participantes

El experimento fue completado por una muestra de 45 participantes (22 mujeres) con una media de edad de 26.69 ± 5.83 . De los 45 participantes, 15 estaban estudiando o tenían formación relacionada con ciencias (8 mujeres), 12 con no ciencias (6 mujeres) y 18 con ingeniería (9 mujeres). Los participantes reportaron no tener antecedentes psiquiátricos o neurológicos, tenían lateralidad manual diestra y firmaron el consentimiento informado para participar en el estudio. El protocolo experimental fue aprobado por el comité de ética del Instituto de Neurobiología de la Universidad Nacional Autónoma de México (#047.H.RM).

5.1.2. Paradigma conductual

Para evaluar las áreas cerebrales que participan durante la identificación de la ironía, se construyó en Psychopy (versión 3.0.1) (Peirce, 2007). En la primera pantalla se presentó el contexto, la cual tenía una duración de 14 a 20 segundos. Después, se presentó una cruz de fijación de duración variable de 3 a 6 segundos. En la segunda pantalla se presentó el enunciado, con una duración fija de 2 segundos. Después se presentó una cruz fija de 2 segundos. En la tercera pantalla se les presentó en texto la pregunta: "Acorde al contexto, el

enunciado es:“, y cuatro opciones de clasificación se presentaron en cada esquina de la pantalla, la pantalla tuvo una duración fija de 6 segundos. Después se presentó una cruz de fijación variable de 1 a 4 segundos. El contexto y el enunciado se presentaron en modalidad auditiva (ver 4.2.1.4).

Para estudiar los procesos cognitivos asociados con la identificación de la ironía, se aplicó una batería de pruebas psicométricas que evaluaron los procesos cognitivos de interés y de control. La TdM fue evaluada con las pruebas de SST (Dodell-Feder et al., 2013), y la prueba de RMET (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, et al., 2001). El estilo de procesamiento perceptual se evaluó con las pruebas de Escala de Razonamiento Perceptual (IRP) de la escala WAIS-IV (Wechsler, D., 2008) y la prueba local-global se aplicó usando Psychtoolbox-3 (Brainard, 1997).

Respecto a las pruebas cognitivas control, para evaluar las funciones ejecutivas se utilizó el programa Psychology Experiment Building Language (PEBL) (Mueller & Piper, 2014) y aplicaron las prueba: go-no-go, la cual evalúa control inhibitorio; Torre de Londres, que evalúa planeación; con dígitos en progresión, que evalúa memoria de trabajo; n-back, que evalúa actualización. Para evaluar habilidades verbales, se aplicó el Índice de Comprensión Verbal (ICV) de la WAIS-IV (Wechsler, D., 2008). La fluidez verbal se evaluó con la BANFE (Flores et al., 2014). Para evaluar la frecuencia de uso de ironía, se utilizó el SSS (Ivanko et al., 2004). El AQ se aplicó para evaluar el grado de habilidades sociales, comunicación, atención al detalle, atención al cambio e imaginación, este inventario ha mostrado ser sensible en población neurotípica (Baron-Cohen, Wheelwright, Skinner, et al., 2001). Para evaluar distrés psicológico, se aplicó la prueba de Symptom Check-List 90

(SCL-90) (González-Santos et al., 2007). La empatía se evaluó con el Índice de Reactividad Interpersonal la cual evalúa las escalas de fantasía (FS), toma de perspectiva (TP), preocupación empática (PE) y distrés personal (DI) (IRI) (Fernández et al., 2011).

Una parte de los participantes se evaluó previo a las restricciones sanitarias debido a la pandemia por COVID-19. Las pruebas se aplicaron en una o dos sesiones, en las instalaciones del Instituto de Neurobiología de la UNAM. La otra parte de los participantes se evaluó durante la pandemia COVID, para reducir el contacto presencial al mínimo necesario las pruebas que se aplicaron a través de Zoom (v5.7.7; Zoom Video Communications, Inc., 2021). Durante la sesión de Resonancia Magnética se aplicaron las pruebas que solo era posible aplicar en persona (i.e. WAIS-IV, local-global y n-back).

Los resultados de la tarea de discrepancia contextual no presentaron una distribución normal ($p < 0.01$), lo cual se evaluó con una prueba de Shapiro. La prueba de Levene reflejó que las varianzas entre las condiciones no eran iguales ($p < 0.01$). Por tal, se utilizó estadística no paramétrica. En los resultados se presentan los porcentajes de aciertos y la mediana de la latencia de clasificación. Para comparar entre condiciones se realizó una prueba de Friedman de medidas repetidas, seguida de un análisis de comparación por pares de Durbin-Conover con corrección por Bonferroni. Por último, se realizó una corrección de Spearman con corrección FDR.

5.1.3. Resonancia Magnética Funcional

Para la sesión de Resonancia Magnética se seleccionó la tarea de discrepancia contextual. La presentación de estímulos de la tarea se optimizó utilizando OPTSEQ (Dale, 1999) y se dividió en tres corridas, cada corrida tuvo una duración de 10 minutos aproximadamente. Se le pidió a los participantes que acorde al contexto intentarán identificar la intención del enunciado al escucharlo. Con el objetivo de que los participantes se familiarizaran con la tarea, antes de iniciar la tarea dentro del Resonador, se aplicó una tarea de prueba en la cual clasificaron 4 estímulos (uno por condición). Los estímulos de la tarea de entrenamiento fueron diferentes a los empleados en la tarea dentro del resonador.

La sesión de resonancia magnética se realizó en un escáner GE MR750 de 3 Teslas, con una bobina de cabeza de 32 canales. Los parámetros de adquisición fueron, para T1w: TE de 0.003 segundos, TR de 0.008, flip angle de 12 ° y una matriz de 256 x 256; para la secuencia funcional: TE de 0.04, TR de 2 segundos, ángulo de volteo de 90° y matriz de 64 x 64. Después de la sesión de resonancia magnética, se le pidió a los participantes clasificar qué tan irónicos eran los estímulos utilizando una escala tipo Likert del 1 al 7 (1 = menos irónico, 7 = muy irónico).

La conversión de formato dicom a nifti se realizó utilizando dcm2niix v1.0.20190902 (X. Li et al., 2016). El preprocesamiento de los datos de resonancia magnética se realizó utilizando el pipeline fmriprep (Esteban et al., 2019). Los subsecuentes análisis se realizaron con el programa FSL 5.0.9. (Jenkinson et al., 2012). Para el análisis de primer (corrida),

segundo (participante) y tercer nivel (grupo), se realizó un análisis de modelo general lineal general (MLG) utilizando la herramienta feat (Woolrich et al., 2004).

En el análisis de primer nivel, la señal BOLD se analizó durante la presentación del evento de interés (enunciados). Para analizar los eventos se realizó un MLG utilizando las cuatro condiciones (ironía, literal, sin relación y mentira) como regresores; también, la primera cruz de fijación se utilizó como regresor. Para este análisis se aplicó un suavizado de 6 mm y el umbral de significancia se ajustó a nivel cluster ($z = 2.3$ y $p > 0.05$). En total se analizaron 22 contrastes: 4 contrastes comparando cada condición con la cruz de fijación (ejemplo: ironía > cruz de fijación), 4 comparando cada condición con las otras tres (ejemplo: ironía > mentira+literal+sin relación), 12 comparando pares de condiciones (ejemplo: ironía > mentira), y dos comparando ironía con dos condiciones (i.e. ironía > mentira+literal, ironía > literal+sin relación). Además, como regresores fisiológicos se emplearon 11 regresores de los *confounds* de fmripri: líquido cefalorraquídeo, materia blanca, señal global, dvars, frame wise displacement y 6 regresores de movimiento (traslación y rotación de las coordenadas x, y, z).

En el análisis de segundo nivel se realizó un MLG de efectos fijos. En el análisis de tercer nivel, se realizó un MLG de efectos mixtos (Flame 1) por sujeto (45 sujetos). En ambos niveles se mantuvieron los parámetros del umbral del análisis del primer nivel ($z = 2.3$, $p > 0.05$).

5.2. Resultados

5.2.1. Paradigma conductual

El porcentaje de aciertos más bajo fue en la condición de ironía (71.43 ± 28.16), seguido de mentira (78.57 ± 20.04), literal (85.71 ± 13.52), y la condición más alta fue sin relación (92.86 ± 14.64). La latencia de clasificación (segundos) más alta fue ironía (Me = 1.91, IQR = 1.01), seguido de literal (Me = 1.72, IQR = 0.87), mentira (Me = 1.49, IQR = 1.20), y la condición con latencia más rápida fue sin relación (Me = 1.31, IQR = 0.84).

Los resultados muestran que existen diferencias significativas en porcentaje de aciertos ($X^2_{\text{Friedman}}(3) = 45.68, p < 0.001$) y latencia de clasificación ($X^2_{\text{Friedman}}(3) = 31.81, p < 0.001$). En porcentaje de aciertos se reflejaron diferencias significativas entre la condición de ironía con literal ($p < 0.05$), sin relación ($p < 0.001$) y mentira ($p < 0.001$); también, entre la condición de sin relación con las condiciones de literal ($p < 0.001$) y mentira ($p < 0.001$; ver Figura 13a). En latencia de clasificación se observaron diferencias significativas entre la condición de ironía con sin relación ($p < 0.001$) y mentira ($p < 0.001$), también entre la condición de literal con sin relación ($p < 0.001$) y mentira ($p < 0.001$; ver Figura 13b).

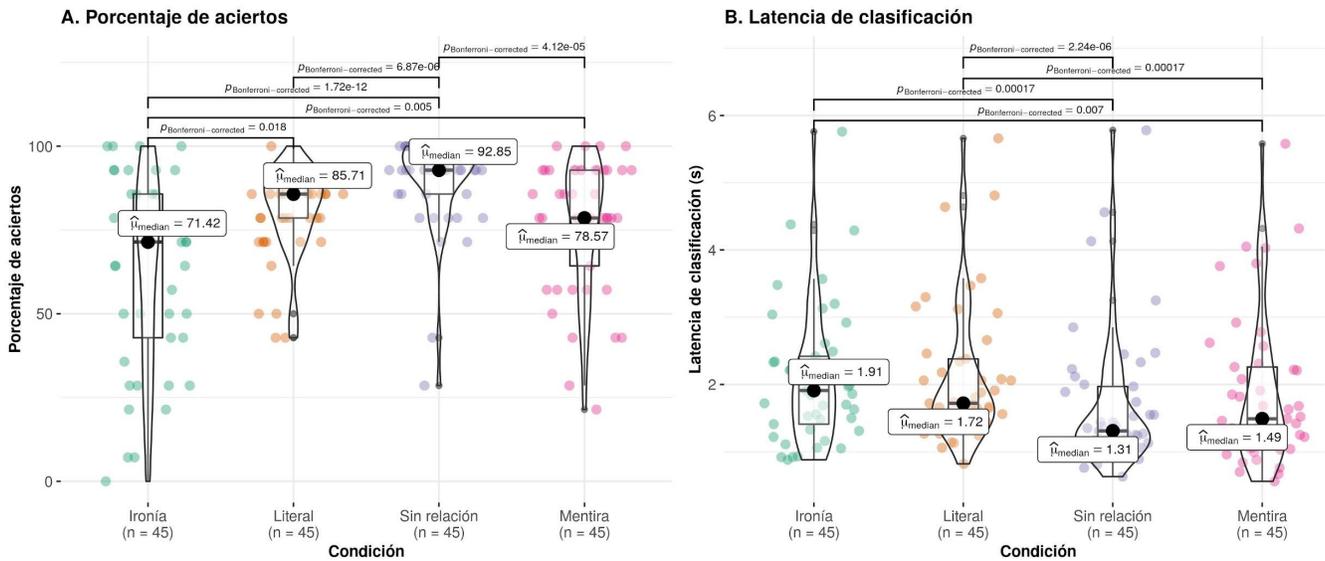


Figura 13. El porcentaje de clasificación (Panel A) y la latencia de clasificación (Panel B) de cada condición. Comparado con las otras condiciones, la condición de ironía presentó el porcentaje más bajo de aciertos y la latencia de clasificación más lenta. Se muestran las curvas de densidad; el gráfico de puntos con las medianas de cada participante; y el gráfico de caja muestra la mediana (círculo oscuro), la media (línea gruesa), el rango intercuartílico (rectángulo) y los valores adyacentes inferior/superior (líneas negras que se extienden desde el rectángulo); y el diagrama de dispersión. Se indican las diferencias significativas entre las claves.

5.2.2. Procesos cognitivos

Respecto con las pruebas que interés, las pruebas que evalúan TdM presentaron correlación positiva entre el porcentaje de aciertos de ironía con la prueba de RMET ($\rho = 0.35$, $p\text{-corr} = 0.02^*$, $p = 0.08$) y la latencia de clasificación de ironía con la inferencia explícita de la SST ($\rho = 0.36$, $p\text{-corr} = 0.03^*$, $p = 0.14$), sin embargo, no sobrevivieron a la corrección. Las pruebas que evalúan procesamiento perceptual no presentaron correlación

con las condiciones de interés. Respecto a las pruebas de control, la prueba de go-no-go, que evalúa control inhibitorio, presentó correlación negativa con la latencia de clasificación de ironía ($\rho = -0.35$, $p\text{-corr} = 0.02^*$, $p = 0.09$). Las habilidades lingüísticas, evaluadas con el ICV, presentaron correlación positiva con porcentaje de aciertos de ironía ($\rho = 0.38$, $p\text{-corr} > 0.05$). También, la subescala de fantasía del IRI presentó correlación negativa con la latencia de clasificación de ironía ($\rho = -0.46$, $p\text{-corr} > 0.01$). Por último, se observó correlación entre la prueba de AQ y la latencia de clasificación de ironía ($\rho = 0.49$, $p\text{-corr} > 0.01$).

