

## MEDIDAS PARA CALCULAR LA COMPLEJIDAD RELATIVA DE LAS LENGUAS NATURALES

M. Dolores Jiménez López  
*Universitat Rovira i Virgili*

### RESUMEN

*Este trabajo se enmarca en el ámbito de los estudios sobre complejidad lingüística, un área que en los últimos años ha adquirido especial relevancia en las investigaciones sobre el lenguaje natural. Como alternativa a las medidas propuestas para calcular la complejidad de las lenguas naturales, proponemos basar el cálculo de la complejidad relativa en el concepto de “aprendibilidad”. Para ello presentamos un modelo basado en técnicas de aprendizaje automático y determinamos la complejidad lingüística (en términos de coste/dificultad de adquisición) en función del número de interacciones que necesita el sistema para llegar a un buen nivel de dominio de la lengua.*

Palabras clave: complejidad lingüística, aprendizaje automático, aprendibilidad

### ABSTRACT

*This work focuses on the studies on linguistic complexity, an area that in recent years has acquired special relevance in the research on natural language. As an alternative to the measures proposed to calculate the complexity of natural languages, we propose to base the calculation of relative complexity on the concept of “learnability”. For this, we present a model based on machine learning techniques and determine the linguistic complexity (cost/difficulty of acquisition) in terms of the number of interactions that the system needs to reach a good level of language proficiency.*

Keywords: linguistic complexity, machine learning, learnability

## 1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo, nos centramos en el ámbito de los estudios sobre complejidad lingüística y proponemos medidas basadas en modelos de aprendizaje automático para calcular la complejidad relativa de las lenguas naturales.

El número de trabajos publicados en los últimos años sobre complejidad tanto en el ámbito de la lingüística teórica como en el de la lingüística aplicada (Baechler y Seiler, 2016; Baerman et al., 2015; Coloma, 2017; Conti, 2018; Di Domenico, 2017; Kortman y Szmrecsanyi, 2012; La Mantia et al., 2017; McWhorter, 2012; Newmeyer y Preston, 2014; Ortega y ZhaoHong, 2017) pone de manifiesto el interés por encontrar un método para calcular la complejidad lingüística e intentar responder a la pregunta de si todas las lenguas son iguales en lo que a complejidad se refiere o, si por el contrario, difieren en sus niveles de complejidad.

Las medidas propuestas para calcular la complejidad lingüística son muy variadas y dependen del tipo de complejidad que se esté analizando. Los estudios sobre complejidad absoluta utilizan medidas como el número de categorías o de reglas, la ambigüedad, la redundancia o la longitud de la descripción (Miestamo, 2008). Quienes se ocupan de complejidad relativa proponen diferentes medidas en función de la tarea (aprendizaje, adquisición, procesamiento) y el tipo de agente (hablante, oyente, niño, adulto) que consideren. La complejidad de procesamiento (Hawkins, 2009) o la complejidad de aprendizaje de segundas lenguas en adultos (Trudgill, 2001; Kusters, 2003) son ejemplos de medidas que se han propuesto en términos de dificultad/coste. En muchos casos, se utilizan medidas procedentes de otras disciplinas. La teoría de la información con formalismos como la entropía de Shannon o la complejidad de Kolmogorov (Dahl, 2004; Juola, 2008; Bane, 2008; Miestamo, 2008); los modelos computacionales basados en gramáticas de restricciones (Blache, 2011); o la teoría de sistemas complejos (Andrason, 2014) son ejemplos de áreas que han proporcionado medidas para calcular la complejidad lingüística.

A diferencia de lo que se ha venido haciendo en los estudios sobre complejidad lingüística, nuestra investigación se centra en el proceso de adquisición y considera al niño que adquiere su lengua materna para calcular la complejidad relativa de las lenguas. Para medir la complejidad utilizamos un modelo de aprendizaje automático y determinamos el coste/dificultad de adquisición en función del número de interacciones que necesita el sistema para llegar a un

buen nivel de dominio de la lengua.

En este trabajo, tras revisar algunas de las medidas que se han propuesto en el ámbito de los estudios sobre complejidad lingüística, presentamos nuestro modelo para calcular la complejidad relativa en términos de adquisición de primeras lenguas; mostramos las medidas consideradas para evaluar el rendimiento de nuestro sistema de aprendizaje (exactitud y completitud); discutimos los diferentes problemas que plantean estas medidas, entre ellos la dificultad de disponer de un “gold standard” para evaluar el modelo; e introducimos el modelo de lenguaje que hemos diseñado para generar este estándar.

