

## Procesamiento de lenguaje: ¿de qué hablamos cuando hablamos de predicción?

Language processing: what do we talk about when we talk about prediction?

Gabriela Mariel Zunino

Universidad de Buenos Aires / CONICET

gmzunino@conicet.gov.ar

ORCID: [0000-0002-0473-6192](https://orcid.org/0000-0002-0473-6192)

Recibido: 1 de junio de 2019

Aceptado: 3 de agosto de 2019

### RESUMEN

Las propuestas de procesamiento predictivo en la cognición humana no son recientes, aunque en los últimos años la reflexión y la investigación experimental sobre este mecanismo han crecido notablemente. Sin embargo, la idea de que nuestra mente/cerebro sería una “máquina predictiva” ha tenido y tiene muchas resistencias en el ámbito de los estudios sobre procesamiento de lenguaje. Las disputas suelen darse, sobre todo, en torno a las consecuencias teóricas que tendría para los modelos de procesamiento de lenguaje y de arquitectura de nuestra Facultad del Lenguaje aceptar un sistema con una dinámica anticipatoria por defecto. En este trabajo recorreremos varias de las propuestas y debates en el gran marco de la cognición humana, y para la dimensión lingüística en particular, y nos detenemos especialmente en los desafíos que impone esta reflexión a discusiones clásicas: autonomía vs. interactividad, procesamiento serial vs. en paralelo y flujo informativo *top-down* vs. *bottom-up*. Presentaremos el tema tanto desde una perspectiva teórica como experimental. Discutiremos qué conclusiones es posible derivar de la evidencia empírica a disposición, y marcaremos los límites que aún exhiben estos resultados experimentales.

**Palabras clave:** predicción, procesamiento de lenguaje, sintaxis, semántica, interacción, procesamiento *top-down*

### ABSTRACT

The proposals of predictive processing in human cognition are not recent, although in recent years the reflection and experimental research on this mechanism have grown significantly. However, the idea that our mind / brain would be a "predictive machine" has had and still has many resistances in the field of studies on language processing. Disputes tend to occur due to the theoretical consequences that would have for the models of language processing and architecture of our Language Faculty to accept a system with a default anticipatory dynamic. In this work we review several of the proposals and debates in the great framework of human cognition, and for the linguistic dimension in particular. We dwell especially on the challenges that this reflection imposes on classical discussions: autonomy vs. interactivity, serial vs. parallel processing and top-down vs. bottom-up information flow. We will present the problem both from a theoretical and experimental perspective. We will focus especially on what conclusions it is possible to derive from the available empirical evidence, and we will mark the limits that these experimental results still exhibit.

**Keywords:** prediction, language processing, syntax, semantics, interaction, top-down processing

## 1. “El cerebro predictivo”: predicción como característica de la cognición

‘The purpose of brains is to produce future’,  
as the poet Paul Valéry said...  
Pezzulo, Hoffman & Falcone (2007)<sup>1</sup>

La propuesta de que la predicción, o el procesamiento predictivo, es un principio central de la cognición humana no es nueva, sobre todo entre las líneas que han estudiado las relaciones entre acción y percepción; pero, en los últimos tiempos, ha exhibido un notable reverdecer, con estudios que se han extendido a muy diversas dimensiones y capacidades cognitivas, entre ellas, el procesamiento de lenguaje (Lupyan & Clark 2015, Pezzulo, Hoffmann & Falcone 2007). En la actualidad son varios los enfoques que sostienen que uno de los modos más precisos de describir nuestra capacidad cognitiva es sostener que “el cerebro es una maquina predictiva” (Huettig 2015), aunque en algunas áreas esta idea aún presenta desafíos importantes y está en permanente revisión. El concepto, en principio, es amplio y suele utilizarse para formas diversas de “capacidad predictiva”, por lo que también se ha aplicado a dimensiones o capacidades cognitivas también diversas. Por supuesto, esa variedad supone ciertos ejes o parámetros comunes, aunque sobredimensionarlos también conllevaría el riesgo de homogeneizar en exceso un fenómeno de características complejas.

Dada esta heterogeneidad, para comenzar, diremos que existe relativo acuerdo sobre definir la noción de *predicción*, y, a su vez, la idea de *cerebro predictivo* como la capacidad general de proyectarse cognitivamente con dirección futura o prospectiva, y proponer esta habilidad como un mecanismo central o básico –*core*– del procesamiento cognitivo. Dentro de esta gran capacidad, con este eje característico y definitorio, luego podrán discriminarse algunos otros fenómenos o capacidades predictivas más específicas, con características particulares y levemente distintivas para cada dominio cognitivo, como planificación, anticipación, prospección, construcción de expectativas (Lupyan & Clark 2015, Pezzulo *et al.* 2007, Summerfield & Egner 2009).

---

<sup>1</sup> Es interesante notar que la mención de Paul Valéry resulta de una cadena de licencias retro-prospectivas considerablemente laxas respecto de su referencia original. La frase, adjudicada aquí al poeta, parece ser, en realidad, de Daniel Dennett (1991) en *Consciousness Explained*, libro en el que el filósofo, a su vez, cita a F. Jacob (1982) traducido al inglés como “...one of the most general functions of living organisms is to look ahead, to produce future as Paul Valéry put it.”. Más precisamente, en francés, Jacob habría sostenido: “Et l’ une des fonctions les plus profondes, le plus générales des êtres vivants; c’ est de regarder en avant; de «faire de l’avenir»; disait Valéry”, a partir de, ahora sí, la frase original de Valéry (1957): “...la plus profonde, la plus générale de notre être, qui est de faire de l’avenir.”.

Un aspecto particularmente interesante del análisis de este fenómeno es que impone una permanente articulación con otros problemas tradicionales y amplios dentro de los estudios y modelos sobre la cognición humana, y evidencia la necesidad de revisitarlos: ¿es esta capacidad predictiva una ventaja adaptativa y cómo puede comprenderse en términos evolutivos?; ¿qué grado de distinción se puede aceptar entre percepción y cognición?; ¿cómo se relaciona esta capacidad transversal con una arquitectura funcional de la cognición con cierto grado de modularidad o especificidad de dominio?; ¿qué podría exhibir un mecanismo predictivo sobre modos de procesamiento seriales e interactivos, así como sobre procesos *top-down* (de arriba hacia abajo) vs *bottom-up* (de abajo hacia arriba)? Y, más específicamente, si esta capacidad se impone también durante el procesamiento de lenguaje, ¿cuánto y cómo es necesario articular especificidad y generalidad de dominio en este caso particular? Excede los objetivos de este trabajo desarrollar aquí todos estos problemas, pero retomaremos varios de ellos durante este recorrido.

Un área en la que se ha tratado con profundidad la capacidad predictiva son los estudios sobre percepción y cognición visual. Un caso ampliamente referido es el fenómeno conocido como “representational momentum”, que se exhibe, por ejemplo, en la tendencia de los sujetos a representar anticipatoriamente el movimiento/comportamiento de un objeto del que sólo ven una serie de dibujos estáticos o, en los casos de estar percibiendo eventos efectivamente dinámicos, reportar el recuerdo consistente de que el movimiento se extendió más de lo que realmente fue el caso: supongamos, una bolita rodando, de la que se percibe que frena un poco más lejos del sitio en el que efectivamente se detuvo (Thornton y Hubbard 2002). Otros ejemplos que comparten algunas de estas características y se suelen citar como fenómenos provocados por sesgos debidos al flujo de información *top-down* son aquellos que exhiben nuestra capacidad de completar predictivamente una imagen a partir de ver sólo una de sus partes o varias partes inconexas pero nunca la imagen completa (Bar 2007, Van Berkum 2010, Summerfield & Egner 2009, Thornton & Hubbard 2002).

Algunos autores han propuesto que un eje unificador de las distintas habilidades que se ponen en juego en el gran marco del procesamiento predictivo puede ser lo que se denomina “conciencia autooética”, es decir, la conciencia de nuestro lugar en el tiempo, la capacidad para ubicarnos significativamente tanto en el pasado como para proyectarnos en/hacia acciones futuras (Bar 2011). No se trata simplemente de ser conscientes del tiempo, sino de una autoconciencia como parte de esa dimensión temporal. En ese marco, estos autores distinguen

cuatro habilidades centrales: 1. Orientación hacia el futuro – podemos pensar en la notable frecuencia con la que estamos en la situación de “soñar despiertos” -; 2. Pensamiento episódico en el futuro – nuestra capacidad para imaginar eventos personales en el futuro, imaginarnos a nosotros mismos y hasta lo que podríamos entender como “crear recuerdos autobiográficos futuros” (Bar 2007, 2011, Szpunar & Tulving 2011)-; 3. Planificación –como habilidad de alto orden, estratégica, dirigida hacia un objetivo, en general asociada a las funciones ejecutivas -; y 4. Memoria prospectiva –la habilidad para recordar llevar a cabo planes futuros, ya previstos y almacenados en algún momento pasado como tales: “el lunes próximo tengo que...”-.

Parece importante destacar aquí un elemento común, que va a resurgir para el procesamiento predictivo en la dimensión lingüística y que tiene consecuencias más generales para los modelos cognitivos, especialmente para la distinción tajante entre percepción y cognición, y para las propuestas excesivamente estancas de procesamiento *bottom - up* (abajo-arriba) vs *top-down* (arriba-abajo) (Bar 2011, Bubic, Cramon & Schubotz 2010, Kuperberg & Jaeger 2016, Lupyan & Clark 2015, Pezzulo *et al.* 2007). En todos los casos, lo que estaría funcionando es la construcción de una expectativa –entendida como una representación mental anticipatoria- sobre el *input*, sobre la información que ha de ser procesada pero aún no está presente ante nuestro aparato perceptivo. Y una expectativa de este tipo, que, además, sesga o condiciona de algún modo el procesamiento de un *input* en los niveles más básicos de la percepción, no puede pensarse sin aceptar la posibilidad de flujos de información de arriba hacia abajo. Así, este escenario pone en cuestión tanto una absoluta serialidad y obligatoriedad de la dirección *bottom-up*, como el encapsulamiento de algunos procesos cognitivos que tradicionalmente son considerados paradigmáticos de la arquitectura modular de la mente-cerebro<sup>2</sup> (Chomsky 1986, Fodor 1983, Huettig 2015, Jackendoff 2010, Lupyan & Clark 2015).

Por supuesto, no se trataría aquí de desmentir como un todo ninguno de los dos tipos de procesos, sino, más bien, de comenzar a matizar y detectar la necesaria complementariedad que ambos parecen mostrar durante el procesamiento cognitivo, en función de su máxima eficiencia, y analizar hasta qué punto esto implica un flujo de información de más de una vía.

---

<sup>2</sup> Si bien excede los objetivos de este trabajo, es importante mencionar que existen, además, distintas propuestas para definir un correlato neural de esta capacidad cognitiva. Se ha estudiado la superposición de zonas cerebrales durante la generación de expectativas y la percepción propiamente dicha del estímulo sensorial, la activación masiva y consistente en tareas muy diversas pero con actividades que implican especialmente procesamiento predictivo, y existen también propuestas de discriminación de redes corticales por función: “generación de expectativa” y “chequeo” –instancia que permitiría el registro de potenciales errores de predicción –. Un ejemplo de estos enfoques son los Modelos de “Codificación Predictiva”, que plantean una distinción a partir de áreas y grupos de neuronas especializadas pero entre las cuales el flujo de información permanece en constante retroalimentación para desarrollar un procesamiento predictivo cada vez más eficiente y preciso (Egner, Monti & Summerfield 2010; Friston 2005, Fruchter 2015, Lupyan & Clark 2015, Summerfield & Egner 2009).

La evidencia sobre estímulos degradados o incompletos es un ejemplo tradicional sobre el sesgo que puede generar el contexto o las expectativas sobre la percepción o el procesamiento de bajo orden (Kuperberg 2013, Morton 1969, Van Berkum 2010). Sin embargo, lo más interesante es analizar si este tipo de procesamiento prospectivo podría ser aplicado a todos los casos como un mecanismo por defecto para la optimización del procesamiento.