Similar a la condición de ironía, la condición de mentira presentó correlación negativa entre la latencia de clasificación y la prueba go-no-go, esta correlación tampoco sobrevivió después de la corrección ($\rho = -0.36$, $p\text{-corr} = 0.01^*$, $p = 0.06$). También, la subescala de fantasía del IRI presentó correlación negativa con la latencia de clasificación de mentira ($\rho = -0.48$, $p\text{-corr} > 0.01$). Por último, el porcentaje de aciertos de mentira presentó correlación positiva con el ICV de la WAIS IV ($\rho = 0.46$, $p\text{-corr} > 0.01$) y con el ICG de la WAIS IV ($\rho = 0.43$, $p\text{-corr} > 0.05$). No se observaron correlaciones entre las pruebas que evalúan TdM o estilo de procesamiento perceptual.

Similar a la condición de ironía, la latencia de clasificación de literal ($\rho = 0.32$, $p = 0.03^*$, $p = 0.11$) y sin relación ($\rho = 0.30$, $p = 0.04^*$, $p = 0.15$) presentaron correlación negativa con la inferencia explícita de la SST, al igual que la condición de ironía estas correlaciones no sobrevivieron después de la corrección. La condición literal no mostró otras correlaciones significativas. El porcentaje de aciertos de sin relación presentó correlación positiva con ICV de la WAIS IV ($\rho = 0.34$, $p\text{-corr} > 0.05$). También, el porcentaje de aciertos

de sin relación presentó correlación positiva con SSS (rho = 0.31, p-corr = 0.35* . p = 0.13),
 sin embargo esta corrección no sobrevivió después de la corrección.

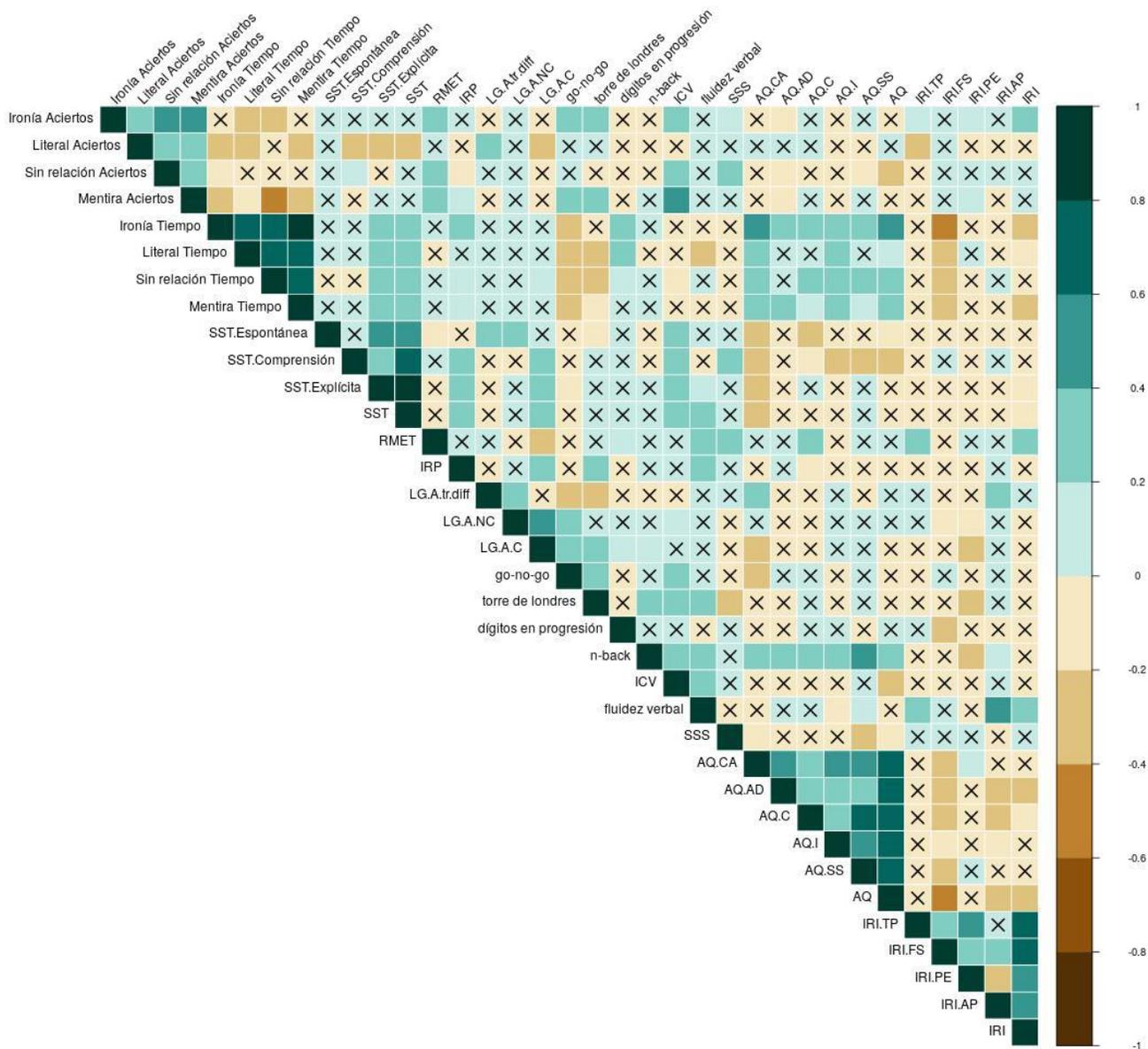


Figura 14. Gráfica de correlación del porcentaje de aciertos, mediana de latencia de clasificación y desempeño cognitivo. El gradiente verde representa las correlaciones positivas, el café representa las correlaciones negativas. Las correlaciones no significativas

se representan con una x. Abreviaciones: SST = Short Story Task (i.e. Historia Corta), RMET = Reading the mind in the eyes (i.e. Leyendo la Mente en los Ojos), IRP = Índice de Razonamiento Perceptual, LG.tr.diff = local-global tiempo de reacción diferencia (entre aciertos y no aciertos), LG.N.C = local-global no aciertos de cambio, LG.A.C = local-global aciertos de cambio, ICV = Índice de Comprensión Verbal, SSS = escala de autoinforme de sarcasmo, AQ CA = cociente del espectro autista Cambio Atencional, AQ AD = cociente del espectro autista Atención a detalles, AQ C = cociente del espectro autista Comunicación, AQ I = cociente del espectro autista Imaginación, AQ SS = cociente del espectro autista Habilidades sociales, AQ = cociente del espectro autista, IRI TP = toma de perspectiva, IRI FS = Fantasía, IRI PE = Preocupación Empática, IRI AP = Angustia Personal, IRI = índice de reactividad interpersonal, ICG = Índice de Capacidad General.

5.2.3. Áreas neurales

5.2.3.1 Contraste de una condición versus las demás

El contraste de ironía > mentira+literal+sin relación, mostró actividad significativa en el precúneo, en el área de Brodmann 31 (BA, por sus siglas en inglés). El contraste de literal > ironía+mentira+sin relación, mostró actividad significativa en tres clusters: el área premotora derecha (BA 6); el área primaria motora izquierda (BA 4), extendiéndose al área primaria sensorial (BA 1); y el putamen derecho, extendiéndose al caudado. El contraste sin relación > ironía+mentira+literal mostró actividad significativa en tres clusters: el área premotora izquierda (BA 6), extendiéndose a la corteza motora suplementaria (BA 6) y el giro cingulado anterior (BA 24); el área visual motora izquierda (BA 7), extendiéndose al giro supramarginal anterior (BA 40); y el área primaria motora derecha (BA 4), extendiéndose al área premotora

(BA 6). El contraste de mentira > ironía +literal+sin relación, no mostró actividad significativa (ver Figura 17 y Tabla 1).

Tabla 1. Comparaciones de una condición versus las otras

Contraste	Vox	Hem	Región	Centro del cluster – Coordenadas MNI			Z	foci Individual-Coordenadas MNI			Región de las foci
				x	y	z		x	y	z	
Ironía > otras	576		Precúneo (BA 31)	-4	-60	24	3.74				
Mentira > otras			n.s								
Literal > otras	1433	HD	Área premotora (BA 6)	50	-6	32	4.63				
	660	HI	Área primaria motora (BA 4)	-38	-20	38	4.51				
							4.38	-42	-12	40	HI Área premotora (BA 6)
							2.91	-40	-26	48	HI Área primaria sensorial (BA 1)
	623	HD	Putamen	26	16	-6	3.74				
							3.26	38	-6	12	HD Área primaria motora (BA 4)
							3.22	14	20	-4	HD Caudado
Sin relación > otras	963	HI	Área premotora (BA 6)	-42	-4	44	4.23				
							3.14	-2	-4	48	Giro cingulado anterior (BA 24)
	789	HI	Área visual motora (BA 7)	-32	-46	42	4.29				
							3.32	-62	-32	32	HI Giro supramarginal anterior (BA 40)
	446	HD	Área primaria motora (BA 4)	40	-18	46	3.73				
							2.76	40	0	48	HD Área premotora (BA 6)

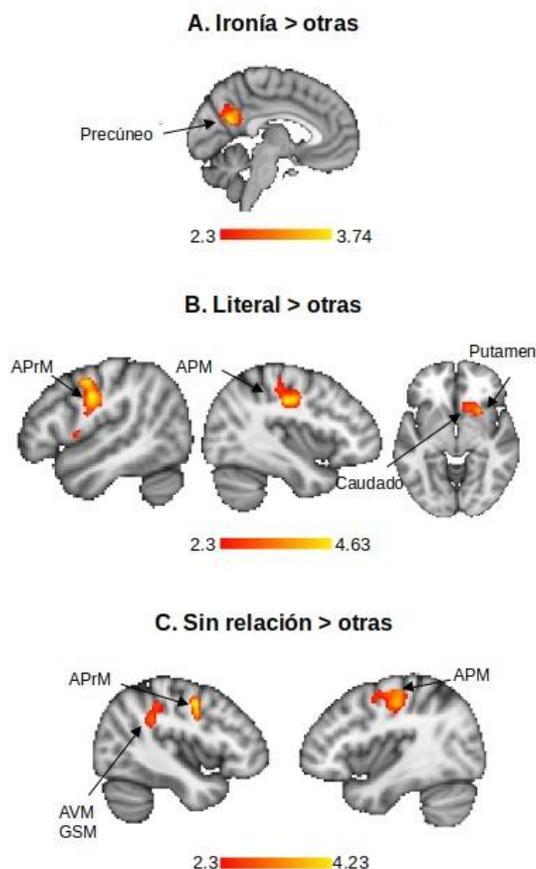


Figura 17. Contraste de una condición versus las otras. En el panel A se presenta el contraste de ironía versus las otras tres condiciones; en el Panel B, literal versus las otras; y en el Panel C, sin relación versus las otras condiciones. El contraste de mentira versus las otras no presentó actividad significativa. Los resultados son con corrección a nivel cluster ($z = 2.3$, $p > 0.05$). La barra indica el puntaje z . APrM = área premotora, APM = área primaria motora, AVM = área visual motora, GSM = giro supramarginal.

5.2.3.2 Contraste entre pares de condiciones

5.2.3.2.1 Ironía

En el contraste de ironía > mentira se observó actividad significativa en dos clusters, el giro supramarginal derecho (BA 40), extendiéndose al giro temporal superior posterior (BA 22), precúneo (BA 31), giro del cíngulo (BA 31) y el GFI (pars opercularis, BA 44); y el giro postcentral izquierdo (BA 1, BA 5). En el contraste de ironía > literal mostró actividad significativa en tres clusters, el precúneo, extendiéndose al área visual motora (BA 7); el giro angular izquierdo (BA 39), extendiéndose al giro temporal medial (BA 31) y el giro temporal superior posterior (BA 22); y el GFI derecho (pars triangularis, BA 45), extendiéndose a la corteza prefrontal dorsolateral (BA 9 y 46) y GFI (pars opercularis, BA 44). El contraste de ironía > sin relación mostró activación significativa en dos clusters, la corteza cuneal derecha

(BA 18), extendiéndose al área visual asociativa (BA 18) y giro lingual (BA 17 y 18); el precúneo (BA 31), extendiéndose al giro cingulado ventral (BA 23) y el giro lingual (BA 18; ver Figura 18 y Tabla 2).

El contraste de ironía > literal + mentira mostró actividad significativa en tres clusters, el precúneo (BA 31), extendiéndose al área visual motora (BA 7); el GFI (pars triangularis, BA 45), extendiéndose al GFI (pars opercularis, BA 44) y la corteza prefrontal dorsolateral (BA 9); y el giro angular (BA 39). El contraste de ironía > literal + sin relación mostró actividad en un cluster, el precúneo (BA 31), extendiéndose al giro cingulado posterior (BA 31) y el giro cingulado ventral posterior (BA 23).