## 2. ¿CÓMO SE MIDE LA COMPLEJIDAD LINGÜÍSTICA?

Las medidas y criterios que se han propuesto para calcular la complejidad lingüística varían y dependen de los intereses específicos de investigación y de la definición de complejidad adoptada.

Los principales tipos de complejidad que aparecen en la bibliografía son los siguientes:

- *Complejidad absoluta vs. complejidad relativa* (Miestamo, 2008)
  - La *complejidad absoluta* se define como una propiedad objetiva del sistema y se calcula en términos de número de partes del sistema, número de interrelaciones entre las partes o longitud de la descripción de un fenómeno. Esta aproximación es habitual en los estudios de tipología y está representada por trabajos como McWhorter (2001) y Dahl (2004).
  - La *complejidad relativa* tiene en cuenta a los usuarios del lenguaje. Se identifica con la dificultad o coste de procesamiento, aprendizaje o adquisición. Es habitual en los estudios de sociolingüística y psicolingüística y está representada por trabajos como el de Kusters (2003).
- *Complejidad global vs. complejidad local* (Miestamo, 2008).
  - La *complejidad global* calcula la complejidad total del sistema lingüístico. Se trata de una tarea difícil que se enfrenta al problema de la representatividad —no es posible considerar de forma exhaustiva todos los aspectos relevantes de la gramática de una lengua— y al problema de la comparabilidad. La contribución

de los diferentes dominios gramaticales a la complejidad global es inconmensurable.

- La *complejidad local* analiza la complejidad de subdominios particulares de la lengua y se presenta como una tarea abordable.
- *Complejidad del sistema vs. complejidad estructural* (Dahl, 2004).
  - La *complejidad del sistema* hace referencia a las propiedades de una lengua, mide el número de distinciones dentro de una categoría y calcula el contenido de la competencia del hablante.
  - La *complejidad estructural* calcula la cantidad de estructura de un objeto lingüístico, analiza la estructura de las expresiones.

A partir de estas diferencias en la definición de complejidad, las medidas que se han propuesto pueden clasificarse en dos grandes grupos:

1. *Medidas basadas en la gramática*. Se trata de medidas de complejidad absoluta y, por tanto, objetivas. Suelen calcular y comparar el grado de complejidad de cada componente gramatical, considerando el número de categorías, la longitud de la descripción, la ambigüedad, la redundancia, etc.
2. *Medidas basadas en el usuario*. Son medidas subjetivas en las que se calcula la complejidad en términos de coste y dificultad desde el punto de vista del usuario: 1) adquisición del lenguaje: ¿se tarda más en adquirir unas gramáticas que otras?; 2) aprendizaje de segundas lenguas: ¿se tarda más en aprender unas gramáticas que otras?; 3) uso del lenguaje: ¿son algunas gramáticas más difíciles de usar que otras?

En lo referente al primer bloque —medidas basadas en la gramática—, podemos hacer referencia a las medidas de complejidad local que Kortmann y Szmrecsanyi (2012) destacan: *complejidad fonológica*: dimensión del inventario fonológico, distinciones tonales, fonología suprasegmental, restricciones fonotácticas, etc.; *complejidad morfológica*: morfología flexiva, alomorfía, etc.; *complejidad sintáctica*: número de reglas sintácticas, recursividad, subordinación, etc.; *complejidad semántica y léxica*: homonimia, polisemia, distinciones en los pronombres personales, etc.; *complejidad pragmática*: grado de inferencia impuesta por la lengua.

La entropía de Shannon o la complejidad de Kolmogorov son medidas que se han considerado para calcular la complejidad lingüística en términos absolutos. En el primer caso, se considera que un mensaje es complejo si

tiene un gran contenido de información, y una lengua es compleja si enviar el mensaje en esa lengua requiere mucho más ancho de banda que el contenido de información del mensaje. La complejidad de Kolmogorov, por su parte, mide la informatividad de una cadena como la longitud del algoritmo necesario para describir/generar esa cadena. Calcula la longitud de la descripción necesaria para especificar un objeto. Cuanto más grande es la descripción, mayor es la complejidad.