Por un lado, es interesante pensar la predicción como una habilidad que aporta flexibilidad cognitiva, característica también muy definitoria de la cognición humana (Bar 2011, Ferreira & Lowder 2016, Huettig 2015, Kuperberg & Jaeger 2016, Van Berkum 2010). Si bien aplicar marcos y conocimiento ya almacenado predictivamente a situaciones novedosas para generar expectativas podría entenderse como una forma de restar flexibilidad, es importante tener en cuenta que es este mecanismo el que nos permite lidiar con *inputs* excesivamente complejos, casi siempre desordenados, incompletos y siempre –relativamente– novedosos. Nuestra capacidad predictiva no solo nos permitiría generar una idea de lo que está por venir –siendo eso ya notablemente útil para nuestra relación con el medio– sino que nos daría una herramienta para poder desacoplar ciertas expectativas generadas en un medio y una dimensión específica para proyectarlas a otros medios y dimensiones. Es decir, usar nuestro conocimiento almacenado para resolver situaciones nuevas: este carácter eminentemente creativo de la cognición humana parece ser una de sus marcas más notables (Bar 2011, Boeckx 2011, Berwick & Chomsky 2016, Carruthers 2002, Hauser, Chomsky & Fitch 2002, Huettig 2015, Jackendoff 2009).

En esta línea, y teniendo en mente el carácter impreciso y complejo de la información presente en nuestro contexto sensorial cotidiano, llegamos necesariamente a uno de los núcleos de debate entre los estudios sobre procesamiento predictivo: su efecto facilitador –sobre el que volveremos especialmente en apartados siguientes–. Al considerar los efectos facilitadores necesitamos también traer a escena las relaciones de un mecanismo predictivo con la memoria y con la capacidad atencional. Para esta última, la perspectiva más consistente suele sostener que la capacidad predictiva funciona como una suerte de filtro atencional, un instrumento “guía” que ayuda a precisar el foco atencional entre estímulos complejos, diversos y, muchas veces, confusos (Bar 2011, Huettig 2015, Kuperberg & Jaeger 2016, Summerfield & Egner 2009, Van Berkum 2010). Por su parte, la relación de la predicción –y la construcción de expectativas– con la memoria parece ser indisoluble: hay acuerdo sobre que la anticipación no puede generarse sobre la nada; debemos tener almacenadas ciertas representaciones mentales

sobre las cuales construir expectativas anticipatorias y a la luz de la cuales contrastar la adecuación o falla de esas expectativas respecto de la información entrante, una vez procesada. Para entender qué tipo de representaciones serían esas, algunos autores recurren a la ya clásica noción de *script* (Bar, 2007, 2009, 2011, Shank & Abelson 1977), aunque no necesariamente deban tener el formato “eventivo” más típico de aquellos, sino que podríamos hablar de representaciones conceptuales menos complejas, pero también más abstractas. Esto constituiría parte de lo que llamamos “conocimiento de mundo”: interesará, justamente, en qué medida es posible hablar de procesamiento predictivo y generación de expectativas cuando no existe ese conocimiento previo sobre el cual generarlas. No obstante, la relación con las representaciones almacenadas no parece establecerse en una única dirección; por el contrario, el vínculo sería de constante retroalimentación: la predicción ayudaría a precisar la atención sobre los *inputs*, reforzaría un proceso dirigido hacia un objetivo y facilitaría el almacenamiento de nueva información en la memoria, generando un círculo virtuoso de adaptación al medio y resolución de problemas (Bubic *et al.* 2010, Pezzullo 2008, Sumerfield & Egner, 2009). Así, los marcos de información previos y la posibilidad, a partir de ellos, de generar expectativas sobre el funcionamiento del mundo, facilitan el procesamiento, al menos, en dos sentidos básicos: por un lado, guían la adquisición, representación y almacenamiento de información nueva; por otro, ayudan a interpretar información demasiado compleja o confusa.

A pesar de esto, los posibles efectos de facilitación pueden encontrar un límite insoslayable en los casos en que la predicción falla: el mundo muchas veces no coincide con nuestras expectativas. Podría suponerse, de modo lineal, que eso provoca una obstaculización y un gasto de recursos cognitivos que podría no haberse producido si nuestro cerebro no fuera esa “máquina predictiva”. Este es un argumento que aún mantiene algunas propuestas para defender que si bien el procesamiento predictivo existe en algunos casos particulares, no se puede sostener como un mecanismo cognitivo generalizado, permanente y por defecto (Bubic *et al.* 2010, Kutas, De Long & Smith 2011, Lupyan & Clark, 2015).

Esto nos lleva al último eje que queremos destacar en este apartado: el lugar de la predicción en los procesos de aprendizaje. En esta línea, es interesante exhibir que la capacidad predictiva funciona por dos vías. Por un lado, parece beneficiar y facilitar la adquisición de conocimientos nuevos al imponer restricciones o sesgos *-bias-* sobre información demasiado compleja para ser procesada, representada y almacenada sin ningún tipo de mecanismo regulador y ordenador. Pero, por otro, los quiebres de expectativas por fallas en la predicción resultan una herramienta central para generar “saliencia” o sorpresa, lo que a su vez provoca facilitación para el aprendizaje. Un ejemplo tradicional a través del que puede entenderse este

mecanismo es el analizado en los estudios sobre *core knowledge*: que el mundo se comporte del modo esperable, que nuestra anticipación solo sea corroborada, no aporta información nueva; en cambio, el quiebre de esas expectativas nos permitiría aprender, al focalizar la información novedosa como algo a atender especialmente. Así es que usamos este mecanismo en toda su dimensión: tanto generar expectativas válidas como erróneas puede repercutir en la adquisición de información nueva (Bar 2011, Bubic *et al.* 2010, Pezzullo *et al.* 2007, Kuperberg & Jaeger 2016, Kuperberg 2013, Stahl & Feigenson 2018, Spelke 2003, Van Berkum 2010).

En síntesis, podríamos decir que no sólo sería cierto que nuestra mente/cerebro nunca descansa, sino que, además, parece mostrar una tendencia a querer manejar las tareas por adelantado o al menos con la suficiente previsión como para que nunca la tomen totalmente por sorpresa.

## 2. Comprender a la altura de las expectativas: ¿predicción en el procesamiento de lenguaje?

Readers and listeners  
don't just passively sit back  
and enjoy the show...  
Van Berkum (2010)

### 2.1. Incrementalidad y predicción

En este marco, posiblemente sea necesario comenzar por otra noción central dentro de los estudios sobre procesamiento de lenguaje, determinante para procesos de comprensión<sup>3</sup>, que

---

<sup>3</sup> Vale aclarar que a lo largo este trabajo analizaremos con mayor detalle procesos de entrada de información o comprensión; sin embargo, es posible desarrollar discusiones sobre todas estas cuestiones también en relación con procesos de salida o producción. Existen variados debates vigentes sobre, por ejemplo, las direcciones del flujo de la información en ambos procesos subyacentes y su mutua relación permanente. En este sentido, es importante mencionar que en la actualidad existe una línea cada vez más atendida de investigación que indaga sobre la predicción como espacio para analizar mecanismos cognitivos y bases neurales comunes a procesos de comprensión y producción de lenguaje. Propuestas como las de Pickering & Garrod (2007) y Martin, Branzi & Bar (2018) sostienen que la capacidad predictiva en diferentes niveles y dimensiones lingüísticas es posible gracias a y tiene su origen en el sistema de producción de lenguaje, que pondría a disposición de los mecanismos de comprensión una de sus características definitorias. Dentro de estas propuestas sigue aún en discusión si la predicción en la producción/comprensión de lenguaje se basa en procesos de imitación/emulación implícita o tendrían otra naturaleza y, específicamente, de qué modo los procesos de comprensión reclutarían mecanismos productivos. El marco general de estas perspectivas siempre suele retomar las líneas que vinculan procesos perceptuales y motores en varios niveles cognitivos.

goza de un nivel considerable de aceptación, y que suele aparecer en continua relación con la de predicción: la *incrementalidad* o procesamiento incremental.

Leamos (1):

(1) “En este marco, posiblemente sea import...”

¿Somos capaces de anticipar, al menos, el final de la palabra incompleta? Lo somos. Lo que se exhibe allí es lo que parece ser la característica definitoria del procesamiento incremental: la capacidad del sistema de integrar de modo *on line* e inmediato la información apenas ingresa el *input* sensorial a ese sistema. En este sentido, se suele oponer a las hipótesis de integración final, que sostienen que una unidad –del nivel lingüístico que sea: palabra, oración- debe percibirse de modo completo para integrarse con el contexto en el que se encuentra y con la información que la precedió (Huettig 2015, Köhn 2018, Pickering & Traxler 2000, Traxler *et al.* 1997, Van Petten & Luka 2012). La hipótesis de procesamiento incremental, en cambio, sostiene que el *input* entrante se integra de modo inmediato y permanente, y, por ende, toda nueva información “incrementa” la representación que el sistema está manejando de modo *on line*, por lo que la representación manipulada se actualiza de manera constante y veloz. Así, el resultado de los procesos de bajo orden se integra a representaciones de mayor nivel de abstracción inmediatamente y sin necesidad de esperar el ingreso completo del estímulo o requerir una reactivación de lo ya procesado para ser integrado con lo nuevo (Frazier 1979, Grosjean 1980, Kamide, Scheepers & Altamann *et al.* 2003, Marslen-Wilson 1975, Millis & Just 1994, Pickering & Traxler 2000). Existen múltiples evidencias de que la comprensión de lenguaje es incremental, tanto a nivel léxico, como oracional e incluso discursivo y en instancias dialógicas. Aunque la incrementalidad no impone compromisos *a priori* respecto de la naturaleza autónoma o interactiva del procesador y existen propuestas de ambos tipos, uno de los ejemplos más clásicos que exhibe el procesamiento incremental sigue siendo el efecto de vía muerta –o *garden path*- durante la comprensión de oraciones (De Long *et al.* 2014, Ferreira & Lowder 2016, Frazier 1979, Köhn 2018, Staub & Clifton 2006, Traxler 2014).

En el marco de este trabajo, sin embargo, nos interesa la característica incremental del procesamiento de lenguaje en la medida en que puede entenderse como una condición para un mecanismo predictivo eficiente, aunque no viceversa. La capacidad de un sistema de integrar de modo permanente información entrante es, a su vez, la condición para poder recalcular predicciones y precisar expectativas, de modo también permanente, sobre la información por venir. Sin embargo, sostener un procesamiento incremental no nos compromete con la

propuesta de un procesamiento predictivo: podríamos postular que nuestro sistema solo llega a integrar un *input* de modo inmediato para actualizar permanentemente las representaciones manipuladas, pero no genera expectativas prospectivas sobre el *input* por venir. Sencillamente, espera y es muy veloz para integrar la información una vez que se le presenta (Ferreira & Lowder 2016, Huettig 2015, Kuperberg & Jaeger 2016; Traxler 2014, Van Petten & Luka 2012). Considerar esta cuestión tiene particular importancia porque sigue siendo uno de los puntos de debate y de los desafíos para las investigaciones experimentales: ¿predecimos información por venir o integramos la información que se nos presenta tan rápidamente que podría tener una apariencia predictiva?

Ahora bien, mientras el procesamiento incremental parece gozar de una aceptación generalizada, con evidencia empírica consistente de respaldo, la posibilidad de predicción en el procesamiento de lenguaje sigue siendo controversial y exhibe disputas teóricas y desafíos experimentales aún vigentes (Kuperberg & Jaeger 2016; Huettig 2015; Kutas *et al.* 2011). La mayoría de los debates y motivos de resistencia se ha desplegado alrededor de discusiones muy clásicas en psicolingüística, filosofía de la mente y neuropsicología. Los compromisos que impone y los límites que exhibe una arquitectura modular del cerebro, con la característica de autonomía y encapsulamiento de la Facultad del Lenguaje (FDL) y procesamiento serial *bottom-up*, han sido ejes de los estudios teóricos y experimentales sobre el procesamiento (psico)lingüístico desde propuestas como las de Fodor (1983) y Chomsky (1986, 2007). En este marco, las nociones de obligatoriedad y automatismo del procesamiento del lenguaje, con su consiguiente impenetrabilidad desde niveles conceptuales de alto orden –como las creencias–, propios de un procesador central no modular, han parecido difíciles de conciliar con las propuestas de procesamiento predictivo que, como discutiremos en próximos apartados, suponen la interacción permanente de múltiples tipos de información y de variados niveles de representación incluso dentro de una misma dimensión (Chomsky 1986, Ferreira & Lowder 2016, Fodor 1983, Fruchter, Linzen, Westerlund & Marantz 2015, Jackendoff 2009, 2010, Traxler 2014). Por su parte, la conocida creatividad generativa de nuestra FDL –su posibilidad de generar infinitas oraciones a partir de la combinación, jerárquicamente recursiva, de elementos finitos– también ha atentado contra algunas de las propuestas de predicción en el lenguaje. Esta máxima creatividad –y la gran imprevisibilidad que deriva de ella– sería, en cierto modo, incompatible con la posibilidad de predecir un conjunto acotado de posibilidades; y, en caso de hacerlo, estaríamos frente a un sistema ineficiente y poco económico, con una

elevada probabilidad de cometer errores y aumentar los costos de procesamiento (Huettig 2015, Jackendoff 2010, Kuperberg & Jaeger 2016, Van Petten & Luka, 2012). Es decir, ¿para qué proponer un mecanismo predictivo sobre un sistema y un tipo de *input* que, por sus propias características definitorias, no es predecible y, por ende, parece tener más chances de fracasar y obstaculizar el proceso que de optimizarlo?