Tabla 2. Resultados de los contrastes entre pares de condiciones: ironía

Contraste	Vox	Hem	Región	Centro cluster del -			Z	foci Individual-Coordenadas MNI			Región de las foci	
				x	y	z		x	y	z		
Ironía > Mentira	3014	HD	Giro supramarginal (BA 40)	46	-50	46	4.95					
								3.92	-4	-62	22	Precúneo (BA 31)
								3.79	-6	-54	30	Giro del cíngulo (BA 31)
					3.6	46	14	14	HD Giro frontal inferior (pars opercularis, BA 44)			
	768	HI	Giro postcentral (BA 1)	-42	-20	48	4.02					
							3.53	-30	-34	48	HI Giro postcentral (BA 5)	
Ironía > Literal	742		Precúneo (BA 7)	-2	-62	44	3.65					
								3.09	-6	-68	34	HI Área visual motora (BA 7)

							3.02	8	-64	36	HD Área visual motora (BA 7)	
		615	HI	Giro angular (BA 39)	-58	-50	10	3.68				
								3.63	-58	-48	6	HI Giro temporal medial (BA 21)
		535	HD	Giro frontal inferior, triangularis pars (BA 45)	50	24	14	3.48				
								3.36	50	28	26	HD Corteza prefrontal dorsolateral (BA 9)
								3.07	40	18	16	HD Giro frontal inferior (par opercularis, BA 44)
								2.75	46	36	16	HD Corteza prefrontal dorsolateral (BA 46)
Ironía > relación	Sin	553	HD	Corteza cuneal (BA 18)	6	-84	16	3.54				
								3.2	22	-90	12	HD Área visual asociativa (BA 18)
								3.17	2	-88	0	HD Giro linguado (BA 17)
								2.9	16	-74	0	HD Giro lingual (BA 18)
		462	HI	Precúneo (BA 31)	-2	-60	24	3.77				
								3.44	-8	-50	24	HI Giro cingulado ventral (BA 23)
								3.1	-10	-52	2	HI Giro lingual (BA 18)
Ironía Literal+mentira >		1239	HI	Precúneo (BA 31)	-4	-60	24	3.9				
								3.53	-2	-62	42	HI Área visual motora (BA 7)
		774	HD	Giro frontal inferior, triangularis pars (BA 45)	50	24	14	3.67				
								3.52	38	18	16	HD Giro frontal inferior, par opercularis (BA 44)
								3.45	48	28	28	HD Corteza prefrontal dorsolateral (BA 9)
		503	HD	Giro angular (BA 39)	44	-50	44	3.72				

Ironía
Literal+sin
relación

>

606

HI

Precúneo
(BA 31)

(BA

-2

-60

24

4.19

3.68 -6 -54 30 HI Giro cingulado posterior (BA 31)

2.43 -16 -56 22 HI Giro cingulado ventral posterior (BA 23)

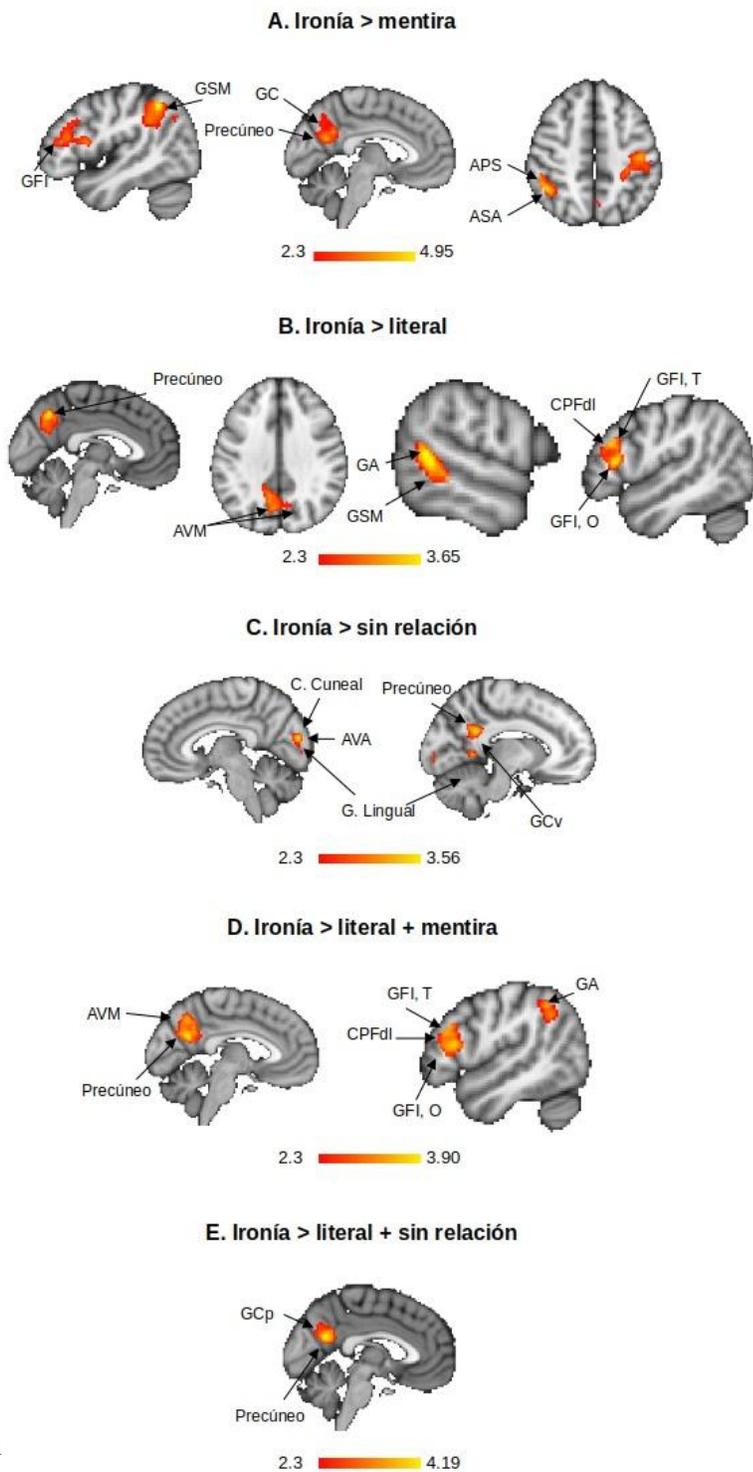


Figura 18. Contrastes de ironía. En el panel A se presenta el contraste de ironía comparado con mentira, en el B con literal, en el C con sin relación. En el panel D, se compara a la condición de ironía con las condiciones de literal y mentira; en el panel E, se comparan con literal y sin relación. La barra indica el rango de puntaje z.

5.2.3.2.2 Mentira

El contraste de mentira > ironía mostró actividad en un cluster, el área premotora derecha (BA 6), extendiéndose al área primaria motora (BA 4). Los contrastes de mentira > literal y mentira > sin

relación no mostraron actividad significativa (ver Tabla 3).

Tabla 3. Resultados de los contrastes entre pares de condiciones: mentira

Contraste	Vox	Hem	Región	Centro del cluster – Coordenadas MNI			Z	foci Individual-Coordenadas MNI			Región de las foci
				x	y	z		x	y	z	
Mentira > Ironía	845	HD	Área premotora (BA 6)	46	-12	44	4.91				
							4.44	38	-22	52	HD Área primaria motora (BA 4)
Mentira > Literal			n.s								
Mentira > Sin relación			n.s								

5.2.3.2.3 Literal

El contraste de literal > ironía mostró actividad en dos clusters. La corteza cingulada derecha, extendiéndose hacia el área premotora (BA 6) y el giro cingulado (BA 31). El segundo cluster es el giro precentral derecho, extendiéndose al área premotora (BA 6) y el área primaria motora (BA 4). En el contraste de literal > mentira, en el hemisferio izquierdo en el área primaria sensorial (BA 1), la corteza primaria motora (BA 4) y el giro supramarginal (BA 40). En el hemisferio derecho en el giro supramarginal (BA 40) y núcleo caudado. En el contraste de literal > sin relación, en el hemisferio izquierdo en el área visual primaria (BA 17), área visual secundaria (BA 18). En el hemisferio derecho en el tálamo, área visual de asociación (BA 19), área visual secundaria (BA 18) y el giro cingulado (BA 18; ver Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de los contrastes entre pares de condiciones: literal

Contraste	Vox	Hem.	Región	Centro del cluster – Coordenadas MNI			Z	foci Individual-Coordenadas MNI			Región de las foci	
				x	y	z		x	y	z		
Literal > Ironía	2068	HD	Corteza cingulada	10	4	34	4.59					
								4.25	-4	-2	54	Área premotora (BA 6)
								3.7	12	-4	62	HD Área premotora (BA 6)
	3.65	-6	-30	42	Giro cingulado (BA 31)							
	1500	HD	Giro precentral	46	-10	42	5.26					
5.07								54	-4	40	HD Área premotora (BA 6)	
4.57								46	-14	34	HD Área primaria motora (BA 4)	
Literal > Mentira	3423	HD	Área secundaria sensorial (BA 1)	42	-22	30	4.86					
								4.5	46	-46	46	HD Giro supramarginal (BA 40)
								4.26	20	-16	22	HD Caudado
	1389	HI	Área primaria sensorial (BA 1)	-46	-20	48	4.9					
								4.07	-36	-26	58	HI Área primaria motora (BA 4)
3.28	-50	-36	36	HI Giro supramarginal (BA 40)								
Literal > Sin relación	559	HD	Caudado	22	-16	22	3.98					
								3.15	22	-28	8	HD Tálamo
	483	HD	Área visual de asociación (BA 19)	26	-86	26	4.08					

3.78	8	-84	18	HD Área visual secundaria (BA 18)
3.09	14	-74	0	HD Giro linguado (BA 18)
2.91	0	-88	2	Área visual primaria (BA 17)

5.2.3.2.4 Sin relación

En el contraste de sin relación > ironía se observó actividad en dos clusters. La corteza suplementaria motora, extendiéndose al giro cingulado dorsal anterior (BA 32) y el giro cingulado ventral anterior (BA 24). El área motora primaria derecha (BA 4), extendiéndose al área premotora (BA 6) y al área primaria sensorial (BA 1). En el contraste sin relación > mentira en dos clusters. El área visual motora izquierda (BA 7), extendiéndose hacia el giro supramarginal anterior (BA 40) y el área premotora (BA 6). El giro supramarginal derecha (BA 40; Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de los contrastes entre pares de condiciones: sin relación

Contraste	Vox	Hem	Región	Centro del cluster – Coordenadas MNI			Z	foci Individual-Coordenadas MNI			Región de las foci	
				x	y	z		x	y	z		
Sin relación > Ironía	1175		Corteza suplementaria motora	0	-2	56	4.27					
							3.53	8	4	42	HD Giro cingulado dorsal anterior (BA 32)	
								3.26	6	2	34	HD Giro cingulado ventral anterior (BA 24)
	1028	HD	Área motora primaria (BA 4)	44	-18	44	4.97					
							3.57	40	-2	50	HD Área premotora (BA 6)	

							3.09	48	-16	34	HD Área primaria sensorial (BA 1)
Sin relación > Mentira	3521	HI	Área visual motora (BA 7)	-30	-46	44	5.32				
							4.16	-48	-34	46	HI Giro supramarginal anterior (BA 40)
							3.87	-30	-12	52	HI Área premotora (BA 6)
	974	HD	Giro supramarginal (BA 40)	44	-38	34	4.09				
Sin relación > Literal			n.s								

5.3. Discusión

El objetivo de esta sección fue evaluar los procesos cognitivos y las áreas neurales asociados con la identificación de la ironía. Considerando los resultados de la sección previa, se utilizó la clave de discrepancia contextual, la cual mostró ser la más efectiva (ver sección 4.2.3). También, basado en lo que se conoce actualmente (Baron-Cohen, Wheelwright, Hill, et al., 2001) y considerando los resultados de la sección previa, se buscó una muestra con mayor variabilidad con respecto a la formación académica de los participantes (i.e. humanidades, ingeniería y ciencias). Un tercer punto que se consideró, fue ampliar la batería de pruebas psicométricas y así evaluar una mayor cantidad de procesos asociados con la identificación de ironía (por ejemplo: control inhibitorio).

La variabilidad de formación académica de la muestra se reflejó positivamente en los resultados de los procesos cognitivos. Acorde a lo esperado (Bohrn et al., 2012; Pexman, 2008; Spotorno et al., 2012), la condición de ironía presentó correlación positiva con tareas que evalúan TdM (i.e. RMET y SST). Las condiciones de literal y sin relación también presentaron correlación positiva con la SST. Sin embargo, estas correlaciones no

sobrevivieron la corrección. Estos resultados podrían apuntar a que la capacidad de inferir la intención de un enunciado (i.e. irónico, literal o sin relación) dentro de un contexto social es importante, esta relación podría apreciarse mejor con una muestra más variada aún.

El segundo proceso cognitivo de interés es el estilo de procesamiento holístico. Este proceso no presentó correlación significativa con las condiciones evaluadas. Para futuros estudios sería interesante explorar una batería de pruebas psicométricas más amplia que evalúe este proceso, para evaluar si efectivamente no existe relación entre estas variables, o si se deba a las pruebas seleccionadas para este estudio.

Respecto a los otros procesos evaluados, el control inhibitorio presentó correlación negativa con la latencia de clasificación de ironía y de mentira, sin embargo, estas correlaciones no sobrevivieron a la corrección. Esta asociación parece mostrar la importancia del control inhibitorio en la identificación de la ironía y mentira, podría estar beneficiando en la inhibición de una interpretación preponderante, por ejemplo interpretación directa, en favor de otra, como ironía y mentira (Gaudreau et al., 2015). Las condiciones de literal y sin relación no mostraron relación con control inhibitorio, incluso antes de la corrección.

Las habilidades verbales mostraron una correlación positiva con el porcentaje de aciertos de ironía, mentira y sin relación. Estas correlaciones reflejan que las condiciones de ironía, mentira y sin relación, al ser mensajes indirectos, podrían estar requiriendo mayores habilidades lingüísticas para inferir el mensaje (Grice, 1975), lo cual, se refleja en la falta de correlación con la condición que transmite un mensaje directo, i.e. literal.

También, se observó correlación negativa entre la latencia de clasificación de las condiciones de ironía y mentira con la escala de fantasía del IRI. Esta escala evalúa la tendencia que tienen las personas a imaginarse a sí mismas en situaciones ficticias (Fernández et al., 2011). Así, entre menor sea la latencia de clasificación de la ironía, existe mayor tendencia a imaginarse a sí mismos en situaciones ficticias. Las actividades que benefician el desarrollo de imaginarse en situaciones ficticias, como la lectura de literatura, se ha reportado que benefician en las habilidades de comunicación social (Kidd & Castano, 2013; Mar et al., 2008). Las condiciones de literal y sin relación no mostraron correlación significativa con la escala de fantasía del IRI.