En lo referente al segundo bloque —medidas basadas en el usuario—, Menn y Duffield (2014), por ejemplo, proponen medidas basadas en el esfuerzo de procesamiento y utilizan métodos empíricos basados en análisis psicolingüísticos (tiempo de procesamiento; precisión a la hora de procesar la estructura; posibilidad de realizar otras tareas mientras se procesa la estructura, etc.) o neurolingüísticos (miden el esfuerzo cerebral a la hora de procesar una determinada estructura) que permiten calcular la complejidad relativa y estructural. En lo referente a la complejidad relativa en el aprendizaje de segundas lenguas, Trudgill (2001) defiende que “linguistic complexity equates with difficulty of learning for adults” y Kusters (2003) define la complejidad como “the amount of effort an outsider has to make to become acquainted with the language in question [...]. An outsider is someone who learns the language in question at a later age, and is not a native speaker”.

Concluimos este breve repaso a algunas de las medidas de complejidad utilizadas, con la propuesta de Kortmann y Szmrecsanyi (2012). Estos autores consideran las siguientes medidas de complejidad. En primer lugar, lo que ellos denominan “*absolute-quantitative complexity*” que se puede resumir en la idea de “más significa más complejo” y en la que se aplica un criterio eminentemente cuantitativo en el que lo único que interesa es el número de elementos en los distintos componentes de una lengua. En segundo lugar, la denominada “*redundancy-induced complexity*” —considerada una medida que abarca tanto la complejidad absoluta como la relativa— que considera como indicador de complejidad la redundancia. En tercer lugar, la “*irregularity-induced complexity*” —que combina la complejidad absoluta y relativa— y que tiene en cuenta la presencia de irregularidad y la relaciona con altos grados de complejidad. Y, por último, lo que ellos denominan “*L2 acquisition complexity*” que mide la complejidad calculando la dificultad para aprender una lengua como lengua extranjera. A estas cuatro medidas añaden tres más: “*processing complexity*”; “*morphological naturalness*” e “*information-theoretic complexity*.”

### 3. COMPLEJIDAD EN TÉRMINOS DE “APRENDIBILIDAD”

Como alternativa a las medidas propuestas en los estudios sobre complejidad lingüística y con el objetivo de medir la complejidad relativa teniendo en cuenta el proceso de adquisición del lenguaje, en este trabajo proponemos el uso de herramientas computacionales procedentes del ámbito del aprendizaje automático para calcular la complejidad de las lenguas naturales. Estas herramientas nos permiten proponer como medida para determinar la complejidad lingüística el concepto de *aprendibilidad*. El concepto de aprendibilidad es habitual en los estudios de aprendizaje automático. Aplicado al ámbito del aprendizaje automático de lenguas, podemos definir la teoría de la aprendibilidad como un modelo que tiene como objetivo “*to logically and mathematically formulate the possible ways that language can be learned from the input of the surrounding speech community*” (Gierut, 2007).

En este trabajo, aplicamos al cálculo de la complejidad relativa de las lenguas el modelo propuesto en Becerra *et al.* (2015, 2016a, 2016b). Este modelo se presenta como un sistema artificial que, sin ningún conocimiento lingüístico previo, puede aprender una lengua a partir de pares que consisten en una oración y el contexto en el que esta se ha producido.

De las dos aproximaciones propuestas por Becerra *et al.* (2015, 2016a, 2016b), en este trabajo usamos el modelo que aprende a partir del “*abstract scenes dataset*” (Becerra *et al.*, 2016a, 2016b). Se trata de una base de datos creada utilizando la herramienta Amazon’s Mechanical Turk (AMT). La base de datos contiene imágenes/escenas de clip art en las que se representan niños jugando al aire libre y oraciones que describen estas imágenes. Para generar esta base de datos se pidió a los trabajadores de AMT que a partir de 80 piezas de clip art crearan escenas que representarían a un niño y una niña con diferentes poses y expresiones faciales, y algunos objetos, como juguetes, árboles, animales, sombreros, etc. Luego, a un nuevo grupo de trabajadores se les pidió que describieran las escenas usando tres oraciones; en las descripciones debían usar palabras básicas que pudieran aparecer en un libro para niños. En total, la base de datos contiene 10.020 imágenes y 30.060 oraciones.