Se ve así que las nuevas propuestas sobre procesamiento predictivo traen consigo debates clásicos y las oposiciones que existen parecen estar basadas en lo que algunos autores presentarán como un “exceso” de apego a procesos seriales *bottom-up* estancos y una defensa extrema de la autonomía, el encapsulamiento informativo modular y la especificidad de los procesos cognitivos propios y subyacentes a nuestra FDL (Bar 2011; Chomsky 1986, 2007; Fodor, 1983, Ferreira & Lowder 2016, Jackendoff 2009, Kuperberg & Jaeger, 2016).

## 2.2. Qué entendemos por “predicción”: compromisos, límites y debates

En este marco, reflexionaremos sobre los diversos modos en los que puede entenderse la noción de “predicción” cuando hablamos de procesos lingüísticos: varios autores distinguen entre propuestas fuertes y débiles. Por otro lado, comentaremos los contrapuntos que existen entre propuestas que han aceptado que la predicción durante el procesamiento de lenguaje puede existir, pero es un fenómeno excepcional que se da en casos muy puntuales con características también muy puntuales; opuestas a aquellas que sostienen que el procesamiento predictivo, tal como lo sería a nivel cognitivo general, también es la regla durante el procesamiento de lenguaje. Y, por último, nos interesará discutir la predicción como mecanismo de facilitación del procesamiento, así como los posibles efectos de los errores de predicción, que pueden suponer beneficios y no sólo costos u obstáculos para el procesamiento.

Para abordar los múltiples modos de comprender la noción de predicción durante el procesamiento de lenguaje, podemos empezar por proponer un sentido de mínima: la influencia o efecto del contexto sobre el estado del sistema antes de que el *input bottom-up* sea percibido (Ferreira & Lowder 2016; Huettig 2015; Kuperberg & Jaeger 2016). En torno a este sentido de mínima, existe hoy evidencia empírica y acuerdo relativamente consistente entre investigadores que estudian procesamiento sintáctico, semántico y sus interacciones: quien comprende parece siempre anticipar *alguna* estructura y *algún* significado *antes* de que el estímulo se presente por completo (Ferreira & Lowder 2016; Kuperberg 2013; Kuperberg & Jaeger 2016; Marslen-Wilson 1973, 1975). Recordemos, además, que mencionamos la incrementalidad como rasgo central del procesamiento lingüístico y aquí, aunque a veces se dé

como supuesto implícito, vuelve a aparecer su importancia. Existen múltiples efectos que sustentan esta noción que denominamos “de mínima”, todos muy relacionados con el clásico “efecto *cloze*” (Ferreira & Lowder 2016): por ejemplo, las palabras más predecibles en un determinado contexto se reconocen, leen y producen más rápido; los estímulos ambiguos y o “degradados” se reconocen en contexto pero no logran ser procesados sin él; ciertas respuesta electrofisiológicas en estudios de EEG/ERP<sup>4</sup> son diferenciales para palabras más y menos predecibles; los tiempos de fijación en estudios con seguimiento de movimientos oculares<sup>5</sup> son mayores para palabras no previsibles que para ítems esperables (Fruchter *et al.* 2015, Drenhaus *et al.* 2014, De Long, Urbach & Kutas 2005, Ferreira & Lowder 2016, Kuperberg 2013, Kuperberg & Jaeger 2016, Kutas *et al.* 2011, Willems *et al.* *en prensa*). En principio, todos estos efectos parecen requerir de un contexto altamente restringido que imponga una predictibilidad significativamente diferente entre las condiciones, pero este no parece ser el caso durante el procesamiento lingüístico cotidiano.

El carácter gradual de la predictibilidad de un ítem en un determinado contexto —es decir, con qué grado de certeza un sistema predictivo podría generar una expectativa— fue y es uno de los temas recurrentes entre los estudios psicolingüísticos. Por ejemplo, no es lo mismo predecir “umbilical” en (2)

---

<sup>4</sup> El mecanismo básico del paradigma de ERP con técnica de EEG consiste en registrar pequeños cambios de voltaje -diferencia de carga eléctrica entre dos puntos o polos- que reflejan la actividad eléctrica cerebral, medidos en la superficie del cráneo a través de un casco de electrodos. A partir de estos análisis, se han podido detectar patrones de activación eléctrica -o “componentes”- relacionados con diversos procesos cognitivos —de allí, ERP: Potenciales Relacionados con Eventos-. Para procesos propiamente lingüísticos, se han establecido varios vinculados con distintos aspectos del procesamiento del lenguaje: semántica, sintaxis, etc. Dos de los componentes de ERP más estudiados en psicolingüística son los llamados N400 y P600 (Kutas & Federmeier 2011). El primero es centralmente semántico -entendido en términos amplios ya que también involucra el procesamiento de información almacenada en la memoria semántica o conocimiento de mundo- y surge cuando se detecta un quiebre en la consistencia o un elemento inesperado desde el punto de vista semántico. El componente P600, en cambio, aparece más directamente relacionado con el procesamiento sintáctico y se ha mostrado que surge en casos de detección de agramaticalidad y para procesamiento de estructuras sintácticas complejas o re-análisis sintáctico en casos de ambigüedad o efectos de vía muerta, aunque actualmente también se estudia prolíficamente el llamado “P600 semántico, que implicaría la revisión y reorganización a partir de incongruencias o violaciones en la composición/integración semántica, y no sólo sintáctica (Brouwer, Fitz & Hoeks 2012, Carreiras & Clifton 2002, Van Petten & Luka 2012).

<sup>5</sup> Esta técnica se utiliza clásicamente durante procesos de lectura, pero, desde hace varios años, también se ha aplicado bajo paradigmas visuales de mundo, permitiendo el seguimiento de los movimientos oculares durante diversas acciones cotidianas de los sujetos. El método combina la medición de tiempos con la detección y registro de los movimientos sacádicos y los puntos de fijación del ojo. Así, el sistema registra tanto los tiempos de fijación del ojo en cada punto, como sus movimientos —avances y retrocesos o regresiones—. Es una técnica que se basa en el supuesto de una elevada sincronía ojo-mente: esto es, la idea de que las fijaciones visuales reflejan o espejan procesos cognitivos subyacentes (Duchowski 2007, Carreiras & Clifton 2002).

(2) “El médico procedió a cortar el cordón...”,

que predecirlo ante la palabra aislada “cordón”. Pero tampoco implicará lo mismo que predecir “taza” en (3)

(3) “La niña se sentó en la mesa y agarró su...”

Aquí vuelven a escena, con un poco más de precisión y nuevas perspectivas, discusiones que mencionáramos en el primer apartado: el eje no es tanto *si* es posible predecir, sino *cuándo* es posible hacerlo. Pero, además, se suman nuevos debates sobre el grado de detalle con el que generamos esas expectativas o representaciones prospectivas sobre el *input* por venir, también en función de con qué tipo de información contamos como “ancla” para generar la predicción. ¿Predecimos con el nivel de detalle de un único ítem o predecimos un conjunto de rasgos, por ejemplo, semánticos y sintácticos, que restringe el conjunto de ítems que podemos esperar a partir del contexto dado? ¿O, en cambio, solo anticipamos representaciones incluso más abstractas, como esquemas o estructuras de eventos? ¿Con un contexto de mayor precisión podríamos predecir el *input* también con mayor precisión? Algunos incluso reservarán el término “anticipación” para los casos de predicción de “grano grueso” –por ejemplo, esquemas de eventos como representaciones del conocimiento de mundo– mientras que propondrán la denominación de “predicción” para aquellos casos en que la expectativa corresponda con una representación precisa, de “grano fino” –como un ítem léxico o incluso rasgos morfosintácticos del ítem– (De Long, Urbach & Kutas 2005, De Long, Troyer & Kutas 2014, Fruchter *et al.* 2015, Van Petten & Luka 2012, Wicha, Moreno & Kutas 2004). En este sentido, son numerosas las investigaciones que tratan de articular y estudiar la mutua retroalimentación entre el tipo y el nivel representacional de la información que se utilizaría como ancla para generar predicciones o representaciones anticipatorias y la naturaleza de esas expectativas predictivas.

En esta línea se da uno de los grandes bloques de debate: la naturaleza categórica o gradual de un sistema predictivo en el lenguaje. Uno de los ejemplos clásicos que se suele ofrecer para las versiones categóricas es el de los modelos seriales de procesamiento sintáctico como el Modelo de Vía Muerta –o *garden path*– (Frazier 1979, Frazier & Rainer 1982). El modelo postula que el procesador sintáctico –o *parser*– impone o predice la generación de una determinada estructura guiado por un conjunto acotado de principios universales, con el objetivo rector de buscar la estructura más sencilla tanto desde el punto de vista estructural como desde la perspectiva del costo de procesamiento. Estos modelos suelen descansar en la

formulación de etapas estancas y sucesivas, es decir, se comprometerían con una determinada predicción única –categórica– inicial, sin que ésta esté modulada en sus probabilidades de ser correcta de ningún modo y, en caso de proveer un resultado inadecuado en algún sentido, el sistema se vería obligado a una segunda instancia de re-análisis<sup>6</sup>.

Desde otra perspectiva, se defiende la naturaleza gradual de los mecanismos predictivos, centralmente basada en la habilidad para calcular y extraer regularidades o patrones estadísticos sobre la información y los datos del mundo que nos rodea. Estos enfoques suelen postular procesos altamente interactivos y en paralelo, en un sistema que computa y actualiza de modo permanente distintos factores en función de ofrecer una predicción o expectativa lo más precisa posible, no aplicada irrestrictamente sino altamente dependiente del contexto y de las características del *input*. Son los modelos basados en cálculos de probabilidades y pesos estadísticos, centrados en la evaluación de frecuencias, los que defienden la naturaleza gradual de un sistema predictivo e intentan ofrecer evidencia empírica que avale esta perspectiva. Estos enfoques, además, suelen otorgar un peso significativo a la información semántica, que, por su naturaleza, admite un tratamiento continuo, mientras la computación de información sintáctica parece sugerir planteos más categóricos. La modulación de los efectos electrofisiológicos de N400 en función del grado de predictibilidad de una palabra en un contexto son ejemplos clásicos de este tipo de evidencia. Las nociones, prolíficamente estudiadas en la actualidad, de *surprisal* y entropía<sup>7</sup> también son centrales para comprender la gradualidad del posible pre-procesamiento anticipatorio (Ferreira & Lowder 2016, Huettig 2015, Willems *et al.* en prensa, Zarccone *et al.* 2016): los hablantes no solemos esperar con la misma probabilidad –y, por ende, su no aparición no provoca una sorpresa de la

---

<sup>6</sup> Vale la pena aquí plantear algunos reparos respecto de comprender propuestas como las del Modelo de Vía Muerta como formas de procesamiento predictivo categórico. Estos modelos defienden la autonomía de la sintaxis y la obligatoriedad y automaticidad de sus procesos –procesos ciegos a información no sintáctica– y proponen que el procesador sintáctico funciona acorde a estos principios, imponiéndolos de modo irrestricto. Esta dinámica parece ser más un sistema de reglas específicas de dominio o incluso informativamente encapsuladas –tal como se definen los procesos modulares fuertes– que un mecanismo predictivo como el que venimos discutiendo, en el que se ponen en juego el flujo de información en varios sentidos, la interacción entre dimensiones y niveles de representación diversos e incluso el condicionamiento de representaciones que pueden no ser específicamente lingüísticas en la selección y procesamiento de unidades lingüísticas.

