

APROXIMACIÓN AL TRATAMIENTO DEL LENGUAJE DESDE LA PERSPECTIVA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA)

Milka VILLAYANDRE LLAMAZARES
Universidad de León

0. Introducción

Simular la conducta inteligente humana ha sido desde la más remota antigüedad una de las mayores aspiraciones de los filósofos, pensadores y científicos¹. Dicha aspiración se ha concretado en el plano de la ficción y de la realidad en el diseño y construcción de autómatas o humanoides que plagan la mitología, la literatura y la ciencia, como los que ayudaban a Hefestos en su fragua, el Golem, Frankenstein o todo tipo de artilugios mecánicos, eso sin tener en cuenta todos los robots que pueblan la historia más reciente del cine, una de cuyas más recientes aportaciones ha sido precisamente la figura de David, el niño-robot protagonista de *AI²*, la última película de Steven Spielberg. David es el primer “meca” (“mecánico”) programado para tener sentimientos.

Pues bien, esta meta de la ciencia y de la ficción se convirtió hace ya casi medio siglo, coincidiendo con la aparición del ordenador o, más bien, gracias al ordenador, en el objeto de una nueva disciplina científica, cuya denominación es precisamente la de *Inteligencia Artificial*. Se inscribe en un marco interdisciplinar general, el que le proporciona la ciencia cognitiva, donde convergen campos como la informática, la lingüística, la psicología, la filosofía, las matemáticas, la biología, la neurología, etc. Aunque también conoce una orientación más aplicada o tecnológica, puesto que algunas de esas investigaciones se concretan en productos comerciales o industriales.

¹ Vid. BORRAJO, D. *et al.* (1997 [1993]): *Inteligencia Artificial: Métodos y Técnicas*, Madrid, Centro de Estudios Ramón Areces, en concreto las págs. 23-32; y también MCCORDUCK, P. (1991 [1979]): *Máquinas que piensan. Una incursión personal en la historia y las perspectivas de la inteligencia artificial*, Madrid, Tecnos, para una descripción más detallada de los intentos del hombre de construir seres mecánicos semejantes a él.

² Siglas del inglés “Artificial Intelligence”, Inteligencia Artificial.

Desde los primeros momentos, el tratamiento del lenguaje dentro del nuevo paradigma proporcionado por el ordenador se convierte en uno de sus pilares fundamentales, ya que se entiende que el lenguaje es una de las capacidades cognitivas básicas y, al mismo tiempo, más compleja, por lo que su dominio supondría un gran avance en la comprensión del funcionamiento de la mente humana. Tal y como ha demostrado la pragmática, el lenguaje no se reduce a la simple combinación de signos según unas reglas, sino que está estrechamente unido a nuestras capacidades cognitivas generales, a nuestra memoria, a nuestras experiencias pasadas, a nuestras expectativas futuras, al conocimiento mutuo entre los hablantes, etc. De ahí su estatus como conducta inteligente.

1. La Inteligencia Artificial

1.1. Definición de la IA

Pero, ¿qué es la IA? Veámoslo a través de algunas definiciones. A. Moreno Sandoval³ define la IA como la subdisciplina de la informática encargada de “codificar en un programa informático facultades cognitivas”. Según el *Diccionario Oxford de la mente*⁴, “es la ciencia que trata de que las máquinas hagan la clase de cosas que hace la mente humana”. Esas cosas son, entre otras, el mantener una conversación, contestar preguntas, etc... Y las máquinas son los ordenadores, encargados de ejecutar los programas informáticos que codifican dichas capacidades cognitivas. Para M. Meya⁵, “la Inteligencia Artificial es una ciencia interdisciplinaria que tiene por objeto investigar el funcionamiento de la inteligencia humana, para aplicar luego estos modelos teóricos a una máquina que deberá ser capaz de reflejarlos”. Y, por último, para H. A. Simon⁶, uno de los pioneros del campo:

It deals with some of the phenomena surrounding computers, hence it is a part of computer science. It is also a part of psychology and cognitive science. It deals, in particular, with the phenomena that appear when computers perform tasks that, if performed by people, would be regarded as requiring intelligence –thinking.

³ MORENO SANDOVAL, A. (1998): *Lingüística Computacional. Introducción a los modelos simbólicos, estadísticos y biológicos*, Madrid, Síntesis, pág. 14.

⁴ GREGORY, RICHARD L. (ed.) (1995 [1987]): *Diccionario Oxford de la mente*, Madrid, Alianza Diccionarios, pág. 609.

⁵ MEYA, M. (1980): “La inteligencia artificial”, *Revista Española de Lingüística*, 10/1, págs. 135-159; pág. 135.

⁶ SIMON, H. A. (1995): “Artificial intelligence: an empirical science”, *Artificial Intelligence*, 77, págs. 95-127; pág. 95.

Así pues, la IA se presenta como una ciencia interdisciplinar, vinculada por una parte a la informática, en tanto que pretende que las máquinas, es decir, los ordenadores actúen como personas, lo que implica codificar las capacidades cognitivas humanas en programas informáticos; y, por otra parte, el hecho de investigar la inteligencia humana, la vincula a la psicología y a la ciencia cognitiva.