El sistema aprende a partir de pares (O, I) que consisten en una oración (O) y una imagen (I), donde la oración O (parcialmente) describe la imagen I. Una oración se representa como una secuencia de palabras (n-grama). Una fase de pre-procesamiento transforma la información proporcionada por la base de datos en un contexto. Los contextos están formados por un conjunto

de elementos que describen propiedades y relaciones entre los objetos en la imagen. Es importante poner de manifiesto que el contexto solo describe lo que el aprendiz puede percibir. En contraste con otros enfoques, el significado no está representado explícitamente, el aprendiz tiene que descubrirlo. Las imágenes se proporcionan al sistema a través de una representación basada en lógica de primer orden. Usando técnicas de programación lógico-inductiva, el sistema computa el significado asociado con cada una de las frases (n-gramas) de la base de datos. Es decir, el sistema aprende una relación/función entre un n-grama y su representación semántica. El significado de un n-grama es lo que hay en común en todas las situaciones en las que el n-grama es utilizado. Los experimentos muestran que el sistema es capaz de aprender una serie de relaciones n-gramas/significados y usar ese conocimiento para una variedad de propósitos. De hecho, el sistema es capaz de aprender el significado de las palabras y de generar frases relevantes para una escena determinada.

Proponemos utilizar este sistema artificial para estudiar la complejidad lingüística desde un punto de vista relativo porque consideramos que este modelo presenta analogías importantes con el proceso de adquisición de primeras lenguas. En el modelo de aprendizaje automático proporcionamos a la máquina una serie de frases producidas todas ellas en un contexto y la máquina debe identificar el lenguaje subyacente a partir de estos datos, en definitiva, la máquina debe ser capaz de aprender la lengua. De manera similar, en el proceso de adquisición del lenguaje, los niños reciben datos lingüísticos y a partir de ellos aprenden su lengua materna. El *input* que recibe el sistema tiene propiedades similares al que recibe el niño en su entorno de aprendizaje y el sistema no tiene conocimientos previos sobre la lengua a aprender. Además el sistema permite realizar análisis croslingüísticos, ya que se utiliza un algoritmo único para aprender cualquier lengua, y esto podría ser equivalente a la capacidad innata que permite a los humanos adquirir una lengua.

¿Cómo calculamos el coste/dificultad para adquirir una lengua utilizando este sistema artificial? En términos de aprendibilidad o dificultad para adquirir el lenguaje. Contamos la cantidad de ejemplos necesarios para que el sistema logre aprender una lengua determinada. Es decir, determinamos el coste/dificultad de adquisición en función del número de interacciones que necesita el sistema para llegar a un buen nivel de dominio de la lengua.

#### 4. EVALUACIÓN DEL MODELO: “GOLD STANDARD”

El modelo que utilizamos calcula la cantidad de interacciones que son necesarias para lograr un buen nivel de rendimiento en una lengua determinada mediante el uso de un algoritmo único para aprender cualquier lengua. Por lo tanto, este modelo nos permite calcular el *coste* —en términos del número de interacciones— para alcanzar un buen nivel de actuación en una lengua dada. Ahora bien, ¿cómo sabemos que el sistema ha llegado a un “buen” dominio de la lengua? Utilizamos distintas medidas para evaluar la actuación del aprendiz como son la precisión de los significados referenciales aprendidos o la capacidad del sistema para comentar imágenes no mostradas, es decir la capacidad de generar frases relevantes encadenando n-gramas. Pero, sobre todo evaluamos el rendimiento de nuestro sistema de aprendizaje en términos de:

- Exactitud (*Correctness*): número frases correctas que el aprendiz es capaz de producir.
- Completitud (*Completeness*): capacidad del sistema de producir todas las frases correctas posibles.

A la hora de evaluar en términos de exactitud y completitud el rendimiento del sistema nos encontramos con un importante problema: dado un contexto, no es trivial especificar el conjunto total de frases posibles. Por tanto, es difícil disponer de un “gold standard” para evaluar el modelo. Para solucionar este problema, hemos definido un *modelo de lenguaje* para generar un “gold standard” que sirva para evaluar el sistema de aprendizaje.

Para definir el *modelo de lenguaje* se utilizan gramáticas semántico-contextuales y se combina razonamiento de tipo deductivo y razonamiento de tipo abductivo. El modelo se implementa mediante tecnología de programación lógica estándar e integra reglas gramaticales y una base de conocimiento semántico contextual. Las reglas gramaticales se especifican con la notación de las *Definite Clause Grammars* (para Prolog) y el programa se utiliza de forma deductiva. La base de conocimiento semántico contextual —conjunto de hechos lógicos que representan información sobre los objetos de las imágenes, sus propiedades y sus relaciones— está representada por *Constraint Handling Rules* (Christiansen y Dahl, 2005) y realiza un análisis abductivo de oraciones dadas.