Por último, la prueba de AQ mostró correlación positiva con la latencia de clasificación de ironía. Esta prueba, evalúa habilidades sociales, comunicación, atención a detalles, cambio atencional e imaginación, los puntajes altos indican mayor dificultad en las áreas evaluadas (Baron-Cohen, Wheelwright, Skinner, et al., 2001). Esta correlación muestra que entre mayor sea la latencia de clasificación de la ironía, las personas tienen mayor dificultad en las áreas evaluadas por la AQ. Estos resultados parecen reflejar la importancia de las habilidades sociales en la detección de la ironía, comparado con las otras condiciones que no presentaron correlación con la AQ.

Respecto a las regiones cerebrales, acorde a lo esperado (Reyes-Aguilar et al., 2018), la condición de ironía presentó actividad significativa en áreas asociadas con la red de TdM (i.e. precúneo y GTSp). También, presentó actividad consistente en áreas asociadas con la red de lenguaje (GFI). Contrario a lo esperado la CPFm no presentó actividad significativa.

Sin embargo, el Precúneo, que también se ha asociado con TdM, presentó actividad consistente en la condición de ironía.

El precúneo se ha reportado cómo parte de la red de TdM y se ha asociado con los procesos de autorreflexión, memoria autobiográfica, imagen mental y construcción de significados inferenciales (Amodio & Frith, 2006; Cavanna & Trimble, 2006; Frith & Frith, 2006; Gallagher et al., 2000; Mar, 2011; Schnell et al., 2016; Schurz et al., 2014). Esta región no mostró actividad en los contrastes en los que se comparó literal, sin relación y mentira con las otras condiciones.

El GTSp mostró actividad en los contrastes de ironía > mentira e ironía > literal. Esta área ha sido asociada con procesos relacionados con comunicación social, como TdM (Amodio & Frith, 2006; Gallagher et al., 2000; Mar, 2011), la observación de la acción (Yang et al., 2015), extraer información social de una situación (Egorova et al., 2016; Redcay, 2008) y la integración de claves paralingüísticas con la información contextual (Egorova et al., 2016). La relación entre el proceso de integración de información con la identificación de ironía, también se ha reportado en estudios con EEG y eye tracking. En los estudios con EEG se ha reportado un incremento en el potencial P600, el cual, ha sido asociado al procesos de integración (Spotorno et al., 2013), comprensión del comportamiento comunicativo del hablante acorde a la información contextual (Regel et al., 2010) y con el reanálisis de significado del enunciado de alto nivel (high-meaning) (Weissman & Tanner, 2018). Por último, con eye tracking la integración de información se ha asociado con el incremento de regresiones en la lectura de información irónica, también, el incremento en regresiones ha sido asociado con un reanálisis de información para decodificar el mensaje

(Filik et al., 2017; Filik & Moxey, 2010; Olkonieni, Johander, et al., 2019; Olkonieni, Strömberg, et al., 2019). En suma, los resultados con otras técnicas psicofisiológicas parecen apoyar la importancia de la integración de información durante la identificación de la ironía.

El GFI derecho mostró actividad significativa en los contrastes que se comparaba ironía con las otras condiciones: ironía > literal (BA 45), ironía > mentira (BA 44), e ironía > literal + mentira (BA 44 y 45). Esta región se ha asociado con procesos relacionados con el lenguaje, cómo la identificación de campos semánticos inusuales o incongruentes (Jung-Beeman, 2005; Obert et al., 2016), identificación de violaciones semánticas, reanálisis de significados (Bašnáková et al., 2014), y en la selección de la mejor interpretación acorde al contexto social (Egorova et al., 2016). La importancia de la detección de información lingüística anómala durante la detección de ironía, también ha sido reportada en estudios con EEG, en los cuales se ha observado un incremento en el potencial N400 (Cornejo et al., 2007; Regel et al., 2010; Regel & Gunter, 2017a). Esta región no mostró actividad en los contrastes en los que se comparó literal, sin relación y mentira con las otras condiciones.

La corteza prefrontal dorsolateral (CPFdl) del hemisferio derecho mostró actividad significativa en los contrastes de ironía > literal, ironía > mentira, e ironía > literal + mentira. Esta región se ha asociado con los procesos de atención orientada a objetivos, cambio de tareas, planificación, búsqueda de novedades (Jones & Graff-Radford, 2021), resolución de problemas y memoria de trabajo (Jones & Graff-Radford, 2021; Mansouri et al., 2007). Esta región no mostró actividad en los contrastes en los que se comparó literal, sin relación y mentira con las otras condiciones.

La corteza primaria motora (BA 4) presentó actividad en los contrastes de literal > otras, sin relación > otras; también, al comparar las condiciones de literal, sin relación y mentira con ironía; y al comparar las condiciones de literal y sin relación con mentira. Esta región se ha asociado con actividad motora, como la observación de tareas motoras e integración de múltiples entradas sensoriales, en la inhibición del movimiento involuntario, y en imaginar secuencias motoras (Bhattacharjee et al., 2021). Esta región no presentó actividad significativa en la condición de ironía.

La corteza premotora (BA 6) presentó actividad en los contrastes de literal > otras, sin relación > otras, también, al ser comparada la ironía con literal, sin relación y mentira. Esta región se ha asociado con la observación de acciones dirigidas a objetivos (Binkofski & Buccino, 2006; Chouinard & Paus, 2006; Morin & Grèzes, 2008), lo cual permite reconocer acciones realizadas por otros. También, se ha asociado con el sistema de neuronas espejo, involucradas en las interacciones sociales y atribución de intenciones a los demás (Bhattacharjee et al., 2021; Morin & Grèzes, 2008), así como el reconocimiento de acciones multimodales, incluso se ha propuesto que podría representar un precursor del procesamiento del lenguaje (Binkofski & Buccino, 2006). Al igual que la corteza primaria motora, esta región no presentó actividad significativa en la condición de ironía.

En resumen, se observó que las condiciones de ironía, mentira y sin relación presentaron relación positiva con TdM. El estilo de procesamiento no tiene correlaciones significativas. El control inhibitorio presentó correlación positiva con ironía y mentira. Sin embargo, las correlaciones de TdM y control inhibitorio no sobrevivieron a la corrección, una muestra más amplia y con mayor variabilidad podría ayudar a evaluar si efectivamente existe

relación entre estas variables. Las habilidades lingüísticas presentaron correlación con las condiciones de ironía, mentira y sin relación, esta correlación no se observó cuando el mensaje era directo (es decir, literal). Estos resultados podrían reflejar que las condiciones con mensajes indirectos requieren mayores habilidades lingüísticas para inferir el mensaje (Grice, 1975). También, se observó que a mayor tendencia de imaginarse en situaciones ficticias, se presenta menor latencia de clasificación en las condiciones de ironía y mentira. Por último, entre mejores sean las habilidades sociales y de comunicación (i.e., AQ), menor es la latencia de clasificación de la ironía.

Respecto a las áreas neurales, la condición de ironía presentó actividad significativa en regiones asociadas con TdM, como el precúneo y GTSp; control inhibitorio, como la corteza prefrontal dorsolateral; así como habilidades de lenguaje, como el GFI derecho. La condición de mentira únicamente mostró actividad significativa en el contraste de mentira > ironía, en el área motora primaria y el área premotora, estas regiones también se observaron en las condiciones de literal y sin relación. Estos resultados parecen indicar que estas condiciones requieren de otros recursos para su detección, como la inhibición de movimiento involuntario, imaginar secuencias motoras u observación de acciones. La actividad en estas regiones no se observó en la condición de ironía.

VI. DISCUSIÓN GENERAL

El objetivo de este estudio fue evaluar los recursos cognitivos y neurales que participan durante la identificación de ironía. El primer paso fue crear una tarea para evaluar la identificación de ironía, considerando tres tipos de claves: discrepancia contextual,

expresión facial y prosodia. Después, se evaluaron los procesos cognitivos y las regiones cerebrales que se relacionan con la ironía a través de la aplicación de pruebas psicométricas y de un estudio con Imagen por Resonancia Magnética funcional.

6.1. Estímulos de ironía

En la primera fase del estudio, creación y validación de las tareas para evaluar la identificación de ironía empleando las claves de discrepancia contextual, expresión facial y prosodia. La clave de discrepancia contextual mostró que los estímulos se pueden diferenciar entre condiciones, acorde a las propiedades psicolingüísticas de relevancia, apropiado y sinceridad, con una precisión de clasificación del 59.32%. Siendo la condición de ironía la más difícil de diferenciar (precisión de clasificación del 10.78%), sin embargo, cuando se controló el nivel de ironía la precisión de clasificación se incrementó (menos = 63.72 % y más irónico = 64.25 %). Este resultado apoya la hipótesis de que la ironía verbal es una de las formas de comunicación más difíciles de detectar (Wilson and Sperber, 1981) y que las propiedades psicolingüísticas juegan un papel fundamental en la identificación de la ironía (Attardo, 2000). Respecto a la clave de expresión facial, la ironía presentó asociación con la expresión de feliz + disgusto, literal con la expresión de feliz y sin relación con la cara en blanco. Por último, en la clave de prosodia, la condición de ironía se distinguió por la velocidad del habla de las condiciones de literal y sin relación, y por la intensidad y F0 de la condición de sin relación.

Una vez que los estímulos fueron validados, se procedió a evaluar el efecto de las diferentes claves en la identificación de las condiciones. En el primer experimento, clave de

discrepancia contextual, la condición de ironía presentó el menor porcentaje de clasificación y el mayor tiempo de latencia de clasificación. Las claves de expresión facial y prosodia tuvieron porcentajes de clasificación similares y latencia de clasificación similares en la identificación de las condiciones. Los resultados de la clave de discrepancia contextual parecen apoyar la teoría pragmática estándar (Grice, 1975), con un acceso indirecto del mensaje. En contraposición, los resultados con expresión facial y prosodia, parecen apoyar un acceso directo del mensaje. Este hallazgo coincide con la teoría de saliencia graduada, la cual sugiere que los significados salientes son activados inicialmente y se realizará primero la interpretación irónica si las claves salientes la apoyan (Giora, 1997).

Una vez que se evaluó el efecto de las claves en la identificación de la ironía, se procedió a comparar entre claves. Los resultados mostraron que las condiciones de ironía y sin relación se detectan con mayor precisión cuando se utiliza la discrepancia contextual. En conclusión, a pesar de que las tres claves son exitosas transmitiendo las condiciones, los resultados indican que la discrepancia contextual es más eficiente. Otra ventaja de la clave de discrepancia contextual es que permite tener mayor flexibilidad en modular la interpretación de los mensajes y el uso de otras condiciones, cómo la mentira. Por tal razón, la clave de discrepancia contextual fue seleccionada para evaluar los procesos cognitivos y las áreas neurales asociados a la identificación de ironía.

Respecto a los procesos cognitivos, en la clave de discrepancia contextual, las condiciones de ironía, mentira y sin relación presentaron relación positiva con TdM. La relación entre la ironía y la TdM, se observó en la clave de prosodia (experimento 2). En la clave de discrepancia contextual, la latencia de clasificación de las condiciones de mentira y

sin relación mostraron relación negativa con la memoria de trabajo. Por último (experimento 3), la ironía presentó correlación negativa con la escala de habilidad social del AQ (a mayores puntajes, mayor dificultad), este resultado podría reflejar la importancia de las habilidades sociales para la identificación de enunciados irónicos. Además, en la clave de expresión facial, se observó que entre mayor sea la frecuencia de uso de sarcasmo (evaluado con SSS), mayor es el porcentaje de detección de sin relación, lo cual podría apuntar a que el uso de ironía/sarcasmo se puede reflejar en el desempeño de otras formas de comunicación, en este caso enunciados sin relación. Este hallazgo apoya la propuesta de que la ironía puede ser un indicador útil de habilidades pragmáticas (Caillies et al., 2014).

6.2. Procesos cognitivos y áreas neurales

En relación con los procesos cognitivos de interés, las condiciones de ironía, mentira y sin relación presentaron relación positiva con TdM, sin embargo no sobrevivieron después de la corrección. La correlación de estas condiciones con TdM también se observó en el experimento de identificación de ironía utilizando la discrepancia contextual (ver 4.2.1.3.), estos resultados respaldan la propuesta que realizamos previamente respecto a que una muestra más variada podría permitir verificar la relación entre detección de mensajes indirectos con TdM. El control inhibitorio presentó correlación positiva con ironía y mentira, sin embargo tampoco sobrevivieron después de la corrección. Por último, el estilo de procesamiento no tiene correlaciones significativas. En sintonía con lo propuesto con TdM, una muestra más amplia podría permitir la evaluación de la relación entre estas variables y estudiar si efectivamente existe o no relación entre ellas.

Las habilidades lingüísticas presentaron correlación con las condiciones que transmiten mensajes indirectos, ironía, mentira y sin relación, no se observó correlación con la condición literal. También, la tendencia a imaginarse en situaciones ficticias presentó correlación negativa con las condiciones de ironía y mentira. Por último, las habilidades sociales y de comunicación, evaluadas con la AQ, muestran la importancia de estas habilidades en la identificación de ironía.

Respecto a las áreas neurales, la condición de ironía presentó actividad significativa en regiones asociadas con TdM, como el precúneo y GTSp; el control inhibitorio, como la corteza prefrontal dorsolateral; así como las habilidades de lenguaje, como el GFI derecho. La condición de mentira únicamente mostró actividad significativa en el contraste de mentira > ironía, en el área motora primaria y el área premotora, estas regiones también se observaron en las condiciones de literal y sin relación. Estos resultados parecen indicar que estas condiciones requieren de otros recursos para su detección, como la inhibición de movimiento involuntario, imaginar secuencias motoras u observación de acciones. La actividad en estas regiones no se observó en la condición de ironía.