<sup>7</sup> Ambas nociones son centrales para los estudios computacionales y se han proyectado a estudios experimentales de procesamiento de lenguaje. La *entropía* se entiende como una medida que cuantifica el nivel de incerteza que presenta un modelo o sistema respecto de la información por venir –dado un determinado contexto de información que el sistema maneja–, de lo que puede derivarse el nivel de incerteza de sus potenciales predicciones. La noción de *surprisal* –o sorpresa–, a su vez, expresa cuán inesperado es un ítem, dado un determinado contexto; en otras palabras, puede decirse que el grado de *surprisal* exhibe cuánto se aparta una unidad en proceso del nivel de expectativas que el sistema tenía sobre esa unidad (Willems *et al.* en prensa).

misma magnitud– una palabra como “procesamiento” en un texto académico como éste que en una receta de cocina; así como no esperamos escuchar de la misma persona una frase como “no entiendo un carajo” en el contexto de un grupo de estudios entre compañeras que en el ámbito de una clase formal, entre tantos otros ejemplos que podríamos dar.

Así, parece haber cierto acuerdo respecto de que un sistema predictivo que pretenda máxima optimidad y eficiencia debe poder tomar en consideración información diversa proveniente de múltiples fuentes, y difícilmente eso sea compatible con un sistema categórico o de tipo “todo o nada”. Lo que continúa en discusión, entonces, es el nivel de detalle que le damos a esa gradualidad, los cortes que le imponemos a ese continuo de probabilidades que funcionarían como insumo de nuestra capacidad predictiva.

El otro campo de disputa teórica que nos interesa explorar es aquel que discute la fortaleza de la predicción, por ejemplo, en términos de la naturaleza y el nivel representacional de las expectativas que serían manipuladas por el sistema, y el grado de compromiso con esas representaciones que el mecanismo impondría a ese sistema.

Lo que se suele llamar “predicción débil” se define como una forma de facilitación del procesamiento de un determinado *input* lingüístico a partir de optimizar la selección del ítem entre un grupo más o menos acotado de candidatos y favorecer su integración al contexto precedente. Volvamos al ejemplo de (3) “La niña se sentó en la mesa y agarró su...”: una propuesta predictiva débil sostendrá que el contexto impone restricciones de distinto tipo – sintácticas y semánticas, sin dudas– para acotar el campo de selección del ítem léxico que completaría esa oración de modo adecuado, pero que el sistema no puede predecir un único e inequívoco ítem, sino que opera como un eficiente selector de uno entre un conjunto. Ayudaría a elegir entre “taza”, “vaso”, “tenedor”, “cuchillo”, “cuchara”, etc. –pero nunca pre-activaría sólo “taza” en detrimento de otros posibles candidatos– y, sobre todo, operaría como catalizador de su integración incremental al contexto oracional, una vez que algo de la información sensorial comience a ser procesada. Esto es, no hay compromiso con la pre-activación de una representación puntual del *input* por venir. Se daría, más bien, la construcción de un escenario facilitador –relativamente general y amplio, en términos de su granularidad de representación y siempre modulado por la predictibilidad del ítem– para un proceso óptimo de selección e integración de la información una vez que el *input* es procesado de modo *bottom-up* (De Long *et al.*, 2014; Huettig, 2015; Kuperberg & Jaeger, 2016). La información de alto orden intervendría generando ese escenario facilitador, pero nunca eligiendo a una única actriz –o actor– entre varias candidatas. Las expectativas acompañan –facilitan–, no definen.

Las propuestas de “predicción fuerte”, en cambio, propondrán la posibilidad de una pre-activación predictiva: el compromiso con la expectativa generada es fuerte y permite pre-activar –y no sólo catalizar un proceso post-acceso– un determinado ítem antes de que algo del estímulo sensorial aparezca. Es posible ver por qué estas propuestas son definidas como “fuertes” y por qué son las que más dudas y cuidados han generado y generan. En este caso, la información contextual –del nivel que sea, supongamos oracional y de conocimiento de mundo– tendría la capacidad de imponer un condicionamiento potente sobre los niveles de procesamiento inferiores –supongamos, selección y acceso léxico– que permitiría pre-activar una representación mental sin requerimiento de estímulo externo o de procesamiento perceptual de bajo orden alguno: ni siquiera un segmento de la información estimular como disparador *bottom-up* aparece como necesario. El flujo de información *top-down* no sería solo posible, sino que podría ser definitorio -volveremos sobre este punto al comentar las consecuencias de un error predictivo en casos de aceptar este tipo de propuesta- (Kuperberg 2013, Kutas *et al.* 2011, Lupyan & Clark, 2015, Van Petten & Luka 2012). Muchos de sus defensores, por supuesto, sostienen que esta es la única “verdadera” forma de predicción admisible, en tanto las propuestas débiles no serían estrictamente predictivas sino simples formas de facilitación, incluso comparables con los mecanismos cognitivos subyacentes a los efectos de *priming*<sup>8</sup>. En virtud de los fuertes compromisos teóricos que implican estas perspectivas es que los estudios experimentales de los últimos años se han concentrado especialmente en recolectar evidencia que respalde o refute estas hipótesis fuertes de procesamiento predictivo en el lenguaje. En la actualidad la búsqueda se concentra en generar condiciones que modulen los grados de predictibilidad de modo más preciso para evitar que el diseño mismo de la tarea provoque una distinción categórica entre estímulos extremadamente predecibles y extremadamente impredecibles. Existen numerosos experimentos que se enfocan sobre los mecanismos predictivos que pueden mediar la selección léxica en contextos diversos: sintagmas nominales, oraciones, textos. Si bien han recolectado críticas múltiples, una de las más frecuentes es su casi exclusiva indagación sobre la predicción de una palabra como unidad prototípica –que, además, con frecuencia, es la última del contexto lingüístico presentado como

---

<sup>8</sup> Se entiende como la facilitación en el procesamiento de una unidad causada por la presentación previa de otra unidad que contiene información común en algún nivel: fonológico, morfológico, semántico, sintáctico, etc. Por ejemplo, la facilitación en el reconocimiento de “mesita” ante la previa presentación de “mesa”, o de “piloto” con la previa presentación de “avión”. Volveremos sobre esta noción hacia el final de este apartado.

marco, por lo que los resultados suelen estar mezclados con otros fenómenos como los efectos del *wrap up* (Fruchter *et al.* 2015, Hagoort 2003)–.

En este marco, los estudios que parecen haber logrado evidencia más sólida en relación con la posibilidad de una predicción fuerte en el procesamiento lingüístico son aquellos que utilizan paradigma visual de mundo –con técnica de seguimiento de movimientos oculares– y algunos experimentos con electroencefalografía (EEG) bajo paradigma de potenciales relacionados con eventos (ERP) y con magnetoencefalografía (MEG)<sup>9</sup>. Estos estudios han logrado, con un diseño cuidadoso de sus materiales, manipular algunas variables que ofrecen interesantes vías para exhibir estas posibilidades predictivas. Sin embargo, la mayoría de ellos sostiene una posición cautelosa: por un lado, distinguir de modo tajante procesos de predicción fuerte de procesos de integración veloz requiere técnicas y diseños experimentales más precisos de los que muchas veces están a disposición; y, por el otro, parece teóricamente adecuado pensar y proponer modelos que posibiliten la confluencia de características de ambos tipos de procesamiento y mantengan algún grado de especificidad de dominio al tiempo que habilitan interacciones entre ellos (De Long *et al.* 2005, De Long *et al.* 2014, Drenhaus *et al.* 2014, Fruchter *et al.* 2015, Huettig 2015, Kamide *et al.* 2003 Kuperberg & Jaeger 2016, Lupyan & Clark, 2015, Van Petten & Luka 2012, Van Berkum *et al.*, 2005, Wicha *et al.* 2004). En este sentido, un reciente estudio a gran escala llevado adelante por Nieuwland *et al.* (2019) exhibe la gran dificultad de disociar estrictamente procesos de predicción de procesos de integración. Los autores remarcan que la predictibilidad de los ítems y el contexto oracional y discursivo se complementan de modo permanente y producen una facilitación que denominan “en cascada” en la que se coordina un escenario multiproceso: nunca sólo se predice o sólo se integra, sino que ambos mecanismos se articulan complementariamente.

Entre los estudios con EEG/ERP y MEG se ha utilizado frecuentemente el recurso de manipular combinaciones de información morfosintáctica –como género y número– y semántica en sintagmas nominales insertos en oraciones o textos; o bien una adaptación de esta misma idea en la que se explota la restricción fonológica de combinación de un determinante con un nombre. En este marco, son clásicos los estudios de Wicha *et al.* (2004) y de De Long *et al.* (2005). En el primer caso, el estudio se realizó en español: se presentaron materiales como (4), con condiciones experimentales conformadas por el cruce entre incongruencia

---

<sup>9</sup> La MEG, por su parte, en estrecha relación con las técnicas de EEG, mide muy precisamente campos magnéticos muy débiles generados alrededor del cráneo a raíz de la actividad eléctrica del cerebro, por lo que es ideal para experimentaciones que impliquen procesos a nivel de la corteza cerebral, pero pierde precisión cuando se trata de procesos desarrollados en zonas cerebrales no corticales (Jääskeläinen 2012).

morfosintáctica de género e incongruencia semántica por (im)plausibilidad del sustantivo en ese contexto oracional:

(4) Caperucita cargaba la comida para su abuelita en... [un/una] [canasta/bolso/corona]

Por su parte, las versiones que manipulan restricciones fonológicas presentan ítems como (5), también generando las condiciones experimentales a partir del cruce de restricciones semánticas respecto de la (im)plausibilidad de un sustantivo y fonológicas:

(5) The day was breezy so the boy went outside to fly... [a/an] [kite/airplane]

Era un día con brisa, entonces el niño salió para volar... [un/una] [cometa/avión]

Si se observan estos casos y se comprenden en términos de su procesamiento incremental, es posible ver que hasta antes de presentarse el sustantivo no existe efectivamente ninguna incongruencia real, es decir, el sistema no ha procesado aún ningún estímulo que no corresponda con las restricciones impuestas por el contexto oracional o textual. Sin embargo, los resultados de estos estudios exhiben que varios de los efectos que surgen típicamente de procesar una incongruencia semántica –N400– (Van Petten & Lukas 2015, Kutas & Federmeier 2011, Kuperberg 2007) aparecen antes de que se exhiba el sustantivo incongruente, cuando se detecta el determinante o el adjetivo con el que ese sustantivo debe concordar o con el cual debe poder combinarse fonológicamente. Dicho de otro modo, si en oraciones como las de (4), al momento de presentar el determinante “un” se produce un efecto electrofisiológico típicamente relacionado con las incongruencias semánticas que podría provocar la aparición de “corona”, pero no de “bolso”, es difícil no atribuirlo a que en esa instancia tan temprana del procesamiento –antes de que “canasta”, “bolso” o “corona” fueran expuestas– ya se encontraba pre-activado un ítem léxico –“canasta”– que no acepta algunas de las restricciones impuestas por ese determinante –en este caso, su género–, incluso habiendo otros candidatos aceptables semánticamente que sí lo harían –como es el caso de “bolso”–. Del mismo modo puede entenderse el efecto surgido en oraciones como las presentadas en (5) a partir de manipular restricciones fonológicas para la combinación entre determinante y nombre. Por todo esto, los autores sostienen que al momento de procesar ítems léxicos anteriores a la palabra que efectivamente provoca la incongruencia, y gracias a la interacción de restricciones de distinto

tipo, el sistema ya generó una expectativa sobre el ítem por venir, con un grado considerablemente alto de detalle: es sensible a rasgos como género, número o restricción fonológica de comienzo de palabra y no sólo a niveles conceptuales abstractos, modelos de situación o esquemas.

Es interesante notar que en muchos casos estos efectos desaparecen en ausencia de contexto oracional o textual previo, por lo que la intervención de estos niveles de representación de mayor orden sería un factor fundamental para posibilitar algún grado de procesamiento prospectivo o anticipatorio. No obstante, como bien destaca la mayoría de los autores, esta evidencia no alcanza para poder afirmar cómo se producirían estas formas fuertes de predicción o exactamente qué mecanismos neurales subyacen a ellas, aunque sí mostrarían la posibilidad de algún nivel de pre-activación predictiva de “grano fino” (De Long *et al.* 2005, Metusalem *et al.*, 2012; Van Berkum *et al.*, 2005).