Ahora bien, ¿qué es la “inteligencia” para la IA? El intento más serio de definir lo que se entiende por inteligencia es el conocido como “test de Turing”, ideado por el matemático inglés del mismo nombre, A. Turing, en 1950. La prueba propuesta consiste en que una persona, situada en una habitación separada, formula preguntas a través de una terminal de ordenador a otra persona y a un ordenador. A partir de las respuestas proporcionadas por éstos, debe determinar quién es quién. Si es incapaz de decidirlo, se considera que esa máquina ha pasado el test de Turing y que, por lo tanto, es inteligente, definida la inteligencia de esta forma⁷. Según sus previsiones, referidas a finales del siglo XX, las posibilidades de que un ordenador con 20 Gb de memoria pudiera engañar a un interrogador humano después de 5 minutos eran inferiores al 30%.

1.2. Objetivos y enfoques de la IA

Ahora bien, ¿por qué este empeño en simular en un ordenador los comportamientos inteligentes del ser humano? Para H. A. Simon⁸, los objetivos de la IA desde sus inicios son tres:

- a) Comprender la inteligencia en general a través del diseño e implementación de programas informáticos que la muestren y, a partir de ahí, construir una teoría sobre los sistemas inteligentes.
- b) Comprender la mente humana a través del diseño de programas que muestren inteligencia utilizando los mismos procesos que emplean las personas para llevar a cabo esas mismas tareas.
- c) Construir y comprender sistemas expertos, programas informáticos capaces de suplir o complementar la inteligencia humana en determinadas áreas o tareas.

⁷ En la página web de la película *A.I.* se puede practicar un juego relacionado con el test de Turing, en el apartado 4.2.: <http://aimovie.warnerbros.com/>

⁸ *Op. cit.*, pág. 96.

A. M. Ramsay⁹ resume estos puntos en dos, que para él son las motivaciones básicas de la IA y que conducen a la concepción de la IA bien como una *ingeniería* o bien como una *ciencia*:

- a) La utilidad que supone disponer de ordenadores "inteligentes", o *acercamiento de la ingeniería* o *ingeniería del conocimiento*. El objetivo de este acercamiento, eminentemente práctico y comercial, se concreta en resolver problemas reales usando la inteligencia artificial, entendida como un conjunto de ideas sobre la representación del conocimiento y la forma de emplearlo en la construcción de sistemas.
- b) La posibilidad que brindan de investigar cómo la mente humana realiza esas tareas que requieren inteligencia, o *acercamiento de la ciencia cognitiva*. Desde esta perspectiva, de carácter teórico o de investigación básica, la IA se ocupa de discernir cuáles de esas ideas sobre la forma de representar el conocimiento, etc. aportan alguna explicación de la inteligencia o de alguna de las conductas inteligentes del hombre. En definitiva, trata de comprender la inteligencia en general y la humana en particular. Para ello, se construyen sistemas que imiten la estructura y/o el funcionamiento del cerebro humano.

A estas dos orientaciones fundamentales, la de la ingeniería y la de la ciencia, les corresponden, respectivamente, dos enfoques:

- a) El *simbolismo*, que entiende la inteligencia como procesamiento simbólico de la información, es decir, la capacidad para manipular símbolos de acuerdo con unas reglas.
- b) El *conexionismo*, que contempla la inteligencia como un todo complejo producto de las conexiones que se establecen entre sus partes. Rechaza, por lo tanto, la idea de que la inteligencia se reduzca a la manipulación de símbolos y reglas. Habla de una red formada por elementos simples y autónomos denominados "neuronas", por analogía con las células cerebrales, que se relacionan unos con otros para representar el conocimiento.

1.3. Áreas de la IA

Puesto que el objetivo último de la IA es el de emular en la medida de lo posible al hombre, tendrá que dar cuenta de todas aquellas capacidades cog-

⁹ RAMSAY, A. M. (1991): "Artificial Intelligence", en K. MALMKAER (ed.), *The Linguistics Encyclopedia*, London and New York, Routledge, págs. 28-38; pág. 29. Vid. también WINSTON, P. H. (1993): *Artificial Intelligence*, Reading, Ma., Addison-Wesley, 3ª edición, pág. 6.

nitivas que hacen del ser humano lo que es. Por lo general, la IA estructura el comportamiento inteligente humano en grandes bloques, que conforman sus principales líneas de investigación¹⁰:

1. *Comprensión y generación del lenguaje natural o procesamiento del lenguaje natural (PLN)*, tanto en su vertiente hablada como escrita. Esta línea de trabajo tiene su origen en las aportaciones de N. Chomsky, de la psicolingüística y de la psicología cognitiva.
2. *Visión artificial* o reconocimiento de patrones o formas, es decir, el desarrollo de estrategias que permiten a un ente interpretar las imágenes que capta del medio.
3. *Robótica*: se ocupa de los mecanismos de control que permiten a un ente mecánico moverse en un medio físico y manipular elementos físicos con cierto grado de autonomía.
4. *Emulación del razonamiento simbólico* o simulación de la inteligencia a nivel funcional. Se trata del núcleo básico de la disciplina, ya que fue el que le dio origen (trabajos de Turing, Newell y Simon). Se ocupa del pensamiento lógico-matemático, de la capacidad de inferencia y de razonamiento, así como de la solución de problemas, juegos y la demostración automática de teoremas. La memoria, la potencia y la rapidez de cálculo de los ordenadores les permiten llegar a la solución de un problema de forma más rápida y con una eficiencia por lo menos igual a la de las personas. El requisito previo es que el problema sea formalizable. Un ejemplo conocido es el programa *Deep Blue*, de IBM, que derrotó a Kasparov en 1997, con más de 256 procesadores funcionando en paralelo, capaces de calcular 200 millones de posiciones de ajedrez por segundo, mientras que Kasparov sólo puede evaluar unas tres posiciones por segundo.
5. *Simulación del funcionamiento neuronal* o simulación de la inteligencia a nivel físico. Esta corriente remonta a 1943, cuando McCulloch y Pitts idearon una "neurona electrónica". El supuesto básico es que quizá la forma de emular la conducta inteligente humana pase por mimetizar la propia estructura física del cerebro humano, lo que no implica pocos problemas, dado el grado de desconocimiento por parte de los científicos sobre cómo funciona éste.
6. *Sistemas expertos*. Surgen en los años 70, como consecuencia de la evolución de la IA desde la búsqueda de soluciones a problemas gene-

¹⁰ Cf. ZACCAGNINI, J. L. (1994): "Introducción al campo de la Inteligencia Artificial", en P. ADARRAGA y J. L. ZACCAGNINI (eds.), *Psicología e Inteligencia Artificial*, Madrid, Trotta, cap. 1; pág. 25 y ss.

rales, independientemente del campo considerado, hacia el estudio de los mecanismos empleados por un experto humano para resolver un problema en tiempo real en un campo de actividad muy preciso¹¹. Desde los primeros sistemas, tales como DENDRAL (química), MYCIN (medicina), MOLGEN (genética molecular), PROSPECTOR (geología), las áreas de aplicación se han multiplicado.

1.4. Aplicaciones prácticas

Las aplicaciones de la IA se dejan sentir en áreas como la agricultura o la industria, en la que robots controlados mediante ordenador pueden realizar tareas que entrañan algún riesgo; en medicina, ya sea en el diagnóstico o en la intervención; en el hogar inteligente, en la enseñanza, en la aeronáutica, en la astronomía o las matemáticas, en el mundo de los negocios, aplicaciones militares, juegos, etc.

2. El tratamiento del lenguaje (PLN)

2.1. Definición de PLN

Puesto que la IA trata de reproducir las capacidades cognitivas humanas en un programa de ordenador¹², el lenguaje será objeto de estudio de la IA en tanto que facultad cognitiva básica. De hecho, constituye uno de los cinco bloques centrales en que se suele estructurar el comportamiento inteligente humano. Su tratamiento siempre ha estado entre las prioridades de la IA, bajo el nombre de *Procesamiento del Lenguaje Natural* (PLN). M. F. Verdejo¹³ lo define de la siguiente manera:

Entendemos por procesamiento del lenguaje natural (PLN) el estudio del mismo con el fin de crear modelos computacionales capaces de utilizarlo. Esta definición abarca una problemática muy amplia: desde la construcción de simples editores de texto en los que el lenguaje se considera como una cadena de caracteres, hasta interfaces para sistemas informáticos complejos capaces de ayudar a un usuario a plantear un problema dialogando en lenguaje natural.

¹¹ HATON, J. P. y HATON, M. Ch. (1991 [1989]): *La inteligencia artificial. Una aproximación*, Barcelona, Paidós; cap. 4.

¹² Definición de MORENO SANDOVAL, A., *op. cit.*, pág. 14.

¹³ VERDEJO, M. F. (1995): "Comprensión del lenguaje natural: avances, aplicaciones y tendencias", *Arbor CLI*, 595, págs. 39-83; págs. 39-40.

Para J. Gómez Guinovart y M. Palomar¹⁴ el PLN “constituye una parte esencial de la inteligencia artificial. Los sistemas de PLN intentan simular el comportamiento lingüístico humano. Para ello, deben tomar conciencia tanto de las estructuras propias del lenguaje, como del conocimiento general acerca del universo del discurso”.

En términos muy parecidos se expresan L. Moreno *et al.*¹⁵: “El Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) es una parte esencial de la Inteligencia Artificial que investiga y formula mecanismos computacionalmente efectivos que faciliten la interrelación hombre/máquina y permitan una comunicación mucho más fluida y menos rígida que los lenguajes formales”. De hecho, según M. Meya¹⁶, el interés por el tratamiento del lenguaje desde la perspectiva de la IA surgió como consecuencia de la necesidad de comunicarse con los ordenadores a través del uso de una lengua natural y no de un lenguaje formal y artificial.