En conclusión, la identificación de ironía se facilita gracias a las propiedades psicolingüísticas de relevancia, apropiado y sinceridad. Su identificación se realizó adecuadamente cuando se presentaron las claves de discrepancia contextual, expresión facial y prosodia, siendo la discrepancia contextual la clave más eficiente en transmitir el mensaje irónico. Respecto a los procesos cognitivos que apoyan su identificación, fueron la TdM, control inhibitorio, de habilidades lingüísticas y tendencia a imaginarse en situaciones

ficticias. Por último, las regiones cerebrales asociadas con la ironía son el precúneo y el GTSp, las cuales se han asociado con la red de TdM; también, el GFI asociado con la red de lenguaje.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Airenti, G. (2017). *Pragmatic Development* (pp. 3–28). https://doi.org/10.1007/978-3-319-47489-2_1
- Akimoto, Y., Sugiura, M., Yomogida, Y., Miyauchi, C. M., Miyazawa, S., & Kawashima, R. (2014). Irony comprehension: Social conceptual knowledge and emotional response. *Human Brain Mapping, 35*(4), 1167–1178. <https://doi.org/10.1002/hbm.22242>
- Albin, A. L. (2014). PraatR: An architecture for controlling the phonetics software “Praat” with the R programming language. *Acoustical Society of America Journal, 135*, 2198–2199. <https://doi.org/10.1121/1.4877175>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™, 5th ed.* American Psychiatric Publishing, Inc. <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>
- Amodio, D. M., & Frith, C. D. (2006). Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nature Reviews Neuroscience, 7*(4), 268–277. <https://doi.org/10.1038/nrn1884>
- Angeleri, R., Bosco, F. M., Zettin, M., Sacco, K., Colle, L., & Bara, B. G. (2008). Communicative impairment in traumatic brain injury: a complete pragmatic assessment. *Brain and Language, 107*(3), 229–245. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2008.01.002>
- Attardo, S. (2000). Irony as relevant inappropriateness. *Journal of Pragmatics, 32*(6), 793–826. [https://doi.org/10.1016/S0378-2166\(99\)00070-3](https://doi.org/10.1016/S0378-2166(99)00070-3)
- Attardo, S., Eisterhold, J., Hay, J., & Poggi, I. (2003). Multimodal markers of irony and sarcasm. *Humor:*

- Au-Yeung, S. K., Kaakinen, J. K., Liversedge, S. P., & Benson, V. (2015). Processing of Written Irony in Autism Spectrum Disorder: An Eye-Movement Study. *Autism Research: Official Journal of the International Society for Autism Research*, 8(6), 749–760. <https://doi.org/10.1002/aur.1490>
- Balconi, M. (2010). Biological Basis of Linguistic and Communicative Systems: From Neurolinguistics to Neuropragmatics. In M. Balconi (Ed.), *Neuropsychology of Communication* (pp. 3–27). Springer Milan. https://doi.org/10.1007/978-88-470-1584-5_1
- Bambini, V., Arcara, G., Bechi, M., Buonocore, M., Cavallaro, R., & Bosia, M. (2016). The communicative impairment as a core feature of schizophrenia: Frequency of pragmatic deficit, cognitive substrates, and relation with quality of life. *Comprehensive Psychiatry*, 71, 106–120. <https://doi.org/10.1016/j.comppsy.2016.08.012>
- Baptista, N. I., Macedo, E. C., & Boggio, P. S. (2015). Looking more and at different things: Differential gender eye-tracking patterns on an irony comprehension task. *Psychology & Neuroscience*, 8(2), 157–167. <https://doi.org/10.1037/h0101061>
- Baptista, N. I., Manfredi, M., & Boggio, P. S. (2018). Medial prefrontal cortex stimulation modulates irony processing as indexed by the N400. *Social Neuroscience*, 13(4), 495–510. <https://doi.org/10.1080/17470919.2017.1356744>
- Baron-Cohen, S., Leslie, A. M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a “theory of mind”? *Cognition*, 21(1), 37–46. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(85\)90022-8](https://doi.org/10.1016/0010-0277(85)90022-8)
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Hill, J., Raste, Y., & Plumb, I. (2001). The “Reading the Mind in the Eyes” Test Revised Version: A Study with Normal Adults, and Adults with Asperger Syndrome or High-functioning Autism. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 42(2), 241–251. <https://doi.org/10.1017/S0021963001006643>
- Baron-Cohen, S., Wheelwright, S., Skinner, R., Martin, J., & Clubley, E. (2001). The autism-spectrum quotient (AQ): evidence from Asperger syndrome/high-functioning autism, males and females, scientists and mathematicians. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31(1), 5–17. <https://doi.org/10.1023/a:1005653411471>
- Bašňáková, J., Weber, K., Petersson, K. M., Van Berkum, J., & Hagoort, P. (2014). Beyond the language given: The neural correlates of inferring speaker meaning. *Cerebral Cortex*, 24(10), 2572–2578. <https://doi.org/10.1093/cercor/bht112>
- Bhattacharjee, S., Kashyap, R., Abualait, T., Annabel Chen, S.-H., Yoo, W.-K., & Bashir, S. (2021). The Role of

Primary Motor Cortex: More Than Movement Execution. *Journal of Motor Behavior*, 53(2), 258–274.
<https://doi.org/10.1080/00222895.2020.1738992>

Binkofski, F., & Buccino, G. (2006). The role of ventral premotor cortex in action execution and action understanding. *Journal of Physiology-Paris*, 99(4), 396–405.
<https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2006.03.005>

Boersma, P., & Weenink, D. (2003). *Praat: doing phonetics by computer*.
<https://doi.org/10.1097/aud.0b013e31821473f7>

Bohrn, I. C., Altmann, U., & Jacobs, A. M. (2012). Looking at the brains behind figurative language—a quantitative meta-analysis of neuroimaging studies on metaphor, idiom, and irony processing. *Neuropsychologia*, 50(11), 2669–2683. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.021>

Bosco, F. M., Parola, A., Valentini, M. C., & Morese, R. (2017). Neural correlates underlying the comprehension of deceitful and ironic communicative intentions. *Cortex*, 94, 73–86.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.06.010>

Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433–436.

Bryant, G. A. (2010). Prosodic contrasts in ironic speech. *Discourse Processes*, 47(7), 545–566.
<https://doi.org/10.1080/01638530903531972>

Caffarra, S., Motamed Haeri, A., Michell, E., & Martin, C. D. (2019). When is irony influenced by communicative constraints? ERP evidence supporting interactive models. *The European Journal of Neuroscience*, 50(10), 3566–3577. <https://doi.org/10.1111/ejn.14503>

Caillies, S., Bertot, V., Motte, J., Raynaud, C., & Abely, M. (2014). Social cognition in ADHD: Irony understanding and recursive theory of mind. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 3191–3198.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.08.002>

Caillies, S., Gobin, P., Obert, A., Terrien, S., Coutté, A., Iakimova, G., & Besche-Richard, C. (2019). Asymmetry of affect in verbal irony understanding: What about the N400 and P600 components? *Journal of Neurolinguistics*, 51, 268–277. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2019.04.004>

Caucci, G. M., & Kreuz, R. J. (2012). Social and paralinguistic cues to sarcasm. *Humor: International Journal of Humor Research*, 25(1), 1–22. <https://doi.org/10.1515/humor-2012-0001>

Cavanna, A. E., & Trimble, M. R. (2006). The precuneus: a review of its functional anatomy and behavioural correlates. *Brain*, 129(3), 564–583. <https://doi.org/10.1093/brain/awl004>

- Chambers, C. D., Garavan, H., & Bellgrove, M. A. (2009). Insights into the neural basis of response inhibition from cognitive and clinical neuroscience. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 33(5), 631–646. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.016>
- Cheang, H. S., & Pell, M. D. (2009). Acoustic markers of sarcasm in Cantonese and English. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(3), 1394–1405. <https://doi.org/10.1121/1.3177275>
- Chouinard, P. A., & Paus, T. (2006). The Primary Motor and Premotor Areas of the Human Cerebral Cortex. *The Neuroscientist*, 12(2), 143–152. <https://doi.org/10.1177/1073858405284255>
- Cornejo, C., Simonetti, F., Aldunate, N., Ibanez, A., Lopez, V., & Melloni, L. (2007). Electrophysiological Evidence of Different Interpretive Strategies in Irony Comprehension. *Journal of Psycholinguistic Research*, 36, 411–430. <https://doi.org/10.1007/s10936-007-9052-0>
- Cummings, L. (2020, July). *The role of pragmatics in the diagnosis of dementia*. <https://journal.equinoxpub.com/EAP/article/view/18041>
- Dale, A. M. (1999). Optimal experimental design for event-related fMRI. *Human Brain Mapping*, 8(2–3), 109–114.
- Deliens, G., Antoniou, K., Clin, E., Ostashchenko, E., & Kissine, M. (2018). Context, facial expression and prosody in irony processing. *Journal of Memory and Language*, 99, 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2017.10.001>
- Dodell-Feder, D., Lincoln, S. H., Coulson, J. P., & Hooker, C. I. (2013). Using fiction to assess mental state understanding: a new task for assessing theory of mind in adults. *PLoS One*, 8(11), e81279. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081279>
- Egorova, N., Shtyrov, Y., & Pulvermüller, F. (2016). Brain basis of communicative actions in language. *NeuroImage*, 125, 857–867. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.10.055>
- Ellis Weismer, S., Tomblin, J. B., Durkin, M. S., Bolt, D., & Palta, M. (2021). A preliminary epidemiologic study of social (pragmatic) communication disorder in the context of developmental language disorder. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 56(6), 1235–1248. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12664>
- Escandell Vidal, M. V. (María V. (2006). *Introducción a la pragmática*. Ariel. <https://latam.casadellibro.com/libro-introduccion-a-la-pragmatica-2-ed/9788434482678/1063232>
- Esteban, O., Markiewicz, C. J., Blair, R. W., Moodie, C. A., Isik, A. I., Erramuzpe, A., Kent, J. D., Goncalves, M., DuPre, E., Snyder, M., Oya, H., Ghosh, S. S., Wright, J., Durnez, J., Poldrack, R. A., & Gorgolewski, K.

- J. (2019). fMRIPrep: a robust preprocessing pipeline for functional MRI. *Nature Methods*, 16(1), 111–116. <https://doi.org/10.1038/s41592-018-0235-4>
- Fernández, A. M., Dufey, M., & Kramp, U. (2011). Testing the psychometric properties of the Interpersonal Reactivity Index (IRI) in Chile: Empathy in a different cultural context. *European Journal of Psychological Assessment*, 27(3), 179–185. <https://doi.org/10.1027/1015-5759/a000065>
- Filik, R., Brightman, E., Gathercole, C., & Leuthold, H. (2017). The emotional impact of verbal irony: Eye-tracking evidence for a two-stage process. *Journal of Memory and Language*, 93, 193–202. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2016.09.006>
- Filik, R., Leuthold, H., Wallington, K., & Page, J. (2014). Testing theories of irony processing using eye-tracking and ERPs. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 40(3), 811–828. <https://doi.org/10.1037/a0035658>
- Filik, R., & Moxey, L. M. (2010). The on-line processing of written irony. *Cognition*, 116(3), 421–436. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2010.06.005>
- Flores, J., Ostrosky, F., & Lozano, A. (2008). Batería de Funciones Frontales y Ejecutivas: Presentación. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 141–158.
- Friederici, A. D. (2011). The Brain Basis of Language Processing: From Structure to Function. *Physiological Reviews*, 91(4), 1357–1392. <https://doi.org/10.1152/physrev.00006.2011>
- Frith, C. D., & Frith, U. (2006). The Neural Basis of Mentalizing. *Neuron*, 50(4), 531–534. <https://doi.org/10.1016/J.NEURON.2006.05.001>
- Gallagher, H., Happe, F., Brunswick, N., Fletcher, P., Frith, U., & Frith, C. (2000). Gallagher HL, Happé F, Brunswick N, Fletcher PC, Frith U, Frith CD. Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of ‘theory of mind’ in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia* 38: 11-21. *Neuropsychologia*, 38, 11–21. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(99\)00053-6](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(99)00053-6)
- Garavan, H., Hester, R., Murphy, K., Fassbender, C., & Kelly, C. (2006). Individual differences in the functional neuroanatomy of inhibitory control. *Brain Research*, 1105(1), 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.03.029>
- Gaudreau, G., Monetta, L., Macoir, J., Poulin, S., Laforce, R. J., & Hudon, C. (2015). Mental State Inferences Abilities Contribution to Verbal Irony Comprehension in Older Adults with Mild Cognitive Impairment. *Behavioural Neurology*, 2015, e685613. <https://doi.org/10.1155/2015/685613>
- Geuter, S., Lindquist, M. A., & Wager, T. D. (2016). Fundamentals of Functional Neuroimaging. In G. G.