Los estudios con técnicas de *eye-tracking* bajo paradigma visual de mundo también han sumado evidencia para defender algunas formas de pre-activación predictiva. Kamide *et al.* (2003) y Knoeferle *et al.* (2005), por ejemplo, proponen experimentos en los que se exhibe que los hablantes producen movimientos oculares anticipatorios por los que exponen sus expectativas sobre la estructura de las oraciones, funciones sintácticas –por ejemplo, computación de caso– y roles temáticos de sintagmas aún no presentados, e incluso sobre determinados ítem léxicos puntuales. Kamide *et al.* (2003) trabajan con un diseño que compara estos efectos anticipatorios propios de un procesamiento predictivo durante la comprensión de lenguaje en alemán y en inglés, utilizando un paradigma propuesto por el mismo equipo en Altmann & Kamide (1999): en casos como “The boy will eat ...” [El chico va a comer...] los hablantes producen movimientos oculares anticipatorios al momento de escuchar “eat” – “comer”– hacia objetos o dibujos comestibles de modo consistente. Tanto Kamide *et al.* (2004) como Knoeferle *et al.* (2005) manipulan la estructura oracional y la marcación morfológica de caso a partir de presentar oraciones como (6-8)

(6) La liebre comerá al ratón.

(7) La liebre será comida por el zorro.

(8) A la liebre comerá el zorro.

y hallan movimientos oculares anticipatorios hacia los dibujos de los distintos personajes involucrados en el evento –agentes y pacientes– que indican expectativas predictivas sobre la estructura de los constituyentes oracionales y los roles temáticos a asignar.

A partir de algunos de estos trabajos, ciertos autores han hablado de que estas formas de anticipación con posibilidad de pre-activación de un ítem podrían entenderse como el procesamiento de “sustantivos fantasma”, lo cual abre otra interesante línea de discusión y reflexión sobre modos de procesamiento implícito e inconsciente –a veces denominado “encubierto”– versus explícito y consciente –también denominado “abierto”–. Si bien un debate pormenorizado sobre este punto excede los objetivos de este trabajo, vale mencionar que entre los múltiples ejes de discusión podemos encontrar debates sobre si las representaciones pre-activadas gracias a un procesamiento predictivo tienen o no una naturaleza similar a aquellas activadas gracias al reconocimiento de una palabra a partir de su procesamiento como estímulo sensorial –ya sea auditivo o visual–; o incluso reflexiones sobre hasta qué punto es posible hablar de “predicción” en ambos casos, o, más bien, sólo podría considerarse una verdadera pre-activación predictiva en los casos de procesos inconscientes o implícitos, sin control ejecutivo, estratégico o atencional –con la característica de automatismo que estos suelen implicar– (Fruchter *et al.* 2015; Kuperberg y Jaeger 2016; DeLong *et al.* 2014).

Como venimos marcando, los debates y polémicas están lejos de estar saldados y aún existen múltiples ejes de discusión. Ferreira & Chantavarin (2018), por ejemplo, ponen en cuestión que haya que elegir entre un único modo de procesamiento y que éste pueda ser aplicado a todos los procesos lingüísticos de modo irrestricto. Así, plantean que la capacidad anticipatoria es más correctamente entendida como la construcción de una “disposición” para facilitar la comprensión que como la habilidad de predecir información puntual de modo absolutamente preciso. Por su parte, Huettig & Mani (2016) proponen discutir hasta qué punto es necesaria una capacidad predictiva para la comprensión de lenguaje y concluyen que seguramente no sea imprescindible. Los autores exponen hallazgos sobre diferencias individuales que indican una alta dependencia de otros factores, entre ellos, la edad, la escolarización o diversas situaciones de plurilingüismo, y sugieren que la predicción/anticipación sería, más bien, una capacidad que puede sumarse coordinadamente a otras para optimizar el resultado final de la comprensión, y no un principio rector del procesamiento.

Precisar estas cuestiones es un camino abierto y equilibrar la estimación de cuánto explica cada tipo de mecanismo durante el procesamiento de lenguaje sigue siendo uno de los objetivos principales de muchas de las investigaciones que se llevan adelante en la actualidad.

### 2.3. Predicción: entre la facilitación y el costo cognitivo

Una vez presentado este panorama general, nos interesa, para finalizar este apartado, recorrer otras dos líneas de debate relacionadas con lo que serían funciones primordiales de un sistema predictivo: optimizar el procesamiento de información y minimizar sus costos cognitivos. Una primera cuestión a considerar en este sentido es la eventual excepcionalidad de la predicción durante el procesamiento de lenguaje cuando se la restringe a casos de información confusa, incompleta o ambigua. Desde hace ya varias décadas, se han discutido formas de procesamiento prospectivo, sobre todo débiles, en casos de los denominados “estímulos degradados” y en distintas situaciones de ambigüedad estimular (De Long *et al.* 2014, Frazier 1979, Kutas, De Long & Smith 2011, Kuperberg & Jaeger 2016, Lupyan & Clark 2015, Marslen-Wilson 1973, 1975, Morton 1969, Van Petten & Lukas 2012). En términos generales, la evidencia empírica indica que efectivamente existen formas de intervención de niveles superiores de representación –que originarían una expectativa sobre el *input* incompleto o ambiguo– para permitir clarificar el procesamiento de más bajo orden o incluso posibilitarlo. Se trataría de estímulos que, por sí mismos, no contienen toda la información relevante para ser procesados de modo *bottom-up* –o que presentan información contradictoria, poco restringida o demasiado abundante en niveles inferiores– y que, sin esta intervención del contexto que permita o bien completar o bien imponer restricciones, no podrían ser resueltos por el sistema. Estos pueden ser entendidos como casos extremos de facilitación, en los que el mismo sistema autónomo y automático –y en muchas propuestas, serial– requeriría ser “rescatado” por un dispositivo interactivo que permitiera flujo de información *top-down* para resolver exitosamente el proceso en curso<sup>10</sup>.

A partir de la discusión de esta evidencia, por supuesto, muchos autores ponen en cuestión la restricción del fenómeno a estos casos: si la arquitectura funcional de la cognición humana permite este tipo de intervención, si existen casos de procesamiento de lenguaje en los que el flujo de la información no está acotado a una dirección única, si efectivamente los niveles

---

<sup>10</sup> En la misma línea suelen analizarse los efectos conocidos como “ilusiones semánticas” (Song & Schwarz 2008; Brouwer *et al.* 2012; Mata *et al.* 2013–similares a las “ilusiones cognitivas” no específicamente lingüísticas– que muestran flujo de información en paralelo y *top-down* –. Algunos dirán que la intervención de las creencias, bajo un marco de procesamiento predictivo, condiciona o sesga la percepción del *input* al punto de “ver”, “comprender”, “escuchar” otra cosa distinta de la que expone la información estimular de bajo orden. Ciertos autores, además, proponen lo que denominan “percepción como inferencia”: el sistema cognitivo combinaría representaciones almacenadas –que generan expectativas– con información sensorial entrante para construir representaciones perceptuales –perceptos– lo más precisas posible (Bar 2011, Fodor 1983 Huettig 2015, Jackendoff 2010, Knoeferle *et al.* 2005; Lupyan & Clark 2015).

de representación de más alto orden pueden suplir ausencias de información estimular u ordenar y restringir la computación de información estimular ambigua o confusa, ¿por qué no proponer que es un mecanismo general a disposición durante el procesamiento de lenguaje más que una mera excepción? Al día de hoy, esta, entre otras cuestiones, continúa siendo un elemento de fundamental interés para trabajos psicolingüísticos.

Como adelantamos, una de las funciones cognitivas que surge con especial centralidad en las propuestas de un sistema predictivo es la de facilitar el procesamiento de la información. Esto puede entenderse de múltiples modos: un extremo es el de los casos comentados anteriormente, en que un dispositivo predictivo es condición necesaria para la computación. Pero, a partir de allí, es posible proponer un continuo en que la optimidad y la eficiencia, ya sea desde el punto de vista temporal como de precisión, sean los factores por los que juzgar si un determinado mecanismo resulta facilitador o no. Como contracara de ello, es necesario dar cuenta de casos en los que ese mismo mecanismo pueda, en cambio, obstaculizar el proceso, para evaluar hasta qué punto es posible postular su función de modo irrestricto: aquí surgen las discusiones a propósito de las consecuencias que podría tener para el sistema eventuales fallas o errores de predicción.

Es posible entender los efectos de facilitación tanto dentro de hipótesis de procesamiento predictivo como a partir de hipótesis de integración final. Es decir, la facilitación puede surgir de modo prospectivo a partir de tener un determinado ítem –o conjunto acotado de candidatos pre-activados– con antelación a su presentación como estímulo sensorial; o bien funcionar de modo retrospectivo, aumentando la eficiencia de la integración de una unidad al contexto que la precede, pero sin que medie expectativa anticipatoria alguna. En este cuadro vuelve a importar la noción de gradualidad en la predictibilidad de las unidades a anticipar o integrar y el nivel de precisión –o granularidad– que exigimos de ese efecto facilitador. La facilitación podría estar dada meramente por una restricción de alto orden, como la activación de un modelo de situación o esquema eventivo abstracto. En estos casos, un contexto discursivo genera un sesgo suficiente como para facilitar la integración de información entrante de manera eficiente, sin delimitar con precisión, por ejemplo, un ítem léxico: serían formas similares a las que discutimos al presentar los enfoques de “predicción débil”. Las propuestas de facilitación por pre-activación, en cambio, se ubican mejor en el marco de las que mencionamos como hipótesis de “predicción fuerte”. Y conviene destacar que, también a partir de ese eje, existen discusiones vigentes sobre las diferencias entre efectos

de facilitación por *priming* y efectos por pre-activación predictiva (De Long *et al.* 2014, Huettig 2015, Kuperberg & Jaeger 2016, Kutas *et al.* 2011). Una de las diferencias más notables que suelen mencionarse es que el *priming* se produce gracias a la activación de información de bajo orden durante procesos *bottom-up*, a partir de información estimular y la subsiguiente propagación de la activación hacia vecinos del “blanco” activado. Un ejemplo clásico de *priming* semántico –aunque existen efectos de *priming* en distintas dimensiones y niveles lingüísticos– es el que provoca la presentación de la palabra “hospital” si se presenta antes de la palabra “médica”: la segunda se reconoce y lee más rápido cuando “hospital” fue presentada antes que cuando no. Esto sucede incluso en casos de “*priming* enmascarado” en los que el sujeto no tiene registro consciente del procesamiento de “hospital”. Además, usualmente, el *priming* exhibe la característica de ser un efecto de muy corto plazo y de propagación indiscriminada –automática y fuera del control ejecutivo–, nunca restringida por factores u objetivos específicos, cosa que sí parece ser el caso, al menos, en ciertos tipos de facilitación por predicción. Si bien las dos propuestas comparten la pre-activación de un determinado ítem – aun cuando sigue en discusión si la pre-activación predictiva podría ser automática e inconsciente–, la naturaleza de esas pre-activaciones, tanto su origen como sus efectos, parece notablemente diferente (De Long *et al.* 2014; Huettig 2015; Kuperberg & Jaeger 2016).