Por otra parte, la estrategia para llevar a cabo esta tarea también puede ser doble, según H. Tennant¹⁷: o bien la investigación se puede centrar en alguno de los aspectos relacionados con el lenguaje, es decir, en fenómenos aislados (por ejemplo, el nivel sintáctico, el semántico, etc.), caso en el que nos situamos en el ámbito de la *ciencia*; o bien puede ser una estrategia global, que trata de abarcar al mismo tiempo todos los niveles y fenómenos implicados, lo que entra de lleno en el ámbito de la *ingeniería*.

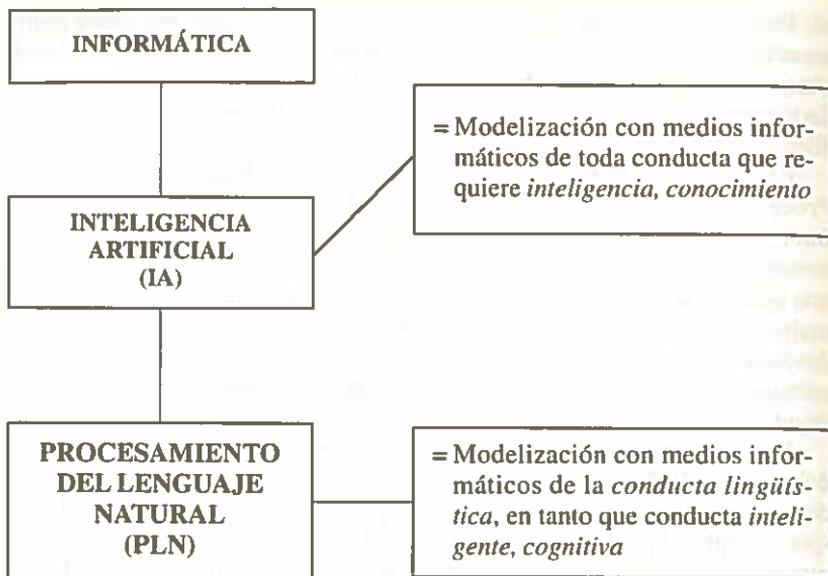
Así pues, de estas definiciones podemos concluir que el PLN –ciencia o tecnología– se erige como una parte básica de la IA, puesto que el tratamiento del lenguaje forma parte de un objetivo global, ya que se considera como una parte –fundamental– de un sistema más general, un sistema inteligente. El objetivo del PLN es simular el comportamiento lingüístico humano mediante modelos computacionales, sobre todo de cara a su meta última, las interfaces o comunicación hombre-máquina en lenguaje natural. Para llevarlo a cabo, debe ocuparse de la descripción rigurosa de las estructuras del lenguaje así como de los conocimientos generales que poseemos las personas. Esto es así porque codificar en un programa informático la capacidad cognitiva del lenguaje implica que previamente se posee un conocimiento de cómo funciona éste, conocimiento que es posible representar, hacer explícito de manera formal, despojado de toda posible ambigüedad. De forma gráfica:

¹⁴ GÓMEZ GUINOVART, J. y PALOMAR, M. (coord.) (1998): “Lengua y Tecnologías de la Información”, número monográfico de *Novática*, 133, pág. 3.

¹⁵ MORENO, L. *et al.* (1999): *Introducción al procesamiento del Lenguaje Natural*, Alicante, Universidad de Alicante, pág. 13.

¹⁶ *Op. cit.*, págs. 137-139.

¹⁷ TENNANT, H. (1981): *Natural Language Processing. An Introduction to an Emerging Technology*, New York / Princeton, Petrocelli, págs. 2-3.



2.2. Objetivos del PLN

El objetivo último del PLN es, por lo tanto, hacer que los ordenadores sean capaces de utilizar las lenguas naturales con vistas a la comunicación persona-ordenador, ya que el lenguaje es la forma más natural de que disponemos para comunicarnos, sea entre nosotros mismos o con los ordenadores.

Este empeño obedece, por una parte, a que puede contribuir a aumentar nuestro conocimiento sobre el funcionamiento del cerebro humano y del lenguaje; y, por otra, a la utilidad de disponer de ordenadores con esta habilidad, doble motivación señalada por H. Tennant¹⁸. Para J. Allen¹⁹, el objetivo del PLN de crear modelos computacionales del lenguaje puede ser de utilidad por dos razones: "*both for scientific purposes –for exploring the nature of linguistic communication– and for practical purposes –for enabling effective human-machine communication*".

¹⁸ *Op. cit.*, pág. 2. Vid. también FERNÁNDEZ, G. y SÁEZ VACAS, F. (1995): *Fundamentos de Informática. Lógica, Automatas, Algoritmos y Lenguajes*, Madrid, Anaya Multimedia, pág. 220.

¹⁹ J. ALLEN (1995): *Natural Language Understanding*, Redwood City, CA, The Benjamin/Cummings Publishing Company, 2ª edición; pág. 1.

Ambas dimensiones se ajustan, por lo tanto, a lo que A. Ramsay²⁰, a propósito de la IA, denomina respectivamente el *punto de vista de la ciencia cognitiva* y el *acercamiento de la ingeniería*²¹. La primera, como ya se señaló, de orientación teórica, al centrarse en la investigación psicológica utilizando los ordenadores y los programas informáticos como un banco de pruebas, como una herramienta para indagar sobre la naturaleza de la inteligencia, con independencia de la utilidad que pueda redundar de ello; y la segunda, es de clara orientación práctica, ya que ante todo busca la utilidad.