- Berntson, J. T. Cacioppo, & L. G. Tassinary (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (4th ed., pp. 41–73). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107415782.004>
- Gibbs Jr., R. W. (1994). Figurative thought and figurative language. In *Handbook of psycholinguistics* (pp. 411–446). Academic Press.
- Gibbs Jr., R. W. (2000). Irony in talk among friends. *Metaphor and Symbol*, 15(1–2), 5–27. https://doi.org/10.1207/S15327868MS151&2_2
- Gibson, L., Atchley, R. A., Voyer, D., Diener, U. S., & Gregersen, S. (2016). Detection of sarcastic speech: The role of the right hemisphere in ambiguity resolution. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 21(4–6), 549–567. <https://doi.org/10.1080/1357650X.2015.1105246>
- Giora, R. (1997). *Understanding figurative and literal language: The graded salience hypothesis*. 8(3), 183–206. <https://doi.org/10.1515/cogl.1997.8.3.183>
- González-Santos, L., Mercadillo, R. E., Graff, A., Barrios, F. A., González-Santos, L., Mercadillo, R. E., Graff, A., & Barrios, F. A. (2007). Versión computarizada para la aplicación del Listado de Síntomas 90 (SCL 90) y del Inventario de Temperamento y Carácter (ITC). *Salud mental*, 30(4), 31–40.
- Grice, H. P. (1975). Logic and Conversation. *Speech Acts*, 41–58. https://doi.org/10.1163/9789004368811_003
- Hockett, C. F. (1971). *Curso de lingüística moderna*. Eudeba.
- Huettel, S. A., Song, A. W., & McCarthy, G. (2009). *Functional Magnetic Resonance Imaging*. Oxford University Press, Incorporated.
- Ivanko, S. L., Pexman, P. M., & Olineck, K. M. (2004). How Sarcastic Are You?: Individual Differences and Verbal Irony. *Journal of Language and Social Psychology*, 23(3), 244–271. <https://doi.org/10.1177/0261927X04266809>
- Jenkinson, M., Beckmann, C. F., Behrens, T. E. J., Woolrich, M. W., & Smith, S. M. (2012). FSL. *NeuroImage*, 62(2), 782–790. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.09.015>
- Jones, D. T., & Graff-Radford, J. (2021). Executive Dysfunction and the Prefrontal Cortex. *Continuum (Minneapolis, Minn.)*, 27(6), 1586–1601. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000001009>
- Jung-Beeman, M. (2005). Bilateral brain processes for comprehending natural language. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(11), 512–518. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2005.09.009>
- Kidd, D. C., & Castano, E. (2013). Reading Literary Fiction Improves Theory of Mind. *Science*, 342(6156), 377–380. <https://doi.org/10.1126/science.1239918>

- Kreuz, R. J., & Link, K. E. (2002). Asymmetries in the use of verbal irony. *Journal of Language and Social Psychology, 21*(2), 127–143. <https://doi.org/10.1177/02627X02021002002>
- Li, J. P. W., Law, T., Lam, G. Y. H., & To, C. K. S. (2013). Role of sentence-final particles and prosody in irony comprehension in Cantonese-speaking children with and without Autism Spectrum Disorders. *Clinical Linguistics & Phonetics, 27*(1), 18–32. <https://doi.org/10.3109/02699206.2012.734893>
- Li, X., Morgan, P. S., Ashburner, J., Smith, J., & Rorden, C. (2016). The first step for neuroimaging data analysis: DICOM to NIfTI conversion. *Journal of Neuroscience Methods, 264*, 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2016.03.001>
- Luck, S. J., & Kappenman, E. S. (2016). Electroencephalography and Event-Related Brain Potentials. In G. G. Berntson, J. T. Cacioppo, & L. G. Tassinary (Eds.), *Handbook of Psychophysiology* (4th ed., pp. 74–100). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107415782.005>
- Mansouri, F. A., Buckley, M. J., & Tanaka, K. (2007). Mnemonic Function of the Dorsolateral Prefrontal Cortex in Conflict-Induced Behavioral Adjustment. *Science, 318*(5852), 987–990. <https://doi.org/10.1126/science.1146384>
- Mar, R., Djikic, M., & Oatley, K. (2008). Effects of reading on knowledge, social abilities, and selfhood: Theory and empirical studies. *Directions in Empirical Literary Studies, 127–137*.
- Mar, R. A. (2011). The Neural Bases of Social Cognition and Story Comprehension. *Annual Review of Psychology, 62*(1), 103–134. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120709-145406>
- Martin, I., & McDonald, S. (2003). Weak coherence, no theory of mind, or executive dysfunction? Solving the puzzle of pragmatic language disorders. *Brain and Language, 85*(3), 451–466. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00070-1](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00070-1)
- May, K. E., & Kana, R. K. (2020). Frontoparietal Network in Executive Functioning in Autism Spectrum Disorder. *Autism Research, 13*(10), 1762–1777. <https://doi.org/10.1002/aur.2403>
- McRobbie, D. W., Moore, E. A., Graves, M. J., & Prince, M. R. (Eds.). (2006). Seeing is believing: introduction to image contrast. In *MRI from Picture to Proton* (2nd ed., pp. 30–46). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511545405.003>
- Milanowicz, A. (2013). Irony as a means of perception through communication channels. Emotions, attitude and IQ related to irony across gender. *Psychology of Language and Communication, 17*(2), 115–132. <https://doi.org/10.2478/plc-2013-0008>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and

- diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Morin, O., & Grèzes, J. (2008). What is “mirror” in the premotor cortex? A review. *Neurophysiologie Clinique = Clinical Neurophysiology*, 38(3), 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2008.02.005>
- Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250–259. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024>
- Obert, A., Gierski, F., Calmus, A., Flucher, A., Portefaix, C., Pierot, L., Kaladjian, A., & Caillies, S. (2016). Neural Correlates of Contrast and Humor: Processing Common Features of Verbal Irony. *PLOS ONE*, 11(11), e0166704. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0166704>
- Olkoniemi, H., Johander, E., & Kaakinen, J. K. (2019). The role of look-backs in the processing of written sarcasm. *Memory & Cognition*, 47(1), 87–105. <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0852-2>
- Olkoniemi, H., Ranta, H., & Kaakinen, J. K. (2016). Individual differences in the processing of written sarcasm and metaphor: Evidence from eye movements. *Journal of Experimental Psychology. Learning, Memory, and Cognition*, 42(3), 433–450. <https://doi.org/10.1037/xlm0000176>
- Olkoniemi, H., Strömberg, V., & Kaakinen, J. K. (2019). The ability to recognise emotions predicts the time-course of sarcasm processing: Evidence from eye movements. *Quarterly Journal of Experimental Psychology (2006)*, 72(5), 1212–1223. <https://doi.org/10.1177/1747021818807864>
- Pagel, M. (2017). Q&A: What is human language, when did it evolve and why should we care? *BMC Biology*, 15(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12915-017-0405-3>
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J. K. (2019a). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 51(1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Peirce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindeløv, J. K. (2019b). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 51(1), 195–203. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-01193-y>
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy--Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1–2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Peters, S., Wilson, K., Boiteau, T. W., Gelormini-Lezama, C., & Almor, A. (2016). Do you hear it now? A native advantage for sarcasm processing*. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19(2), 400–414.

<https://doi.org/10.1017/S1366728915000048>

- Pexman, P. M. (2008). It's Fascinating Research. *Current Directions in Psychological Science*, 17(4), 286–290. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00591.x>
- Premack, D., & Woodruff, G. (1978). Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behavioral and Brain Sciences*, 1(4), 515–526. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00076512>
- Rapp, A. M., Mutschler, D. E., Wild, B., Erb, M., Lengsfeld, I., Saur, R., & Grodd, W. (2010). Neural correlates of irony comprehension: The role of schizotypal personality traits. *Brain and Language*, 113(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2009.11.007>
- Raven, J. (2007). Test de matrices progresivas: escala general: cuaderno de matrices; series a, b, c, d y e (2a. ed., 3a. reimp.). Buenos Aires: Paidós
- Redcay, E. (2008). The superior temporal sulcus performs a common function for social and speech perception: Implications for the emergence of autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(1), 123–142. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2007.06.004>
- Regel, S., Coulson, S., & Gunter, T. C. (2010). The communicative style of a speaker can affect language comprehension? ERP evidence from the comprehension of irony. *Brain Research*, 1311, 121–135. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.10.077>
- Regel, S., & Gunter, T. C. (2017a). Don't Get Me Wrong: ERP Evidence from Cueing Communicative Intentions. *Frontiers in Psychology*, 8, 1465. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01465>
- Regel, S., & Gunter, T. C. (2017b). Don't Get Me Wrong: ERP Evidence from Cueing Communicative Intentions. *Frontiers in Psychology*, 8, 1465. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01465>
- Regel, S., Gunter, T. C., & Friederici, A. D. (2011). Isn't It Ironic? An Electrophysiological Exploration of Figurative Language Processing. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(2), 277–293. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21411>
- Reyes-Aguilar, A., Valles-Capetillo, E., & Giordano, M. (2018). A Quantitative Meta-analysis of Neuroimaging Studies of Pragmatic Language Comprehension: In Search of a Universal Neural Substrate. *Neuroscience*, 395, 60–88. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2018.10.043>
- Ripoll, D. R. (2013). *Neurociencia cognitiva*. Editorial Médica Panamericana. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=717287>
- Rockwell, P. (2001). Facial Expression and Sarcasm. *Perceptual and Motor Skills*, 93(1), 47–50.

<https://doi.org/10.2466/pms.2001.93.1.47>

- Schnell, Z., Varga, E., Tényi, T., Simon, M., Hajnal, A., Járαι, R., & Herold, R. (2016). Neuropragmatics and irony processing in schizophrenia – Possible neural correlates of the meta-module of pragmatic meaning construction. *Journal of Pragmatics*, 92, 74–99. <https://doi.org/10.1016/J.PRAGMA.2015.11.004>
- Schurz, M., Radua, J., Aichhorn, M., Richlan, F., & Perner, J. (2014). Fractionating theory of mind: A meta-analysis of functional brain imaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 42, 9–34. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2014.01.009>
- Scott-Phillips, T. C. (2017). Pragmatics and the aims of language evolution. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(1), 186–189. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1061-2>
- Shamay-Tsoory, S. G., Tomer, R., & Aharon-Peretz, J. (2005). The Neuroanatomical Basis of Understanding Sarcasm and Its Relationship to Social Cognition. *Neuropsychology*, 19(3), 288–300. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.19.3.288>
- Shibata, M., Toyomura, A., Itoh, H., & ichi Abe, J. (2010). Neural substrates of irony comprehension: A functional MRI study. *Brain Research*, 1308, 114–123. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.10.030>
- Simmonds, D. J., Pekar, J. J., & Mostofsky, S. H. (2008). Meta-analysis of Go/No-go tasks demonstrating that fMRI activation associated with response inhibition is task-dependent. *Neuropsychologia*, 46(1), 224–232. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.07.015>
- Spotorno, N., Cheylus, A., Van Der Henst, J.-B., & Noveck, I. A. (2013). What's behind a P600? Integration operations during irony processing. *PloS One*, 8(6), e66839. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066839>
- Spotorno, N., Koun, E., Prado, J., Van Der Henst, J. B., & Noveck, I. A. (2012). Neural evidence that utterance-processing entails mentalizing: The case of irony. *NeuroImage*, 63(1), 25–39. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.046>
- Tannen, D. (2005). *Conversational Style: Analyzing Talk among Friends*.
- Turcan, A., & Filik, R. (2016). An Eye-Tracking Investigation of Written Sarcasm Comprehension: The Roles of Familiarity and Context. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 42. <https://doi.org/10.1037/xlm0000285>
- Uchiyama, H., Seki, A., Kageyama, H., Saito, D. N., Koeda, T., Ohno, K., & Sadato, N. (2006). Neural substrates of sarcasm: A functional magnetic-resonance imaging study. *Brain Research*, 1124(1), 100–110. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.09.088>

- Uchiyama, H. T., Saito, D. N., Tanabe, H. C., Harada, T., Seki, A., Ohno, K., Koeda, T., & Sadato, N. (2012). Distinction between the literal and intended meanings of sentences: A functional magnetic resonance imaging study of metaphor and sarcasm. *Cortex*, 48(5), 563–583. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2011.01.004>
- Van Overwalle, F. (2009). Social cognition and the brain: A meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 30(3), 829–858. <https://doi.org/10.1002/hbm.20547>
- Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) Modern Applied Statistics with S. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0
- Voyer, D., & Vu, J. P. (2016). Using Sarcasm to Compliment: Context, Intonation, and the Perception of Statements with a Negative Literal Meaning. *Journal of Psycholinguistic Research*, 45(3), 615–624. <https://doi.org/10.1007/s10936-015-9363-5>
- Wakusawa, K., Sugiura, M., Sassa, Y., Jeong, H., Horie, K., Sato, S., Yokoyama, H., Tsuchiya, S., Inuma, K., & Kawashima, R. (2007). Comprehension of implicit meanings in social situations involving irony: A functional MRI study. *NeuroImage*, 37(4), 1417–1426. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2007.06.013>
- Wang, A. T., Lee, S. S., Sigman, M., & Dapretto, M. (2006a). Neural basis of irony comprehension in children with autism: The role of prosody and context. *Brain*, 129(4), 932–943. <https://doi.org/10.1093/brain/awl032>
- Wang, A. T., Lee, S. S., Sigman, M., & Dapretto, M. (2006b). Developmental changes in the neural basis of interpreting communicative intent. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 1(2), 107–121. <https://doi.org/10.1093/scan/nsl018>
- Wang, Z. (1984). Symptom Checklist (SCL-90) (No. 2, 68-70). Shanghai Shanghai Arch Psychiatry.
- Wechsler, D. (2007). WISC-IV: Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños-IV (2a ed.). Madrid: TEA
- Weissman, B., & Tanner, D. (2018). A strong wink between verbal and emoji-based irony: How the brain processes ironic emojis during language comprehension. *PLOS ONE*, 13(8), e0201727. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201727>
- Wickens, S., & Perry, C. (2015). What do you mean by that?! An electrophysiological study of emotional and attitudinal prosody. *PLoS ONE*, 10(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132947>
- Wilson, D., & Sperber, D. (1981). Irony and the use-mention distinction. 1981. https://www.academia.edu/17030837/Irony_and_the_use_mention_distinction
- Woolrich, M. W., Behrens, T. E. J., Beckmann, C. F., Jenkinson, M., & Smith, S. M. (2004). Multilevel linear

modeling for fMRI group analysis using Bayesian inference. *NeuroImage*, 21(4), 1732–1747.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.12.023>

Yang, D. Y.-J., Rosenblau, G., Keifer, C., & Pelphrey, K. A. (2015). An integrative neural model of social perception, action observation, and theory of mind. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 51, 263–275. <https://doi.org/10.1016/J.NEUBIOREV.2015.01.020>

Zeidan, J., Fombonne, E., Scora, J., Ibrahim, A., Durkin, M. S., Saxena, S., Yusuf, A., Shih, A., & Elsabbagh, M. (2022). Global prevalence of autism: A systematic review update. *Autism Research*, 15(5), 778–790. <https://doi.org/10.1002/aur.2696>