Por otro lado, aceptar la naturaleza gradual de un mecanismo predictivo también permite encontrar matices en la definición de “error” de predicción y en las consecuencias de computar su eventual “costo cognitivo”. A propósito de qué entender por “costo” en estos casos, Kutas *et al.* (2011) sostienen:

“Cost” also might not be the most apt term if an unexpected item triggers updating in a learning signal, where probability likelihoods are being adjusted for the future. Such learning might be considered a “cost” in the short term, but in the longer term, the comprehender would benefit by gaining an accurate model of their linguistic environment<sup>11</sup>. (Kutas *et al.* 2011: 201)

---

<sup>11</sup> "Costo" podría no ser el término más adecuado cuando un elemento inesperado activa una actualización en un contexto de aprendizaje, donde las probabilidades se están ajustando para el futuro. Dicho aprendizaje podría considerarse un "costo" a corto plazo, pero a más largo plazo, quien comprende se beneficiaría al obtener un modelo más preciso del contexto lingüístico. (Traducción de la autora)

En este sentido, las predicciones serían útiles incluso cuando resulten equivocadas para un momento y expectativa puntual: redirigen los recursos atencionales y permiten aprendizaje a mediano y largo plazo, ya que posibilitan actualizar las representaciones en nuestra memoria semántica, que servirán, a su vez, de marcos o esquema para producir nuevas expectativas más precisas, con menor probabilidad de error. Esta visión que implica una permanente computación equilibrada y retroalimentada entre lo que se espera y lo que se aprende a partir de procesar información no esperada –sorpresa o novedosa– es central para todos los enfoques probabilísticos y tiene en cuenta no solo costos cognitivos inmediatos o en el corto plazo sino efectos para todo el sistema a mediano y largo plazo (De Long *et al.* 2014, Huettig 2015, Kuperberg 2013, Kuperberg & Jaeger 2016, Kutas *et al.* 2011, Willems *et al.* en prensa). Por supuesto, si se aceptan modelos de predicción fuerte, que impliquen un alto nivel de compromiso con las representaciones anticipatorias o expectativas, el costo de una falla de predicción –esto es, de la no confirmación de la expectativa cuando es contrastada con el *input* sensorial que proviene de un procesamiento *bottom-up*– podría ser, en términos *on line*, ciertamente mayor que en el caso de no haber producido expectativa alguna. De allí podemos derivar que no sería tan importante la discusión sobre si la generación de algún tipo de predicción es, en sí misma, más costosa que un procesamiento no predictivo, sino, más bien, qué efectos tienen las fallas de predicción en caso de postular compromisos fuertes con las representaciones predictivas que produce el sistema.

El análisis pormenorizado de los efectos tanto *on line* como a largo plazo provocados por los quiebres de expectativas o fallas predictivas es uno de los terrenos más prolíficos entre las investigaciones actuales sobre procesamiento predictivo, tanto en lenguaje como a nivel de la cognición humana en general.

### **3. Interacción y predicción: ¿una dupla inseparable?**

Syntax is selfish, whereas semantics is altruistic.  
Hagoort (2003)

Con este recorrido hecho, es posible notar que se vuelven imprescindibles algunas palabras que involucran problemas clásicos en los estudios psico y neurolingüísticos. Resulta importante reflexionar sobre cómo se relaciona la posibilidad de predicción durante el procesamiento de

lenguaje con los desafíos que imponen modelos seriales y en paralelo y con las propuestas que sostienen procesamiento autónomo y modular respecto de aquellas que postulan la interactividad como ineludible para un procesamiento óptimo. Así, resurgirán debates desarrollados en el gran marco de dos modos de procesamiento, *top-down* o *bottom-up*, y de las múltiples consecuencias teóricas y empíricas surgidas de sostener una arquitectura funcional modular (Chomsky 1986, 2007, Fodor 1983, Jackendoff 2010, Kuperberg & Jaeger 2016, Lupyan & Clark 2015).

El procesamiento predictivo parece un terreno ejemplar para discutir y analizar las múltiples interacciones que pueden darse, y que incluso parecen ser una condición necesaria para la predicción. Por supuesto, este punto fue y continúa siendo uno de los campos que presenta mayores desafíos en los estudios sobre la cognición humana y es un eje especialmente controversial en el procesamiento de lenguaje y los posibles modos de predicción sobre información lingüística.

Los abordajes teóricos y la evidencia empírica sobre procesos interactivos durante el procesamiento de lenguaje son abundantes. En virtud de la extensión del presente trabajo, nos detendremos sólo en algunos de ellos, sobre todo en lo que respecta a interacciones entre semántica y sintaxis (De Long *et al.* 2005, Ferreira & Lowder 2016, Hagoort 2003, Humphries *et al.* 2006, Kuperberg & Jaeger 2016, Metusalem *et al.* 2012, Pylkkänen *et al.* 2011, Sikos, Duffield & Kim 2016, Van Berkum *et al.* 2005, Wicha *et al.* 2004, Zunino 2017).

La primera consideración que podemos plantear es la posibilidad de analizar las interacciones a partir de dos ejes básicos: bien entre distintas dimensiones o tipos de información lingüística –por ejemplo, semántica y sintáctica–; bien entre niveles de representación del mismo tipo de información –por ejemplo, semántica léxica y conocimiento mundo<sup>12</sup>.

Existe una cantidad de evidencia sobre la distinción entre procesamiento de información sintáctica y semántica, tanto en términos de zonas cerebrales involucradas como en relación con los momentos de procesamiento de cada dimensión durante el decurso temporal

---

<sup>12</sup> Aunque no nos adentraremos en esta discusión, es importante mencionar el interés que presentan los debates sobre la posibilidad *a priori* de plantear una distinción estanca entre niveles y dimensiones, al menos, en términos de procesamiento: por ejemplo, ¿hasta qué punto los niveles de representación semántica de mayor abstracción son resultado composicional de niveles más básicos o corresponden a construcciones de otra naturaleza no analizables en términos composicionales?; ¿en qué medida la composición semántica en niveles más complejos es posible sin intervención de la sintaxis, lo que vuelve difícilmente distinguible el análisis de su procesamiento psicolingüístico?; ¿en qué términos distinguimos semántica de pragmática como dimensiones diferentes o, en cambio, como diferentes niveles de representación del significado? (Ferreira, Bailey & Ferraro 2002, Hagoort 2003, Humphries *et al.* 2006, Jackendoff 2010, Karimi & Ferreira 2016, Pylkkänen & McElree 2007, Pylkkänen, *et al.* 2011, Van Berkum *et al.* 2005, Zunino 2017, [en prensa](#)).

–exhibidos a través de distintos componentes de ERP: N400, P600, LAN, etc.–; Sin embargo, también existen múltiples estudios que muestran una interacción fluida e indisoluble, por lo que sostienen que resultaría prematuro –con las técnicas a disposición– asegurar una distinción en términos de procesamiento, aunque podamos sostenerla en términos teóricos. Por ejemplo, en el marco de los debates que se dan sobre *syntactic boost* –que suele traducirse como “andamiaje sintáctico”–, fenómeno que analiza la facilitación o ventaja semántica que presenta el procesamiento de oraciones en contraste con listas de palabras, Humphries *et al.* (2006: 666) plantean:

One difficulty in interpreting these results is that sentences are likely to engage systems related to both syntax and semantics to a greater extent than random word lists. That is, the individual content words of a meaningful sentence can be combined to produce a larger, global semantic interpretation describing plausible events with real-world implications, whereas this is often not possible when content words are selected at random. Therefore, it is difficult to determine if the activations seen in this contrast represent syntactic processing, semantic processing, or both<sup>13</sup>.

En el mismo sentido se desarrollan muchos de los trabajos de Pylkkänen & McElree (2007), Pylkkänen, Brennan & Bemis (2011), Hagoort (2003) y Van Berkum *et al.* (2004, 2005) sobre composición semántica y múltiples interacciones entre sintaxis y semántica: los límites del aporte de información sintáctica y semántica –desde el nivel léxico hasta el conocimiento de mundo– en principio, pueden ser difusos. En ese camino ha habido interpretaciones y reinterpretaciones de los mismos resultados en varias ocasiones: un caso paradigmático parece ser el de la interpretación del componente de ERP conocido como “P600”. Desde su detección, esta marca en la actividad eléctrica cerebral había sido definida como un componente

---

<sup>13</sup> Una dificultad para interpretar estos resultados deriva de que es probable que las oraciones involucren sistemas relacionados con la sintaxis y la semántica en mayor medida que las listas de palabras aisladas. Es decir, las palabras de contenido de una oración se pueden combinar para producir una interpretación semántica global más grande que describa eventos plausibles con implicancias en el mundo, mientras que a menudo esto no es posible cuando las palabras se seleccionan al azar. Por lo tanto, es difícil determinar si las activaciones que se ven en este contraste representan el procesamiento sintáctico, el procesamiento semántico o ambos. (Traducción de la autora.).

“sintáctico”, ya que parecía exhibir, sobre todo y consistentemente, procesos de re-análisis sintáctico por fallas o incongruencias en esa dimensión. No obstante, hace ya varios años comenzaron a aparecer nuevas interpretaciones que dieron lugar a lo que se conoce como “P600 semántico”: una respuesta neurofisiológica similar pero no originada por quiebres o re-análisis sintácticos sino semánticos. Estos hallazgos, junto al estudio de las llamadas “ilusiones semánticas” y las propuestas de procesamiento “*good-enough*” –entre otros enfoques– ponen en cuestión la naturaleza serial y absolutamente composicional abajo-arriba de la interpretación semántica –clásica de las propuestas tradicionales– y plantean hipótesis de “equilibrio cognitivo” propiciado por interacciones múltiples, influencias tempranas de niveles semánticos de mayor orden y mecanismos heurísticos, tanto durante el procesamiento semántico como sintáctico de más bajo orden (Bouwer *et al.*, 2012; Ferreira, Bailey & Ferraro, 2002; Karimi & Ferreira, 2016; Hagoort, 2003; Sikos *et al.*, 2016; Staub & Clifton; 2006).

En un trabajo ya clásico, Hagoort (2003) muestra que el aporte de cada tipo de información y, por lo tanto, los efectos de incongruencias en cada dimensión no son simétricos ni equilibrados, porque podrían no tener exactamente la misma naturaleza. Por ejemplo, en términos de gradualidad, la información semántica se define mejor en un continuo, mientras la sintáctica revestiría una característica categorial más fuerte. La hipótesis indica que si los procesos sintácticos y semánticos fueran totalmente autónomos, una violación en ambas dimensiones debería dar como resultado la suma de los efectos de violaciones en cada una de ellas por separado. Sin embargo, este no es el caso: la relación no es de adición lineal, sino que existe una mutua influencia más compleja entre ambas dimensiones durante el procesamiento. El autor encuentra que sintaxis y semántica actúan en conjunto y de modo fuertemente interactivo cuando las restricciones semánticas son imprescindibles para generar estructura oracional; pero la semántica sería ignorada cuando no es necesaria para este proceso estructural.

Por su parte, en distintos estudios, Van Berkum (2004) y Van Berkum *et al.* (2005) trabajan especialmente sobre la intervención de las representaciones del nivel discursivo sobre las expectativas y la selección de ítems léxicos precisos; es decir, muestras del flujo de información *top-down* y de la influencia de niveles de mayor orden en niveles de menor orden, dentro de la dimensión semántica. Es interesante recordar que los autores demuestran que, en estos casos, los efectos predictivos desaparecen en ausencia del contexto discursivo, por lo que la interacción entre distintos niveles de representación sería la que habilita la construcción de expectativas o representaciones anticipatorias. El mismo equipo, además, muestra efectos del nivel discursivo sobre el procesamiento sintáctico, específicamente sobre la segmentación o

*parsing*: el discurso sesga, de modo *on line*, la construcción de una estructura sintáctica en detrimento de otra en casos de ambigüedad estructural.

Por último, es importante mencionar el estudio de Sikos *et al.* (2016), en el que se exhibe que la influencia de la semántica sobre la sintaxis está relativamente probada en dos casos: a) cuando las restricciones sintácticas son insuficientes o ambiguas; b) en juicios de plausibilidad sobre oraciones sintácticamente bien formadas, pero semánticamente anómalas. No obstante, sigue sin estar claro qué sucede, durante el procesamiento *on line*, en casos en los que no existe ambigüedad estructural y la información semántica contradice las guías sintácticas. Así, a partir de materiales como:

(9) The hearty meal was devouring...<sup>14</sup>

(10) The sealed envelope was devouring...

estos autores intentan verificar en qué medida la interpretación composicional de una oración está guiada de modo *on line* por pistas semánticas, y de qué modo se articulan con las sintácticas. El trabajo analiza los efectos de la llamada “atracción semántica” que exhibirían casos como (9) –con atracción semántica de “devorar” respecto de “comida”– opuesto a casos como (10) –sin atracción semántica–, y exhibe una consistente diferencia: los sujetos eligen continuar con “por” los casos de (9) –desatendiendo la violación sintáctica que implica construir una estructura pasiva allí– con mucha más frecuencia que en los casos de (10), que se completan con un determinante –lo que no supone violación sintáctica alguna–. Así muestran que la atracción semántica genera un efecto medible y, por ende, logran exhibir que la información semántica sí tiene una influencia *on line* incluso en casos en los que no hay estructuras sintácticamente ambiguas, sino que las pistas semánticas contradicen las restricciones sintácticas.