El *acercamiento de la ciencia cognitiva* aborda los mismos fenómenos de los que se ocupa la lingüística tradicional, aunque atendiendo prioritariamente a la precisión y formalidad de las teorías. A veces se utiliza el término de *Lingüística Computacional* para referirse a esta orientación más teórica.

Al *acercamiento de la ingeniería* corresponden los primeros trabajos relacionados con el PLN, centrados en la traducción automática y, luego, en las interfaces principalmente. A veces el término *PLN* se utiliza para referirse únicamente a esta orientación más aplicada.

2.3. Áreas del PLN

Igual que en la lingüística se reconoce la existencia de diferentes niveles en el lenguaje, a la hora de reproducir la conducta lingüística en un ordenador—tanto en el sentido de la comprensión, reconocimiento o análisis como en el de la generación o síntesis— parece fundamental atender a los siguientes niveles básicos o módulos, para poder dar cuenta de toda la complejidad inherente al lenguaje²²:

1. *Conocimiento fonético y fonológico*. Se ocupa de las realizaciones acústicas, así como de su transcripción. Sólo aparece en los sistemas que trabajan a partir del habla.
2. *Conocimiento morfológico*. Trata la formación interna de las palabras. Hay sistemas que lo incluyen con el componente sintáctico o que no lo tratan. Incluirlo o no depende de la aplicación y de la lengua.

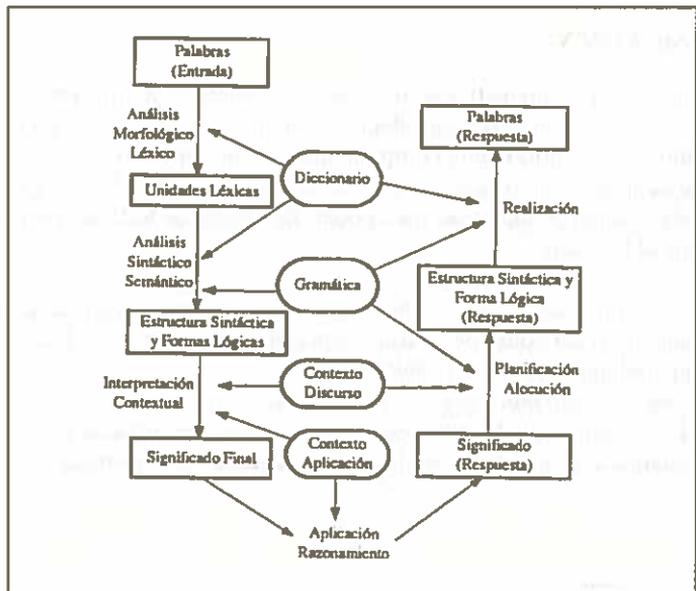
²⁰ *Op. cit.*, págs. 28-29.

²¹ *Vid.* apartado 1.2.

²² *Vid.* MORENO SANDOVAL, A., *op. cit.*, págs. 34-35 y MOURE, T. y LLISTERRI, J. (1996): "Lenguaje y nuevas tecnologías: el campo de la lingüística computacional", en M. FERNÁNDEZ PÉREZ (coord.), *Avances en lingüística aplicada*, Universidade de Santiago de Compostela, Servicio de Publicacións e Intercambio Científico, págs. 147-228; págs. 173-174.

3. *Conocimiento sintáctico*. Se encarga de reconocer la estructura de las oraciones. Es un componente básico.
4. *Conocimiento semántico*. Asigna significado a las estructuras. Es otro de los componentes básicos.
5. *Conocimiento contextual o pragmático*. Da cuenta de la información no lingüística que influye en el procesamiento e interpretación. Se suele subdividir en dos tipos de conocimiento:
 - *Conocimiento del discurso*: información proporcionada por los enunciados emitidos anteriormente, sobre todo de cara a interpretar los pronombres y referencias anafóricas, así como los aspectos temporales.
 - *Conocimiento del mundo*: informaciones de tipo general, a menudo implícitas o sobreentendidas.

De forma gráfica, la estructura básica de un sistema de PLN sería la siguiente²³:



²³ Tomado de MORENO, L. *et al.*, *op. cit.*, pág. 16.

2.4. Aplicaciones del PLN

Por lo que se refiere a la orientación práctica, M. F. Verdejo²⁴ y M. F. Verdejo y J. Gonzalo²⁵ contemplan dos grandes áreas de interés o líneas de investigación en el PLN: por una parte, “la creación de recursos de procesamiento de lenguaje natural con un propósito general” (*actividades de soporte*), que pueden ser de dos tipos: fuentes lingüísticas y procesadores; y, por otra, el desarrollo de “aplicaciones para realizar una tarea de tratamiento del lenguaje concreta” (interfaces, tratamiento de textos, herramientas de soporte a la escritura y la traducción automática), tal y como se recoge en el gráfico adjunto:

Actividades de soporte: (creación de recursos de PLN de propósito general)		Aplicaciones de PLN de propósito específico
1) Fuentes lingüísticas <ul style="list-style-type: none"> • léxicos • gramáticas • corpora • diccionarios en versión electrónica • diccionarios electrónicos • bases de datos terminológicas 	2) Procesadores, analizadores o herramientas: <ul style="list-style-type: none"> • paquetes estadísticos para el tratamiento de textos • sistemas de bases de datos textuales • sistemas de bases de datos léxicas • codificadores / analizadores para corpora • analizadores morfológicos • analizadores sintácticos • analizadores sintáctico-semánticos • generadores 	1) interfaces a sistemas informáticos 2) tratamiento de textos 3) herramientas de soporte a la escritura 4) traducción automática

²⁴ *Op. cit.*, pág. 65 y ss.