VIII. SUPLEMENTARIOS

Suplementario 1. Estímulos lingüísticos de la clave de discrepancia contextual

Contexto	Enunciado	Condición	Estímulo
Paco está jugando fútbol y Karla está viéndolo. Paco está jugando pésimo y mete un autogol. Ambos creen que evidentemente Paco está jugando mal. En el medio tiempo Paco se acerca con Karla. Karla le dice:	“Estás jugando muy bien.”	Ironía	1
Renata está en un karaoke con Brandon. Ella está cantando en el escenario. Brandon cree que Renata tiene muy buena voz. Renata se acerca a Brandon. Brandon le comenta a Renata:	“Cantas muy bien.”	Literal	2
Benjamín y Amada se están tomando fotos. Amada se ve borrosa en todas las fotos. Benjamín le muestra las fotos a Amada. Ambos creen que claramente Amada no se distingue en las fotos. Benjamín le dice a Amada:	“Sales muy bien en las fotos.”	Ironía	3
José está aprendiendo jardinería. Lupita ve muy emocionado a José con su jardín. Ella cree que el jardín de José está marchitándose. Lupita no quiere desanimar a José. Lupita le dice a José:	“Eres bueno en la jardinería.”	Mentira	4
Maribel y Luis están cocinando. Luis prepara un guiso con carne. El guiso se quema y sale humo de la sartén. Ambos saben que el guiso está muy quemado. Maribel le dice a Luis:	“Eres muy bueno cocinando.”	Ironía	5
Isaac está de visita en casa de Laura. Laura prepara café y galletas para platicar. Isaac cree que todo está muy rico. Laura le pregunta si le gustaron las galletas y el café. Isaac le responde:	“Mis mejores vacaciones.”	Sin relación	6
Paulina le está enseñando ajedrez a Marcos. Marcos realiza malos movimientos y va perdiendo. Paulina ve emocionado a Marcos y no quiere desanimarlo. Marcos le pregunta cómo está jugando. Paulina le responde:	“Estás jugando muy bien.”	Mentira	7
Giovanna fue a comer a casa de Abraham. Abraham le comenta que preparó pollo. Ambos prueban la comida. Giovanna cree que el pollo sabe muy rico. Giovanna le dice a Abraham:	“Eres muy bueno cocinando.”	Literal	8

<p>Magda fue a ver la obra de Raúl. Magda cree que la obra es muy mala. Magda no quiere entristecer a Raúl. Al terminar Raúl le pregunta qué le pareció la obra. Magda le responde:</p>	<p>“Excelente obra de teatro.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>9</p>
<p>Denise y Erick están haciendo un trabajo en equipo. Erick solo le presta atención a su celular. Denise está trabajando sola en el proyecto. Al final del día Denise termina el trabajo. Denise le dice a Erick:</p>	<p>“Gracias, me has ayudado mucho.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>10</p>
<p>Lucero tiene una audición de canto. Lucero le pide a Andrés que la escuche cantar. Andrés cree que Lucero canta feo. Andrés no quiere desanimar a Lucero. Andrés le comenta a Lucero:</p>	<p>“Cantas muy bien.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>11</p>
<p>Manuel le ayuda a Roxana a elegir ropa para una cita. Roxana sale con su décimo cambio. Manuel cree que la ropa no le favorece. Manuel está cansado de ver tanta ropa y ya quiere terminar. Manuel le responde:</p>	<p>“Está perfecta la ropa.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>12</p>
<p>Alberto fue a comer con Sandra. Sandra pide de postre un pastel de chocolate. Sandra cree que el pastel sabe muy rico. Alberto le pregunta a qué sabe su pastel. Sandra le responde:</p>	<p>“Está delicioso el pastel.”</p>	<p>Literal</p>	<p>13</p>
<p>Juan invita a comer a Marisol. Juan le propone que vayan a un restaurante de mariscos. La comida favorita de Marisol son los mariscos. Juan le pregunta si le gustan los mariscos. Marisol le responde:</p>	<p>“Me encantan los mariscos.”</p>	<p>Literal</p>	<p>14</p>
<p>Pamela y Gustavo actúan en una obra de teatro. Las actuaciones son malas y la obra es aburrida. Al finalizar la obra queda poca audiencia. Ambos creen que es notorio que la obra es pésima. Gustavo le dice a Pamela:</p>	<p>“Excelente obra de teatro.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>15</p>
<p>Miguel ayuda a Karina a mudarse de casa. Miguel estuvo todo el día ayudándola. Karina está contenta por el apoyo de Miguel. Miguel le comenta que ya terminó de mover las cosas. Karina le dice:</p>	<p>“Gracias, me has ayudado mucho.”</p>	<p>Literal</p>	<p>16</p>
<p>Rafael y Victoria están buscando una casa para rentar. Visitan una casa que está despintada. Por dentro tiene moho y tiene varias ventanas quebradas. Ambos creen que evidentemente la casa es horrible. Victoria le dice a Rafael:</p>	<p>“Qué bonita casa.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>17</p>

<p>Héctor invitó a comer a su casa a Penélope. Héctor le comenta que le preparó mariscos. Penélope odia los mariscos. Penélope quiere que Héctor la vuelva invitar a comer. Penélope le dice a Héctor:</p>	<p>“Me encantan los mariscos.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>18</p>
<p>Manuel está visitando la casa de Elizabeth. Elizabeth está muy orgullosa de su casa. Manuel cree que la casa es vieja y fea. Manuel quiere dar una buena impresión con Elizabeth. Manuel le dice a Elizabeth:</p>	<p>“Qué bonita casa.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>19</p>
<p>Amelia está visitando el Coliseo con Axel. Axel le pide a Amelia que le tome fotos. Amelia cree que Axel sale muy bien en las fotos. Axel le pregunta cómo sale en las fotos. Amelia le responde:</p>	<p>“Sales muy bien en las fotos.”</p>	<p>Literal</p>	<p>20</p>
<p>Omar está jugando cartas con Lluvia. Lluvia ha ganado casi todos los juegos. Lluvia está muy animada porque está ganando. Omar cree que Lluvia está jugando muy bien. Omar le dice a Lluvia:</p>	<p>“Estás jugando muy bien.”</p>	<p>Literal</p>	<p>21</p>
<p>Maritza y Abel están de vacaciones en la playa. El mar está picado y no pueden entrar. Maritza se calló y se quebró una pierna. Ambos creen que sus vacaciones son pésimas. Maritza le dice a Abel:</p>	<p>“Mis mejores vacaciones.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>22</p>
<p>Sebastián adoptó a un perro hace un mes. Sofía visita a Sebastián. Sofía se emociona cuando ve al perro. Sofía le pregunta cuántos meses tiene el perro. Sebastián le responde.</p>	<p>“Eres muy bueno en la jardinería.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>23</p>
<p>Alan tiene un examen el viernes. Norma la está ayudando a estudiar. Alan no entiende las explicaciones de Norma. Norma no sabe que sus explicaciones no son claras. Alan le dice a Norma:</p>	<p>“Gracias, me has ayudado mucho.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>24</p>
<p>Ángel toma clases de estadística con Roberta. El lunes tuvieron examen de estadística. Ángel cree que Roberta es buena en estadística. Ángel le pregunta a Roberta cómo le fue en el examen. Roberta le responde:</p>	<p>“Cantas muy bien.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>25</p>
<p>Mariano va a una cena familiar con Hilda. Hilda usa un vestido que le favorece. Mariano cree que Hilda se ve muy guapa. Hilda le pregunta qué le parece su ropa. Mariano le dice:</p>	<p>“Está perfecta la ropa.”</p>	<p>Literal</p>	<p>26</p>

<p>Elisa está en un museo con Mario. Están viendo una pintura en la exhibición temporal. Ambos creen que la pintura es muy interesante. Mario le pregunta a Elisa qué opina sobre la pintura. Elisa le responde:</p>	<p>“Eres excelente bailando.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>27</p>
<p>Edna está comprando café con Adrián. Ella pidió un expreso y Adrián un té verde. Adrián piensa que su té está muy rico. Edna le pregunta a Adrián qué tal está su té. Adrián le responde:</p>	<p>“Está muy divertida la fiesta.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>28</p>
<p>Luisa le preparó un pastel a Javier. Javier prueba el pastel. Javier cree que el pastel tiene mal sabor. Él no quiere hacer sentir mal a Luisa. Javier le dice a Luisa:</p>	<p>“Está delicioso el pastel.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>29</p>
<p>Oscar está en un restaurante con Marisol. Marisol pide pescado y Oscar camarones. Marisol piensa que el platillo de Oscar se ve rico. Marisol le pregunta a Oscar qué tal está su comida. Oscar responde:</p>	<p>“Está perfecta la ropa.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>30</p>
<p>Kevin y Larisa están en una boda. Kevin invita a bailar a Larisa. Kevin se muestra muy hábil para bailar. Larisa cree que Kevin es muy buen bailarín. Larisa le dice a Kevin:</p>	<p>“Eres excelente bailando.”</p>	<p>Literal</p>	<p>31</p>
<p>Fernanda y Pablo comentan sobre el examen que presentaron. Pablo comenta que tuvo una baja calificación. Ella comenta que también le fue mal. Ambos creen que el examen estuvo muy difícil. Pablo le dice:</p>	<p>“Está delicioso el pastel.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>32</p>
<p>Néstor se cambió de casa hace una semana. Liseth está visitando la nueva casa de Néstor. La casa es grande, bonita y ordenada. Liseth cree que la casa es muy bonita. Liseth le dice a Néstor:</p>	<p>“Qué bonita casa.”</p>	<p>Literal</p>	<p>33</p>
<p>Manuel tiene meses trabajando en su jardín. Manuel está muy orgulloso de su jardín. Paula ve el jardín de Manuel. Paula cree que el jardín es muy bonito. Paula le dice a Manuel:</p>	<p>“Eres muy bueno en la jardinería.”</p>	<p>Literal</p>	<p>34</p>
<p>Rebeca está en un salón de baile con Tadeo. Rebeca tiene poco ritmo al bailar. Tadeo cree que Rebeca no baila bien. Tadeo quiere causar buena impresión a Rebeca. Tadeo le dice:</p>	<p>“Eres excelente bailando.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>35</p>

<p>César acompaña a comprar ropa a Flor. Flor sale con un cambio de ropa. La ropa es horrible y no le favorece. Ambos creen que claramente la ropa es fea. Flor le dice a César:</p>	<p>“Está perfecta la ropa.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>36</p>
<p>Adán está de vacaciones en Italia. Visita muchos museos y lugares interesantes. Adán cree que sus vacaciones son excelentes. A su regreso, Kendra le pregunta cómo fueron sus vacaciones. Adán le responde:</p>	<p>“Fueron mis mejores vacaciones.”</p>	<p>Literal</p>	<p>37</p>
<p>Julieta está en el cine con Beto. Beto quiere ver una película de acción. Julieta cree que las películas de acción son aburridas. Ella le pregunta si pueden ver otra película. Beto le responde:</p>	<p>“Eres muy bueno cocinando.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>38</p>
<p>David tiene años tomando clases de jardinería. Valeria ve el jardín de David marchito. David comenta que no logra mantener vivo su jardín. Ambos creen que evidentemente David es pésimo en la jardinería. Valeria le comenta:</p>	<p>“Eres muy bueno en la jardinería.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>39</p>
<p>Karen está viendo una película con Gabriel. La película es interesante y divertida. Ambos creen que la película es muy buena. Karen le pregunta qué opina de la película. Gabriel le responde:</p>	<p>“Gracias, me has ayudado mucho.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>40</p>
<p>Edgar fue a ver una obra de teatro con Ana. Las actuaciones son impecables y conmovedoras. La obra es muy interesante y divertida. Ambos creen que la obra es muy buena. Ana le dice a Edgar:</p>	<p>“Excelente obra de teatro.”</p>	<p>Literal</p>	<p>41</p>
<p>Mariana está viendo una película con Beto. La película es tediosa y predecible. Ambos creen que la película es aburrida. Beto le pregunta a Mariana si quiere cambiar de película. Mariana responde:</p>	<p>“Qué bonita casa.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>42</p>
<p>Cinthia está corriendo en el parque con su perro. En el parque se encuentra con Israel. A Cinthia le gustan los tenis de Israel. Cinthia le pregunta dónde compró sus tenis. Israel le responde:</p>	<p>“Excelente obra de teatro.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>43</p>
<p>Brenda y Eduardo están en una fiesta. La selección de música es pésima. Los invitados empiezan a irse temprano. Ambos creen que claramente la fiesta es muy aburrida. Brenda le dice a Eduardo:</p>	<p>“Está muy divertida la fiesta.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>44</p>