Aunque estos estudios no avalan estrictamente las mismas hipótesis, lo que parece claro es que la total autonomía de los procesos sintácticos y semánticos es difícil de sostener. En este marco general, entonces, interesa pensar hasta qué punto las múltiples interacciones que parecen darse durante el procesamiento –aun manteniendo grados de especificidad de dominio

---

<sup>14</sup> En español la alternancia del verbo auxiliar en ambas construcciones no permite exhibir el efecto buscado en este tipo de experimentos desarrollados en inglés, que permite alternar restricciones sintácticas de estructuras pasivas y no pasivas sin cambiar el auxiliar. En español, sería: “La comida era devorada por...”; “La comida estaba devorando al...”.

tanto de la información almacenada como de algunos procesos de bajo orden involucrados—son indispensables para proponer un procesamiento predictivo en el lenguaje. Una de las cuestiones que más se ha estudiado es cómo las representaciones almacenadas como parte de nuestro conocimiento previo sobre el mundo—sobre todo el conocimiento sobre estructuras de eventos, las entidades involucradas y las relaciones entre ellas— operan de modo *on line* y temprano sobre el procesamiento léxico y oracional. En el marco de un mecanismo predictivo, además, estas representaciones de alto nivel de abstracción son las principales fuentes de generación de expectativas o representaciones anticipatorias. Tanto para las propuestas más débiles, que sostienen que las predicciones funcionan para facilitar la integración, como para aquellas que defiende la posibilidad de una pre-activación predictiva muy precisa, parece imprescindible pensar que la información almacenada en nuestro conocimiento de mundo interviene, durante el proceso incremental, en etapas tempranas. Casos clásicos son aquellos que exhiben la influencia del conocimiento previo sobre el mundo en la generación de expectativas sobre la estructura eventiva del verbo y la proyección de papeles temáticos en la estructura argumental, basadas en el factor de plausibilidad (Metusalem *et al.* 2012; Kamide *et al.* 2003; Sikos *et al.* 2016). También son numerosos los estudios que muestran la interacción del conocimiento previo sobre el mundo y la información sintáctica para generar predicciones sobre ítems léxicos, algunos de los cuales comentamos en el apartado anterior (De Long *et al.* 2005, Fruchter *et al.* 2015, Metusalem *et al.* 2012, Van Berkum *et al.* 2005, Wicha *et al.* 2004). Pero, más precisamente, estos trabajos exhiben que la activación de representaciones del conocimiento de mundo es modulada por la información lingüística entrante. Este punto es de especial interés: si el procesamiento recayera por completo sobre nuestro conocimiento de mundo, quedaríamos “presos” de nuestras representaciones almacenadas; en cambio, la articulación y modulación permanente entre conocimiento previo e información lingüística proveniente del *input* sensorial otorga flexibilidad al sistema y habilita múltiples interacciones *on line* para generar un procesamiento óptimo, tanto en términos temporales como de precisión.

En ese sentido, una línea susceptible de profundización es la que indaga qué sucede cuando no es posible involucrar conocimiento previo sobre el mundo. La pregunta más básica es, por supuesto, *si* sería posible generar predicciones, en los términos en que las definimos aquí, en ausencia absoluta de conocimiento o representaciones previas. Por otra parte, también es importante evaluar las diferencias individuales que pueden surgir en las predicciones de diferentes sujetos en función de sus conocimientos previos. Esto, además, derivará en la necesidad de reflexionar sobre procesos de aprendizaje en general: si dependiéramos irrestrictamente de nuestras expectativas basadas por completo en aquello que ya conocemos,

poco lugar quedaría para el aprendizaje y la construcción de representaciones nuevas. La clave parece ser dilucidar el equilibrio cognitivo que lleva a procesos óptimos basados en la articulación entre información conocida y susceptible de ser predicha, y mecanismos eficientes de actualización y reorganización de representaciones almacenadas a partir de información novedosa e inesperada (Ferreira & Lowder, 2016; Huettig, 2015; Kuperber, 2013; Kuperberg & Jaeger, 2016; Metusalem *et al.*, 2012).

De los casos presentados y discutidos hasta aquí, es posible derivar que un mecanismo predictivo no categórico –aun el más débil– no puede sostenerse en un sistema cuya arquitectura funcional implique solo subsistemas completamente autónomos, encapsulados informativamente –aunque sí con especificidad de dominio–. Tampoco podría avalarse irrestrictamente un flujo informativo de dirección única de abajo hacia arriba, en el que la construcción/representación de unidades complejas sea siempre y exclusivamente producto de una composición serial entre unidades más simples. Por un lado, existe evidencia de efectos múltiples y cruzados entre distintos tipos de información y distintas dimensiones o niveles de representación del mismo tipo de información. Por el otro, discutimos la pertinencia de plantear una predicción gradual, de corte probabilístico, que optimice el mecanismo para generar expectativas o representaciones anticipatorias siempre más precisas con menor probabilidad error. En este marco, parece necesario debilitar o revisar los clásicos modelos seriales, absolutamente autónomos y encapsulados informativamente, y aceptar sistemas que habiliten interacciones múltiples y flujo combinado de información de modos más complejos y desde instancias muy tempranas del proceso. La clásica noción de módulo y sus características distintivas (Fodor 1983) se han ido modificando para dar lugar a la noción de “especificidad de dominio” (Hirschfield & Gelman 2002), que cuenta con notable aceptación y evidencia empírica de respaldo en muchos dominios de la cognición humana. Del mismo modo, cuando analizamos la posibilidad de un procesamiento predictivo en el lenguaje, requerimos revisar también los muchos compromisos que se mantenían a partir de la definición tradicional y repensar las consecuencias que conlleva para un modelo de arquitectura de la mente, tomado globalmente, generar esta revisión.

#### **4. Muchos desafíos: qué y cómo mirar para adelante**

Can what we know change what we see?

Lupyan & Clark (2015)

A lo largo de este trabajo, hemos comentado distintos debates y desafíos que plantea la amplia discusión sobre la predicción como una característica de la cognición humana, así como la posibilidad de sostener mecanismos predictivos durante el procesamiento de lenguaje. Como vimos, las discusiones se desarrollan tanto a nivel empírico –incluso metodológico– como a nivel teórico: (psico)lingüístico, (neuro)psicológico y filosófico. Por ejemplo, existen debates sobre cómo distinguir los asientos neurales y el decurso temporal de procesos predictivos en contraste con procesos de integración; pero también reflexiones que derivan en discusiones teóricas como qué consideramos semántica, o hasta qué punto la podemos distinguir de la información sintáctica durante el procesamiento. Incluso surgen contrapuntos clásicos y complejos sobre qué es específico del lenguaje y qué no podría considerarse de ese modo; para llegar a reflexiones acerca de los modelos y marcos sobre la organización de las representaciones y la arquitectura de la mente.

Hemos comentado variadas perspectivas que llevan a definiciones diversas de la noción de predicción como mecanismo básico de la cognición humana y como posible modo de procesamiento (psico)lingüístico. Discutimos no sólo evidencia empírica sino también importantes consecuencias teóricas derivadas de dicha evidencia. Planteamos la posibilidad de pensar un mecanismo predictivo para el lenguaje en el marco de proponer modelos de procesamiento cognitivo óptimos. Nos detuvimos en la necesidad de visitar debates clásicos como las posibilidades de interacción entre distintos tipos de información lingüística, así como entre información lingüística y no lingüística, lo que inevitablemente lleva a reflexión sobre los límites de lo “específico” cuando analizamos nuestra Facultad del Lenguaje.

En ese tránsito hemos ido marcando variadas líneas y problemas que quedan por explorar y suponen verdaderos desafíos empíricos y teóricos. Nos parece que, para cerrar este trabajo, es pertinente plantear algunas de estas cuestiones en forma de interrogantes:

1. ¿Es imprescindible abandonar cualquier tipo de propuesta de dominio específico si queremos aceptar mecanismos de procesamiento predictivo en el lenguaje o, en cambio, es posible compatibilizarlos con elementos típicos de modelos modulares, por ejemplo, algún grado de autonomía durante el procesamiento dentro de un dominio?
2. ¿Qué conclusiones pueden sacarse de un ámbito de estudio que aún carece de evidencia cros-lingüística consistente?

3. ¿Qué conclusiones pueden derivarse de estudios que aún carecen de análisis concluyentes respecto de posibles diferencias individuales?
4. ¿Son lo suficientemente precisos los métodos y las técnicas experimentales a disposición para derivar definiciones certeras sobre los procesos subyacentes a potenciales mecanismos predictivos, incluidas las múltiples fuentes de interacción que podrían requerir?

En este marco de desafíos, vale decir que las perspectivas probabilísticas parecen haber abierto un rico panorama y distintos caminos de indagación, tanto a partir de analizar modelos computacionales como de aplicar estos marcos al análisis explicativo de los resultados hallados en experimentos psico y neurolingüísticos. Sin dudas, los diálogos entre modelos clásicos y estas nuevas perspectivas permitirán visitar problemas tradicionales, así como develar nuevos desafíos.

Sin embargo, para concluir, nos parece fundamental mencionar que los estudios experimentales, por su misma naturaleza y por cuestiones metodológicas, suelen presentar recortes muy específicos de problemas complejos. Debemos poder tomar los resultados experimentales como insumo para proyectarlos a marcos de discusión teórica y filosófica sobre la mente y el cerebro en sentido amplio, analizar los efectos que tienen nuestros resultados empíricos sobre los compromisos teóricos que estamos estableciendo y, en última instancia, poder revisar esos compromisos, de un modo verdaderamente sistémico, sin segmentar excesivamente el problema. Este siempre fue, es y será uno de nuestros mayores desafíos.

## Referencias

- Altmann, Gerry T. M., & Kamide, Yuky (1999). Incremental interpretation at verbs: Restricting the domain of subsequent reference. *Cognition*, 73: 247–264.
- Bar, Moshe (2007). The proactive brain: using analogies and associations to generate predictions. *Trends in cognitive sciences* 11 (7): 280–289.
- Bar, Moshe (2009). The proactive brain: memory for predictions. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 364 (1521):1235–1243.
- Bar, Moshe (ed.) (2011): Predictions in the brain. Using our past to generate a future. New York: Oxford University Press.

- Berwick, Robert C. & Chomsky, Noam. (2016). *Why Only Us: Language and Evolution*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Boeckx, Cedric (2011). Some Reflections on Darwin's Problem in the Context on the Cartesian Biolinguistics. En A.M. DiSciullo & C. Boeckx (Eds.) *The Biolinguistic Enterprise. New Perspectives on the Evolution and Nature of the Human Language Faculty*, 42-64. UK: Oxford University Press.
- Brouwer, Harm; Fitz, Hartmut & Hoeks, John (2012). Getting real about semantic illusions: rethinking the functional role of the P600 in language comprehension. *Brain research* 1446: 127–143.
- Bubic, Andreja; Cramon, D. Yves von & Schubotz, Ricarda I. (2010). Prediction, cognition and the brain. *Frontiers in Human Neuroscience* 4: 1-15.
- Carreiras, Manuel & Clifton, Charles (2002). *The on-line Study of Sentence Comprehension*. Nueva York: Psychology Press.
- Carruthers, Peter. (2002). The cognitive functions of language. *Behavioral and Brain Sciences*, 25, 657-726.
- Chomsky, Noam (1986). *Knowledge of Language: Its Nature, Origin, and Use*. Westport: Praeger.
- Chomsky, Noam (2007). *On Language*. New York: The new Press.
- De Long, Katherine A.; Troyer, Melissa & Kutas, Marta (2014). Pre-processing in sentence comprehension: Sensitivity to likely upcoming meaning and structure. *Language and linguistics compass* 8 (12): 631–645.
- De Long, Katherine A.; Urbach, Thomas P. & Kutas, Marta (2005). Probabilistic word pre-activation during language comprehension inferred from electrical brain activity. *Nature neuroscience* 8 (8): 1117–1121.
- Dennett, Daniel. (1991). *Consciousness explained*. Boston: Little, Brown.
- Drenhaus, Heiner *et al.* (2014). Incremental and predictive discourse processing based on causal and concessive discourse markers: ERP studies on German and English. *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, 36(36): 403-408.
- Duchowski, Andrew (2007). *Eye Tracking Methodology. Theory and Practice*. Clemson, SC: Springer.
- Egner, Tobias; Monti, Jim M. & Summerfield, Christopher (2010). Expectation and surprise determine neural population responses in the ventral visual stream. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience* 30 (49): 16601–16608.