²⁵ VERDEJO, M. F. y GONZALO, J. (1998): “Del procesamiento del lenguaje natural a la Ingeniería Lingüística: ¿dónde nos encontramos?”, *Novática (Monografía: Inteligencia Artificial)*, 131, págs. 29-36; pág. 31 y ss.

Por su parte, L. Moreno *et al*²⁶ y L. Moreno y A. Molina²⁷ clasifican las aplicaciones del PLN en dos grandes grupos:

- 1) *Aplicaciones basadas en diálogos*: “corresponde a la comunicación hombre/máquina, ya sea escrita u oral”²⁸. Por lo tanto, este tipo de aplicaciones incluyen diferentes sistemas, que estos autores agrupan en: a) sistemas de acceso a bases de datos, de pregunta/respuesta a bases de datos; b) sistemas de acceso a otros dominios (sistemas expertos, sistemas operativos, etc.); y c) sistemas de diálogo inteligente. Básicamente se trata en todos los casos de formular preguntas en lenguaje natural a un sistema que contiene información de algún tipo. El sistema traduce el lenguaje natural a un lenguaje formal y responde al usuario. Mientras más restringido es el dominio, más limitado es el lenguaje que se puede utilizar y, por lo tanto, menores los problemas. Pero a medida que los sistemas tratan de interactuar con el usuario de forma inteligente, es decir, utilizando las mismas estrategias conversacionales que usamos las personas, las dificultades aumentan al tener que dar cuenta de aspectos hasta el momento poco formalizados o de difícil formalización, como son todos los relacionados con el ámbito de la pragmática (deseos, creencias, intenciones, conocimiento del mundo en general).
- 2) *Aplicaciones basadas en el tratamiento masivo de información textual*: “corresponde al procesamiento de texto escrito, tal como libros, periódicos, informes, correo, etc.”²⁹. Estas aplicaciones responden a la necesidad cada vez mayor de tratar información textual de diferentes maneras. Incluyen desde procesadores de texto, pasando por correctores ortográficos, sintácticos y de estilo, diccionarios de sinónimos, tesauros, hasta llegar a la generación de textos en los últimos años, sin olvidar la traducción automática, una “aplicación pionera”. De forma gráfica:

²⁶ *Op. cit.*, págs. 17-19.

²⁷ MORENO, L. y MOLINA, A. (1999): “Preliminares y tendencias en el Procesamiento del Lenguaje Natural”, *Inteligencia Artificial*, 7, págs. 65-76.

²⁸ MORENO, L. *et al.*, *op. cit.*, pág. 17 y MORENO, L. y MOLINA, A., *op. cit.* pág. 67.

²⁹ *Ibid.*

que van a ver en él una nueva herramienta para probar las teorías sobre el funcionamiento de la mente. Como dice M. Minsky³²:

Paradójicamente, la ciencia de la computadora, que fue inspirada por una exigencia de enormes cálculos cuantitativos, por su inesperada capacidad de describir procesos señaló, en su lugar, el nacimiento de una ciencia de lo cualitativo. Esta capacidad de manejar lo complejo, dinámico y cualitativo dio lugar a intentos de modelizar el pensamiento humano.

Por otra parte, en el campo de las matemáticas se habían logrado formalizar las leyes del pensamiento, de la lógica. A. Turing, matemático y lógico inglés a quien se le considera el fundador de la informática, en torno a la década de los 50 estaba ocupado en la posibilidad de desarrollar una máquina tal que pudiera realizar tareas como jugar al ajedrez, al tres en raya, al bridge, al póker, aprender idiomas, traducir, etc. Este tema llevaba a otro más general: entonces, ¿podían pensar las máquinas? En 1950 ideó el conocido como *test de Turing*, prueba que pretendía demostrar la inteligencia del ordenador.

Si las leyes del pensamiento, la lógica, se podían aplicar a los circuitos eléctricos, a los ordenadores, ¿por qué no invertir la relación y aplicar éstos al pensamiento? A. Newell y H. A. Simon³³ señalan que en los estudios psicológicos existía un vacío, por lo menos en Estados Unidos, en lo que a la investigación sobre los procesos cognitivos complejos se refería, desde la muerte de W. James (1842-1909), quien había intentado introducir un acercamiento empirista en psicología. Ese acercamiento se llevó a cabo, pero no desde el ámbito de la psicología, sino desde el de una nueva ingeniería, la *cibernética*, nombre que remite a la obra homónima de N. Wiener (1948). La cibernética "constituye la ciencia de la comunicación y el control en y entre los animales, hombre incluido, y las máquinas"³⁴. Su fin último era "encontrar un conjunto de principios sencillos que explicaran las actividades de la mente humana"³⁵. N. Wiener vislumbró las analogías que podían establecerse entre los mecanismos electrónicos del momento y los biológicos, partiendo de las ideas y conceptos de la teoría de la información de C. Shannon. Éste había aplicado la lógica de Boole a los circuitos eléctricos.