El *modelo de lenguaje*, combinando competencia gramatical y competencia semántica, es capaz de:

- Extraer información de las frases que conforman el corpus;
- y generar nuevas frases para construir un “gold standard”.

Nuestro objetivo es, para cada imagen del corpus, extender la base de conocimiento contextual con el conocimiento que contienen las oraciones sobre la imagen, de manera que podamos generar nuevas oraciones coherentes con la imagen.

A partir de la base de datos de la que disponemos (imágenes + frases), se desarrolla una gramática en un proceso iterativo que combina conocimiento general sobre la lengua y las construcciones y el vocabulario utilizado en el corpus. En una primera fase, la gramática *extrae* información de la pequeña base de conocimiento de la que disponemos inicialmente (contexto para cada imagen) y del análisis de las frases y produce una *base de conocimiento ampliada*. En una segunda fase, utilizando los contextos, las frases y la base de datos ampliada, la gramática *genera* todas las frases posibles para una imagen determinada.

En resumen, el *modelo de lenguaje* definido permite:

- Mejorar la base de conocimiento semántico contextual, mediante una interpretación abductiva de las oraciones que permite extraer el conocimiento incrustado en oraciones.
- Generar nuevas frases, mediante un análisis deductivo y utilizando la base de conocimiento semántico contextual mejorada.
- Construir parte del conocimiento del mundo, analizando una gran colección de oraciones para diferentes imágenes.

Obtenemos así un “gold standard” que nos permite evaluar el rendimiento del sistema de aprendizaje. Ahora, comparando el output del sistema con el “gold standard” generado, podemos calcular el número frases correctas que el sistema de aprendizaje es capaz de producir (exactitud) y determinar si tiene la capacidad de producir *todas* las frases correctas posibles (completitud).

De esta forma, el cálculo de la complejidad puede realizarse de dos maneras diferentes (considerando tanto la exactitud como la completitud):

1. Podemos considerar un número fijo de interacciones (igual para cualquier lengua). Si el sistema presenta mayor exactitud y/o

completitud en una lengua que en otra, esto significa que la lengua en la que consigue mayor exactitud y/o completitud es menos compleja.

2. Podemos contar el número de interacciones necesarias para conseguir una exactitud y/o completitud óptima. La lengua que más interacciones necesite para llegar a ese nivel de exactitud y/o completitud óptima será más compleja.

## 5. CONCLUSIONES

El trabajo que hemos presentado se enmarca en un proyecto de investigación (FFI2015-69978-P) —que pretende proporcionar herramientas para determinar el nivel de complejidad relativa de las lenguas— y tiene como objetivo rebatir el dogma de la equicomplejidad considerando dos de las objeciones que sus defensores han planteado a quienes han pretendido determinar la complejidad de las lenguas: 1) Las lenguas son inconmensurables en lo que a complejidad se refiere. 2) Todas las lenguas tienen el mismo nivel de complejidad.

Hemos presentado un modelo para calcular la complejidad relativa en términos de adquisición de primeras lenguas y una herramienta para generar un “gold standard” que permita evaluar el rendimiento del sistema de aprendizaje.

El modelo de aprendizaje automático que utilizamos permite calcular la complejidad de las lenguas naturales. Utiliza técnicas de programación lógico inductiva para que el sistema aprenda un lenguaje a partir de frases que se producen en un contexto y analiza una serie de frases y el contexto en el que estas se producen para aprender una lengua. Permite contar la cantidad de interacciones (secuencias imagen/frase) que necesita el sistema para aprender la lengua, haciendo posible determinar la complejidad de la lengua considerada.