- Evans, Jonathan & Stanovich, Keith. (2013). Dual-Process Theories of Higher Cognition: Advancing the Debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8(3): 223-241.
- Ferreira, Fernanda; Bailey, Karl; Ferraro, Vittoria (2002). Good-Enough Representations in Language Comprehension. *Current Directions in Psychological Science*, 11(1), 11-15.
- Ferreira, Fernanda. & Chantavarin, Suphasiree. (2018). Integration and Prediction in Language Processing: a Synthesis of Old and New. *Current Directions in Psychological Science*, 1-6.
- Ferreira, Fernanda & Lowder, Matthew W. (2016). Prediction, Information Structure, and Good-Enough. *Psychology of Learning and Motivation* 65: 217–247.
- Fodor, Jerry (1983). *The Modularity of Mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Frankish, Keith. (2015). Dennett's Dual-Process Theory of Reasoning En C. Muñoz-Suárez and F. De Brigard (eds.) *Content and Consciousness Revisited*. USA: Springer.
- Frazier, Lyn & Rayner, Keith (1982). Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology*, 14(2): 178-210.
- Frazier, Lyn (1979). On comprehending sentences: syntactic parsing strategies. *Doctoral Dissertations*. University of Connecticut.
- Friston, Karl (2005). A theory of cortical responses. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 360 (1456): 815–836.
- Fruchter, Joseph; Linzen, Tal; Westerlund, Masha & Marantz, Alec (2015). Lexical Preactivation in Basic Linguistic Phrases. *Journal of cognitive neuroscience* 27 (10):1912–1935.
- Gregory, Richard (1997). Knowledge in perception and illusion. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*. 352: 1121-1128.
- Grosjean, Francois (1980). Spoken word recognition processes and the gating paradigm. *Perception and Psychophysics* 28(4): 267-283.
- Hagoort, Peter (2003). Interplay between syntax and semantics during sentence comprehension: ERP effects of combining syntactic and semantic violations. *Journal of Cognitive Neuroscience* 15(6): 883-899.
- Hauser, Marc, D., Chomsky, Noam. & Fitch, W. Tecumseh (2002). The Faculty of Language: What Is It, Who Has It, and How Did It Evolve? *Science*, 298, 1569-1579.

- Hirschfield, Lawrence & Gelman, Susan. (2002). *Cartografía de la mente. La especificidad de dominio en la cognición y en la cultura*. Barcelona: Gedisa.
- Huetting, Falk (2015). Four central questions about prediction in language processing. En: *Brain research* 1626: 118–135.
- Huetting, Falk & Mani, Nivedita (2016). Is prediction necessary to understand language? Probably not. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(1): 19-31.
- Humphries, Colin *et al.* (2006). Syntactic and Semantic Modulation of Neural Activity during Auditory Sentence Comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience* 18(4): 665-679.
- Jääskeläinen, Iiro (2012). *Introduction to Cognitive Neuroscience*. Londres: BookOn.
- Jackendoff, Ray (2009). Your theory of language evolution depends on your theory of language. En R. Larson, V. DePrez & H. Yamakido (Eds) *The Evolution of Human Language. Bilingual Perspectives*, 63-72. MA: Cambridge University Press.
- Jackendoff, Ray (2010). *Fundamentos del lenguaje. Mente, significado, gramática y evolución*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Kamide, Yuki; Scheepers, Christoph & Altamann, Gerry (2003). Integration of Syntactic and Semantic Information in Predictive Processing: Cross-Linguistic Evidence from German and English. *Journal of Psycholinguistic Research* 32 (1): 37-55.
- Karimi, Hossein & Ferreira, Fernanda (2016). Good-enough linguistic representations and online cognitive equilibrium in language processing. *Quarterly journal of experimental psychology (2006)* 69 (5): 1013–1040.
- Knoeferle, Pia; Crocker, Matthew W.; Scheepers, Christoph & Pickering, Martin J. (2005). The influence of the immediate visual context on incremental thematic role-assignment: evidence from eye-movements in depicted events. *Cognition* 95 (1): 95–127.
- Köhn, Arne (2018). *Incremental Natural Language Processing: Challenges, Strategies, and Evaluation*. COLING Cornell University.
- Kuperberg, Gina (2007). Neural mechanisms of language comprehension: challenges to syntax. *Brain Research* 1146: 23-49.
- Kuperberg, Gina R. & Jaeger, T. Florian (2016). What do we mean by prediction in language comprehension? *Language, cognition and neuroscience* 31 (1): 32–59.
- Kuperberg, Gina R. (2013). The Proactive Comprehender: What Event-Related Potentials tell us about the dynamics of reading comprehension. En Miller, B., Cutting, L., &

- McCardle, P (Eds): Unraveling the Behavioral, Neurobiological, and Genetic Components of Reading Comprehension. Baltimore: Paul Brookes Publishing
- Kutas, Marta & Federmeier, Kara D. (2011). Thirty years and counting: finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual Review of Psychology* 62: 621–647.
- Kutas, Marta; DeLong, Katherine & Smith, Nathaniel (2011). A Look around at What Lies Ahead: Prediction and Predictability in Language Processing. En Moshe Bar (Ed.) *Predictions in the Brain. Using our Past to generate a Future*, 190-207. Nueva York: Oxford University Press.
- Lupyan, Gary & Clark, Andy (2015). Words and the World. *Current Directions in Psychological Science* 24 (4): 279–284.
- Marslen-Wilson, William (1973). Linguistics Structure and Speech Shadowing at Very Short Latencies. *Nature* 244: 522-523.
- Marslen-Wilson, William (1975). Sentence Perception as an Interactive Parallel Process. *Science* 189 (4198): 226-228.
- Martin, Clara D.; Branzi, Francesca M.& Bar, Moshe (2018). Prediction is Production: The missing link between language production and comprehension. *Scientific reports* 8 (1): 1079.
- Mata, André; Ferreira, Mário Boto & Reis, Joana (2013). A process-dissociation analysis of semantic illusions. *Acta psychologica* 144 (2) : 433–443.
- Metusalem, Ross *et al.* (2012). Generalized event knowledge activation during online sentence comprehension. *Journal of Memory and Language* 66 (4): 545–567.
- Millis, Keith & Just, Marcel (1994). The Influence of Connectives on Sentence Comprehension. *Journal of Memory and Language* 33: 128-147.
- Morton, Jon (1969). Interaction of information in word recognition. *Psychological Review* 76(2): 165-178.
- Nieuwland, Mante *et al* (2019). Dissociable effects of prediction and integration during language comprehension: Evidence from a large-scale study using brain potentials. *BioRxiv. The preprint server for biology*. doi: <https://doi.org/10.1101/267815>
- Pezzulo, Giovanni (2008). Coordinating with the Future: The Anticipatory Nature of Representation. *Minds & Machines* 18 (2): 179–225.

- Pezzulo, Giovanni; Hoffmann, Joachim & Falcone, Rino (2007). Anticipation and anticipatory behavior. *Cognitive Process* 8 (2): 67–70.
- Pickering, Martin & Traxler, Matthew (2000). Parsing and Incremental Understanding during Reading. En M. Crocker, M. Pickering & Ch. Clifton (Eds). *Architectures and Mechanisms for Language Processing*, 238-258. UK: Cambridge University Press.
- Pickering, Martin J. & Garrod, Simon (2007). Do people use language production to make predictions during comprehension? *Trends in cognitive sciences* 11 (3): 105–110.
- Pylkkänen, Liina; Brenna, Jonathan & Bemis, Douglas (2011). Grounding the cognitive neuroscience of semantics in linguistic theories. *Language and Cognitive Processes* 26 (9): 1317-1337.
- Pylkkänen, Lina & McElree, Brian (2007). An MEG Study of Silent Meaning. *Journal of Cognitive Neuroscience* 19(11): 1905-1921.
- Shank, R. & Abelson, R. (1977). *Scripts, Plans, Goals and Understanding: an Inquiry into Human Knowledge Structures*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Sikos, Les; Duffield, Cecily Jill; Kim & Albert E. (2016). Grammatical predictions reveal influences of semantic attraction in online sentence comprehension: evidence from speeded forced-choice sentence continuations. *Language, cognition and neuroscience* 31 (8): 1055–1073.
- Song, Hyunjin & Schwarz, Norbert (2008). Fluency and the misleading questions: low processing fluency attenuates the moose illusion. *Social Cognition* 26(6): 791-799.
- Spelke, Elizabeth (2003). What makes us smart? Core knowledge and natural language. En D. Gentner & S. Goldin-Meadow (Eds.), *Language in mind: Advances in the study of language and thought*, 277-311. Cambridge, MA, US: MIT Press.
- Spelke, Elizabeth & Kinzler, Katherine (2007). Core knowledge. *Developmental Science* 10(1):89-96.
- Stahl, A. E., & Feigenson, L. (2019). Violations of Core Knowledge Shape Early Learning. *Topics in Cognitive Science* 11: 136-153.
- Staub, Adrian & Clifton, Charles (2006). Syntactic prediction in language comprehension: evidence from either...or. *Journal of experimental psychology. Learning, memory, and cognition* 32 (2): 425–436.
- Summerfield, Christopher & Egner, Tobias (2009). Expectation (and attention) in visual cognition. *Trends in cognitive sciences* 13 (9): 403–409.

- Szpunar, K. & Tulving, Endel (2011). Varieties of future experiences. En Moshe Bar (Ed). Predictions in the brain. Using our past to generate a future, 3-12. New York: Oxford University Press.
- Thornton, Ian M. & Hubbard, Timothy L. (2002). Representational momentum: New findings, new directions. *Visual Cognition* 9 (1-2): 1–7.
- Traxler, Matthew., Bybee, Michael. & Pickering, Martin. (1997). Influence of Connectives on Language Comprehension: Eye-tracking Evidence for Incremental Interpretation. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 50A (3): 481-497.
- Traxler, Matthew J. (2014). Trends in syntactic parsing: anticipation, Bayesian estimation, and good-enough parsing. *Trends in cognitive sciences* 18 (11): 605–611.
- Van Berkum, Jos (2004). Sentence comprehension in a wider discourse: Can we use ERPs to keep track of things? En M. Carreiras & C. Clifton Jr. (Eds.), The on-line study of sentence comprehension: Eyetracking, ERPs and beyond, 229 –270. New York: Psychology Press.
- Van Berkum, Jos (2010). The brain is a prediction machine that cares about good and bad – Any implications for neuropragmatics? *Italian Journal of Linguistics* 22(1): 181-208.
- Van Berkum, Jos *et al.* (2005). Anticipating Upcoming Words in Discourse: evidence from ERPs and Reading Times. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition* 31 (3): 443-467.
- Van Petten, Cyma & Luka, Barbara J. (2012). Prediction during language comprehension benefits, costs, and ERP components. *International Journal of Psychology: official journal of the International Organization of Psychophysiology* 38(2): 176-190.
- Wicha, Nicole Y. Y.; Moreno, Eva M. & Kutas, Marta (2004). Anticipating words and their gender: an event-related brain potential study of semantic integration, gender expectancy, and gender agreement in Spanish sentence reading. *Journal of cognitive neuroscience* 16 (7): 1272–1288.
- Willems, Roel, Frank, Stephan; Nijhof, Annabel; Hagoort, Peter & van den Bosch, Antal. (en prensa). Prediction during natural language comprehension. *Cerebral Cortex*.
- Zarcone, Alessandra; van Schijndel, Marten; Vogels, Jorrig & Demberg, Vera (2016). Salience and Attention in Surprisal-Based Accounts of Language Processing. *Frontiers in psychology* 7: 844.

Zunino, Gabriela M. (2017). Procesamiento de causalidad y contracausalidad: Interacciones entre estructura sintáctica y conocimiento del mundo en la comprensión de relaciones semánticas. *Revista Signos. Estudios de Lingüística* 50(95): 472-491.

Zunino, Gabriela M. (en prensa). Procesamiento de discurso: relaciones semánticas, expectativas del lector y construcción de modelos mentales. *Revista Estudios de Lingüística Aplicada*.