Si la lógica se podía automatizar en unos circuitos eléctricos, ¿por qué no se iba a poder automatizar la inteligencia mediante el uso de circuitos eléctricos y de la lógica? Fueron el neurofisiólogo W. McCulloch y el matemático W. Pitts quienes se encargaron de describir en términos lógico-matemáticos

³² BORRAJO, D. *et al.*, *op. cit.*, pág. 31.

³³ Vid. MCCORDUCK, P., *op. cit.*, pág. 56.

³⁴ BORRAJO, D. *et al.*, *op. cit.*, pág. 30.

³⁵ *Ibid.*

el comportamiento neuronal, al diseñar unas "neuronas electrónicas" en 1943, abriendo de esta forma el camino a la simulación de la cognición humana utilizando sistemas de neuronas artificiales.

Sin embargo, con la aparición del ordenador, el planteamiento que se siguió para simular los procesos cognitivos fue otro muy diferente, es decir, no se intentó simular el nivel neurológico, sino el simbólico.

A. Newell y H. A. Simon formularon la conocida como *hipótesis del sistema físico de símbolos*. Ambos se fijaron en la posibilidad de utilizar el ordenador para manipular símbolos no numéricos. Observaron el paralelismo entre el ordenador y la mente humana, y el hecho de que ambos se podían concebir como sistemas capaces de procesar información, de manipular símbolos, pero no en el sentido de la cibemética.

Todas estas líneas de investigación, íntimamente relacionadas entre sí, confluyeron en el Dartmouth College, oficialmente *The Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence* (Hanover, New Hampshire), un ciclo de conferencias sobre nuevas perspectivas de investigación en informática. En el verano de 1956 se reunieron en el campus de la citada universidad una serie de investigadores que, aunque procedentes de campos distintos³⁶, coincidían en un mismo interés: los ordenadores y su capacidad para simular la inteligencia humana en alguna de sus diferentes facetas. En total eran 10, entre los que destacamos a: J. McCarthy, principal promotor del encuentro y quien dio nombre a la disciplina, M. Minsky, N. Rochester, C. Shannon, A. Newell y H. A. Simon. Otros participantes fueron: Samuel, quien había diseñado un programa para jugar a las damas capaz de aprender de su propia experiencia; Bernstein, diseñador de un programa para jugar al ajedrez; etc. Todos ellos compartían tres ideas fundamentales, que constituyen los supuestos básicos de la IA³⁷:

- 1) El pensamiento, la conducta inteligente podía tener lugar fuera del cráneo humano.
- 2) Podía explicarse en términos científicos, de una manera formal.
- 3) El mejor instrumento de laboratorio para llevar a cabo esta tarea era el ordenador digital.

³⁶ Matemáticas, física, psicología, lógica, ingeniería electrónica, cibemética, economía, etc.

³⁷ McCORDUCK, P., *op. cit.*, pág. 105 y McCORDUCK, P. (1993): "Inteligencia artificial: un aperçu", en S. R. GRAUBARD (comp.), *El nuevo debate sobre la inteligencia artificial. Sistemas simbólicos y redes neuronales*, Barcelona, Gedisa, págs. 81-101; pág. 95.

La conclusión a la que se llegó fue un tanto decepcionante, y es que se dieron cuenta de que hacer que los ordenadores piensen, diseñar programas de ordenador que se comporten de manera inteligente, era mucho más difícil de lo que esperaban. Requisitos previos para este nuevo acercamiento eran: la colaboración de psicólogos, lingüistas, neurólogos, biólogos, etc. y el diseño de herramientas informáticas adecuadas.

Sin embargo, sus repercusiones se hicieron notar en el ámbito de la informática, al introducir un cambio significativo en la concepción de estas máquinas pensantes. Con anterioridad a su nacimiento, la informática se regía por el conocido como "régimen Lovelace", que debe su nombre a Ada Lovelace, hija de Lord Byron y una de las primeras programadoras de la historia. De acuerdo con esta concepción, una máquina sólo puede hacer lo que se le diga que haga. Sin embargo, desde el surgimiento de la IA, se considera que las máquinas pueden hacer eso, pero también aprender. No existe ninguna forma de predecir cuál será el comportamiento a largo plazo del programa, en el caso de programas muy complejos, ya que su potencia de cálculo excede las posibilidades del cerebro humano.