Entre las ventajas que este modelo presenta para medir la complejidad relativa de las lenguas destacamos las siguientes: utiliza datos reales; se centra en el proceso de aprendizaje; no requiere ningún conocimiento previo sobre la lengua y aprende de forma incremental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRASON, A. 2014. Language complexity: An insight from complex-system theory. *International Journal of Language and Linguistics*, 2/2: 74-89.
- BAECHLER, R. y SEILER, G. 2016. *Complexity, Isolation, and Variation*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- BAERMAN, B., BROWN, D. y CORBETT, G.G. 2015. *Understanding and Measuring Morphological Complexity*. Oxford: Oxford University Press.
- BANE, M. 2008. "Quantifying and measuring morphological complexity". En Ch. Chang y H. Haynie (eds.), *Proceedings of the 26th West Coast Conference on Formal Linguistics*. Somerville: Cascadilla Proceedings Project, 69-76.
- BECERRA-BONACHE, L., BLOCKEEL, H., GALVÁN, M. y JACQUENET, F. 2015. "A first-order-logic based model for grounded language learning". En *Advances in Intelligent Data Analysis XIV*. Berlin: Springer, 49-60.
- BECERRA-BONACHE, L., BLOCKEEL, H., GALVÁN, M. y JACQUENET, F. 2016a. "Learning language models from images with regll". En *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases -European Conference 2016*, 55-58.
- BECERRA-BONACHE, L., BLOCKEEL, H., GALVÁN, M. y JACQUENET, F. 2016b. "Relational grounded language learning". En *22nd European Conference on Artificial Intelligence*. The Hague, 1764-1765.
- BLACHE, Ph. 2011. "A computational model for linguistic complexity". En G. Bel-Enguix, V. Dahl y M.D. Jiménez-López (eds.), *Biology, Computation and Linguistics. New Interdisciplinary Paradigms*. Amsterdam: IOS Press, 155-167.
- CHRISTIANSEN, H. y DAHL, V. 2005. "HYPROLOG: A new logic programming language with assumptions and abduction". En M. Gabbrielli and G. Gupta (eds.), *Logic Programming, 21st International Conference*. Berlin: Springer, 159-173.
- COLOMA, G. 2017. *La Complejidad de los Idiomas*. Bern: Peter Lang.
- CONTI JIMÉNEZ, C. 2018. *Complejidad Lingüística: Orígenes y Revisión Crítica del Concepto de Lengua Compleja*. Bern: Peter Lang.
- DAHL, O. 2004. *The Growth and Maintenance of Linguistic Complexity*. Amsterdam: John Benjamins.

- DI DOMENICO, E. 2017. *Syntactic Complexity from a Language Acquisition Perspective*. Newcastle upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.
- GIERUT J. A. 2007. Phonological complexity and language learnability. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 16(1): 6-17.
- HAWKINS, J.A. 2009. "An efficiency theory of complexity and related phenomena". En G. Sampson, D. Gil y P. Trudgill (eds.), *Language Complexity as an Evolving Variable*. Oxford: Oxford University Press, 252-268.
- JUOLA, P. 2008. "Assessing linguistic complexity". En M. Miestamo, K. Sinnemäki y F. Karlsson (eds.), *Language Complexity: Typology, Contact, Change*. Amsterdam: John Benjamins, 89-108.
- KORTMANN, B. y SZMRECSANYI, B. 2012. *Linguistic Complexity: Second Language Acquisition, Indigenization, Contact*. Berlin: Mouton de Gruyter.
- KUSTERS, W. 2003. *Linguistic Complexity: The Influence of Social Change on Verbal Inflection*. Utrecht: LOT.
- LA MANTIA, F., LICATA, I. y PERCONTI, P. (eds.) 2017. *Language in Complexity. The Emerging Meaning*. Berlin: Springer.
- MCWHORTER, J. 2001. "The world's simplest grammars are creole grammars", *Linguistic Typology*, 6: 125-166.
- MCWHORTER, J. 2012. *Linguistic Simplicity and Complexity: Why do Languages Undress?* Berlin: Mouton de Gruyter.
- MENN, L. y DUFFIELD, C.J. 2014. "Looking for a "Gold Standard" to measure language complexity: what psycholinguistics and neurolinguistics can (and cannot) offer to formal linguistics". En Newmeyer, F.J. y Preston, L.B. (eds.), *Measuring Grammatical Complexity*. Oxford: Oxford University Press, 281-302.
- MIESTAMO, M. 2008. "Grammatical complexity in a cross-linguistic perspective". En M. Miestamo, K. Sinnemäki y F. Karlsson (eds.), *Language Complexity: Typology, Contact, Change*. Amsterdam: John Benjamins, 23-42.
- NEWMAYER, F.J. y PRESTON, L.B. (eds.) 2014. *Measuring Grammatical Complexity*. Oxford: Oxford University Press.

ORTEGA, L. y ZHAOHONG, H. 2017. *Complexity Theory and Language Development*. Amsterdam: John Benjamins.

TRUDGILL, P. 2001. Contact and simplification: historical baggage and directionality in linguistic change. *Linguistic Typology*, 5 (2/3): 371-374.