<p>Alex y Mayra van a acampar el fin de semana. Mayra está viendo el pronóstico. Mayra ve que todo el fin va a estar soleado. Alex le pregunta cómo va a estar el clima. Mayra responde:</p>	<p>“Me encantan los mariscos.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>45</p>
<p>Jesús y Paola compraron un pastel de chocolate. Emocionados parten rebanadas grandes y lo prueban. Ambos creen que evidentemente el pastel sabe horrible. Ambos deciden dejar de comer el pastel. Jesús le dice a Paola:</p>	<p>“Está delicioso el pastel.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>46</p>
<p>Mónica está en una fiesta con Elías. La selección de música es buena y divertida. Elías y Mónica están bailando desde hace horas. Ambos creen que la fiesta es divertida. Mónica le dice a Elías:</p>	<p>“Está muy divertida la fiesta.”</p>	<p>Literal</p>	<p>47</p>
<p>Víctor le está tomando fotos a María. María sale mal en todas las fotos. Víctor ya está cansado de tomar fotos. María le pregunta cómo sale en las fotos. Víctor le responde:</p>	<p>“Sales muy bien en las fotos.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>48</p>
<p>Fabián le comenta a Paola que fue de vacaciones a la playa. Paola estuvo aburrida todas las vacaciones. Paola no quiere quedarse atrás. Fabián le pregunta qué tal estuvieron sus vacaciones. Paola le responde:</p>	<p>“Mis mejores vacaciones.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>49</p>
<p>Octavio y Gloria toman clases de cocina. Octavio le pide a Gloria que pruebe el pescado que preparó. Ella cree que el pescado sabe feo. Gloria no quiere desanimar a Octavio. Gloria le dice a Octavio:</p>	<p>“Eres muy bueno cocinando.”</p>	<p>Mentira</p>	<p>50</p>
<p>Verónica y Saúl están en un recital de piano. La presentación fue precisa y conmovedora. Ambos están satisfechos con la presentación. Saúl le pregunta a Verónica qué opina del recital. Verónica responde:</p>	<p>“Estás jugando muy bien.”</p>	<p>Sin relación</p>	<p>51</p>
<p>Marcela está en una cena con Ricardo. En la cena sirven mariscos como plato fuerte. Ambos saben que Marcela odia los mariscos. Marcela no prueba la comida. Marcela le dice a Ricardo:</p>	<p>“Me encantan los mariscos.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>52</p>
<p>Iris y Diego están bailando salsa. Diego es torpe y tiene poca coordinación. Constantemente Diego está pisando a Iris. Ambos saben que claramente Diego es muy malo bailando. Iris le dice a Diego:</p>	<p>“Eres excelente bailando.”</p>	<p>Ironía</p>	<p>53</p>

Azalea fue a una fiesta familiar de Miguel. Azalea está muy aburrida en la fiesta. Ella quiere dar una buena impresión a Miguel. Miguel le pregunta qué le parece la fiesta. Azalea le responde:

“Está muy divertida la fiesta.” Mentira 54

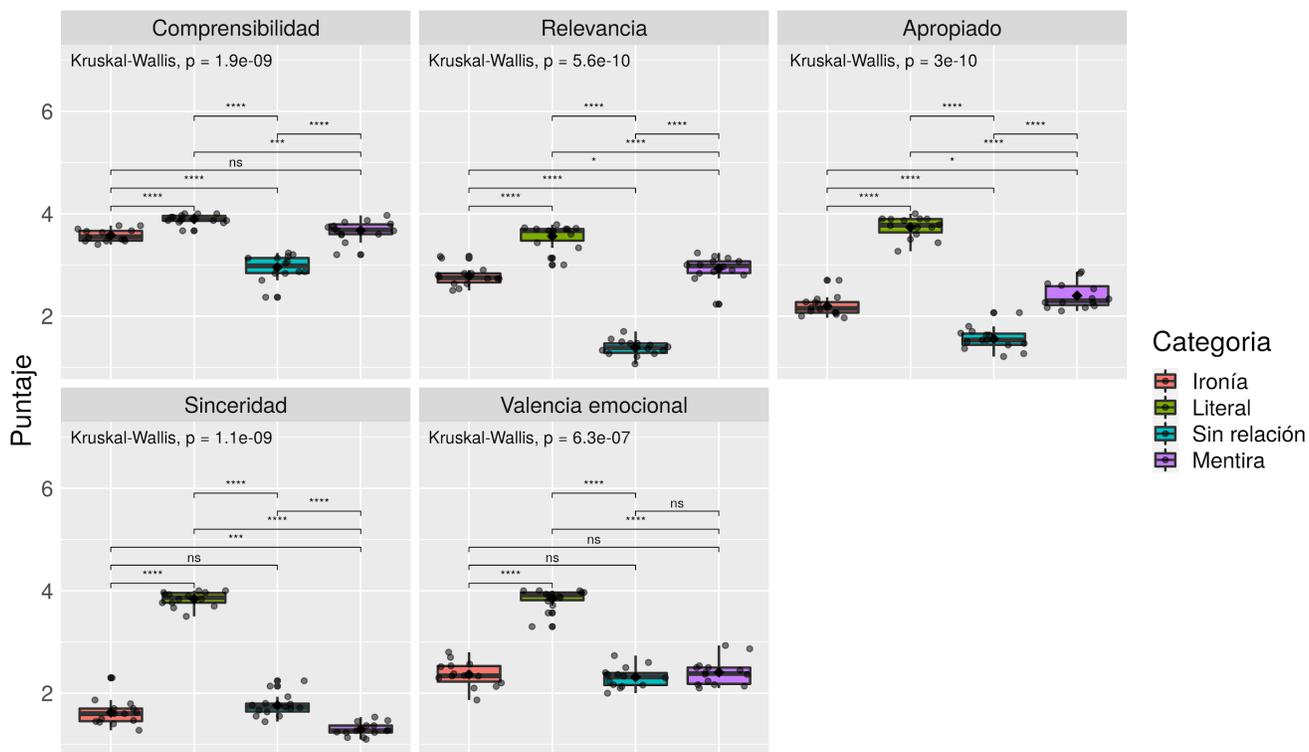
Linda y Ramón están en un bar karaoke. Ramón sube al escenario y canta muy desentonado. Linda ve que Ramón canta muy mal. Ramón sabe que es notorio que canta muy feo. Linda le dice a Ramón:

“Cantas muy bien.” Ironía 55

Renata y Caleb fueron a escalar una montaña. Ambos mostraron destreza para escalar. Ambos creen que fue buena idea escalar esa montaña. Renata le pregunta a Caleb si regresan en dos semanas. Caleb le responde:

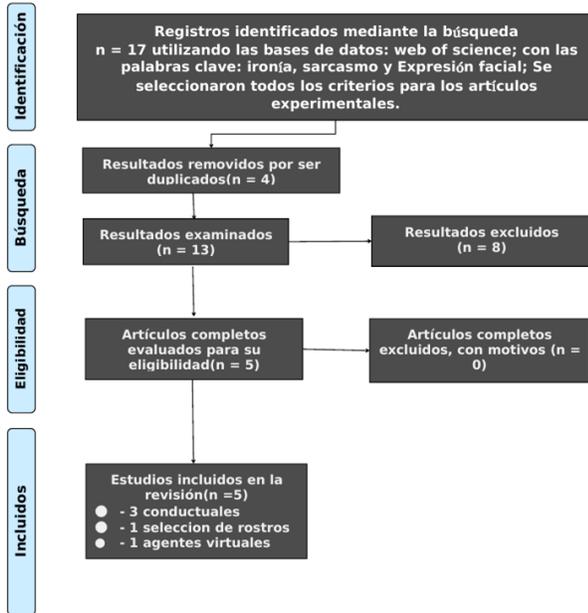
“Sales muy bien en las fotos.” Sin relación 56

Suplementario 2. Puntajes de las propiedades psicolingüísticas por condición

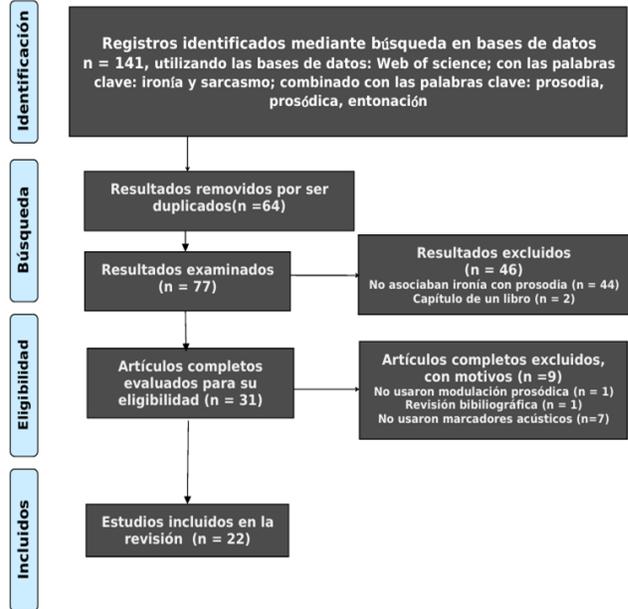


Suplementario 3. Búsqueda de claves paralingüísticas asociadas a ironía, siguiendo la guía PRISMA. La figura A. es la búsqueda de expresiones faciales, y la B. de los cambios prosódicos.

A. Expresión facial



B. Prosodia



Suplementario 4. Enlaces a los Formularios de Google, utilizados para la selección de expresiones faciales

1. <https://forms.gle/svi3Z6a9pzR3rM8J7>
2. <https://forms.gle/uaid5FYwSXAftXfEA>
3. <https://forms.gle/2WmwSDVNW1iRQmxx8>
4. <https://forms.gle/eeSXHQvAzZRUqnZV7>
5. <https://forms.gle/FbghJTyWyyJ6XRVV99>
6. <https://forms.gle/G52ZyaSYJBekotaU7>

Suplementario 5. Lista de enunciados. Los primeros 14 se utilizaron en las tres claves (i.e. discrepancia contextual, expresión facial y prosodia). Los últimos 26 enunciados se utilizaron para la clave de prosodia y en la identificación de expresión facial (a partir de la sección 5.2.2).

- | | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| 1. Me encantan los mariscos. | 15. Me encanta dormir en tu casa. | 28. Qué rico huele. |
| 2. Estás jugando bien. | 16. Qué agradable perro. | 29. Qué bonitos tenis. |
| 3. Está muy divertida la fiesta. | 17. Me gusta el color. | 30. Qué divertido juego. |
| 4. Gracias por tu ayuda. | 18. Muy buen trabajo. | 31. Me encantan las películas de terror. |
| 5. Cantas muy bien. | 19. Gracias por la información. | 32. Tuve un día muy productivo. |
| 6. Eres muy bueno en la jardinería. | 20. Muy interesante la exposición. | 33. Casi no interrumpes. |
| 7. Excelente obra de teatro. | 21. Me encanta la comida. | 34. Qué buena suerte tengo. |
| 8. Eres muy bueno cocinando. | 22. Cocinas muy bien. | 35. Adoro mi trabajo. |
| 9. Está delicioso el pastel. | 23. Me encantan los zapatos. | 36. Qué gracioso eres. |
| 10. Qué bonita casa. | 24. Me encantan los gatos. | 37. Qué buena onda. |
| 11. Mis mejores vacaciones. | 25. Es excelente la película. | 38. Qué bonito restaurante. |
| 12. Sales muy bien en las fotos. | 26. Me encanta la carne. | 39. Me encanta el suéter. |
| 13. Está perfecta la ropa. | 27. Es muy interesante la clase. | 40. Me encantan los niños. |
| 14. Eres excelente bailando. | | |

Suplementario 6. Resultados descriptivos de las pruebas psicométricas del experimento de discrepancia contextual.

Prueba	media	DE	mediana	min	max	rango	skew	kurtosis
Matrices progresivas de Raven	9.64	1.86	10	5	12	7	-0.74	-0.19
Fluidez verbal	21.56	6.63	22	6	35	29	-0.23	-0.19
Retención de dígitos en progresión	10.53	2.31	10	6	16	10	0.39	-0.34
Retención de dígitos en regresión	8.44	1.80	8	6	14	8	0.99	1.29
Retención de dígitos	9.41	2.49	10	5	15	10	-0.05	-0.64
Retención de dígitos tiempo	28.41	5.27	28	21	42	21	0.76	0.12
Historia corta espontánea	0.24	0.43	0	0	1	1	1.20	-0.56
Historia corta explícita	7.75	2.50	8	2	12	10	-0.76	0.67
Historia corta comprensión	8.03	2.01	9	3	10	7	-0.82	-0.58
Historia corta total	16.02	3.68	17	5	22	17	-1.05	1.19
Diseño de cubos	47.49	9.50	48	20	64	44	-0.75	0.70

Suplementario 7. Resultados descriptivos de las pruebas psicométricas del experimento de claves paralingüísticas

Prueba	media	DE	mediana	min	max	rango	skew	kurtosis
RMET	25.3	5.0	27.0	10.0	31	21	-1.50246	1.62
RMET.tr	10.1	5.5	8.3	3.5	24	21	1.24322	0.63
cambio atencional	5.0	2.3	5.0	2.0	9	7	0.13580	-1.21
atención a detalles	5.5	2.5	6.0	1.0	9	8	-0.45676	-1.07
comunicación	2.5	2.2	2.0	0.0	7	7	0.70296	-0.89
imaginación	3.3	2.2	3.0	0.0	8	8	0.50613	-0.38
habilidades sociales	3.0	2.1	3.0	0.0	7	7	0.34627	-0.95
AQ	19.4	6.4	19.0	7.0	32	25	-0.00092	-0.74
SSS	3.5	1.6	3.4	1.0	7	6	0.36894	-0.45

Suplementario 8. Resultados descriptivos de las pruebas psicométricas del experimento de comparaciones entre claves.

Prueba	media	DE	mediana	min	max	rango	skew	kurtosis
RMET	25.87	5.25	27.0	3.0	33.0	30.0	-2.666	9.28
RMET.tr	9.05	2.29	8.9	5.8	14.0	8.2	0.515	-0.62
cambio atencional	5.41	2.03	5.0	2.0	9.0	7.0	0.071	-1.12
atención a detalles	5.52	1.96	5.0	0.0	10.0	10.0	-0.246	1.10
comunicación	2.17	1.61	2.0	0.0	7.0	7.0	0.830	0.82
imaginación	3.31	1.93	3.0	0.0	8.0	8.0	0.553	-0.37
habilidades sociales	3.31	1.79	3.0	1.0	7.0	6.0	0.263	-1.13
AQ.score	19.72	4.62	20.0	11.0	30.0	19.0	-0.023	-0.70
Historia corta espontánea	0.27	0.45	0.0	0.0	1.0	1.0	1.003	-1.02
Historia corta explícita	8.80	2.94	8.5	4.0	15.0	11.0	0.237	-0.95
Historia corta comprensión	8.13	1.81	8.5	4.0	10.0	6.0	-0.693	-0.72
Historia corta total	17.20	4.03	16.5	8.0	25.0	17.0	-0.013	-0.72
SSS	3.48	1.36	3.7	1.3	6.5	5.3	0.232	-0.64