Por lo que respecta al ámbito de la lingüística, las repercusiones de esta nueva disciplina no fueron menores. Pronto el tratamiento y simulación del lenguaje con medios informáticos se convirtió en objeto de una recién nacida área de la lingüística aplicada, la lingüística computacional, hoy en día identificada con una ingeniería, el procesamiento del lenguaje natural: "*Computational linguistics: (...) 2. (more usually today) A synonym for natural language processing*"³⁴. Se suelen distinguir cuatro etapas en el desarrollo del PLN³⁵:

3.2. Primera etapa: de finales de los 40 a finales de los 60

Es una etapa que se caracteriza por la euforia y el optimismo que reinaba entre los primeros investigadores del campo, desconocedores de los verdade-

³⁴ TRASK, R. L. (1993): *A Dictionary of Grammatical Terms in Linguistics*, London-New York, Routledge, pág. 53.

³⁵ Vid. SPARCK JONES, K. (1994): "Natural Language Processing: A Historical Review", en A. ZAMPOLLI, N. CALZOLARI y M. PALMER (eds.), *Current Issues in Computational Linguistics: In Honour of Don Walker*, Linguistica Computazionale, vol. IX-X, Pisa: Giardini y Norwell (USA), Kluwer, págs. 3-16; VERDEJO, M. F., *op. cit.*, págs. 61-65; VERDEJO, M. F. y GONZALO, J., *op. cit.*, págs. 29-31; MORENO SANDOVAL, A., *op. cit.*, págs. 41-45; MORENO, L. *et al.*, *op. cit.*, págs. 19-21; MORENO, L. y MOLINA, A., *op. cit.*, págs. 69-70; JURAFSKY, D. y MARTIN, J. H. (2000): *Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition*, Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, págs. 10-15, entre otros.

ros problemas que se iban a encontrar a la hora de modelar o reproducir el lenguaje en sus múltiples facetas mediante el uso de ordenadores. Éstos hasta entonces únicamente se habían utilizado como grandes calculadoras y nunca para tratar las lenguas naturales. Por otra parte, los lenguajes de programación tampoco eran especialmente adecuados para trabajar con el lenguaje. Pese a todo, se pusieron grandes esperanzas en la tarea.

Se suele decir que la orientación básica era de tipo lingüístico y, por lo tanto, teórica. Los trabajos de N. Chomsky ejercerán gran influencia en una doble dirección: por una parte, por la importancia concedida al componente sintáctico en las primeras versiones de la gramática generativo-transformacional; y, por otra parte, porque a él se deben los primeros trabajos teóricos sobre la formalización de las lenguas naturales⁴⁰, inspirados en las investigaciones de C. Shannon.

Sin embargo, ya están presentes algunos objetivos prácticos, relacionados principalmente con la traducción automática. De hecho, ésta fue el centro de atención de las primeras investigaciones en torno al tratamiento informático del lenguaje. Destaca especialmente el sistema SYSTRAN⁴¹. Las investigaciones en este terreno condujeron al tratamiento de problemas semánticos, lo que dio origen a toda una corriente que otorgaba preeminencia al procesamiento semántico sobre el sintáctico y que, por lo tanto, se desviaba de los postulados teóricos de la lingüística del momento.

El conocido como informe ALPAC (1966) supuso un chorro de agua fría sobre estos primeros trabajos, al concluir que, dados los conocimientos teóricos del momento y las limitaciones técnicas de los ordenadores, resultaba infructuoso seguir invirtiendo en ese terreno.

Pero la traducción automática no fue la única aplicación del momento. El desarrollo de interfaces de cara a obtener una mejor comunicación persona-ordenador en lengua natural ocupó también a algunos de estos primeros investigadores en IA. Por último, hay que señalar que también se iniciaron investigaciones en torno al procesamiento del habla, financiadas por ARPA, luego llamada DARPA⁴².

No obstante, en los sistemas en que se concretaron las investigaciones de este período, también denominados "sistemas de primera generación", el

⁴⁰ Estableció la denominada "jerarquía de Chomsky", una clasificación de los diferentes tipos de gramática de acuerdo con una característica formal, el poder generativo. Esta clasificación es la base de una parte de la Informática, la Teoría de los Lenguajes Formales.

⁴¹ Otros sistemas de traducción automática desarrollados en este período de tiempo son: GAT, "Georgetown Automatic Translator" y CETA, "Centre d'études pour la Traduction Automatique".

⁴² Siglas de "Defence Advanced Research-Project Agency".

análisis de las estructuras lingüísticas era mínimo. Predominaba un tratamiento lógico-matemático, motivado por el hecho de que ésa era la orientación que impulsaba las teorías lingüísticas que sustentaban estos sistemas de cara a la formalización de las lenguas naturales. En este sentido, una gramática se concebía como "un mecanismo formal creado para describir una lengua natural o artificial"⁴³. La gramática generativa primero, y la gramática generativo-transformacional después, fueron los máximos exponentes de este principio, al concebir la gramática como un conjunto finito de reglas capaz de generar las infinitas oraciones de una lengua natural. Sin embargo, dejaban por cubrir el aspecto semántico.

Entre estos sistemas, nos encontramos con los siguientes, únicamente capaces de responder a preguntas sobre los conocimientos que tenían almacenados⁴⁴: **BASEBALL**, sobre la liga americana de béisbol; **SAD-SAM**, abreviatura de "Sentence Appraiser and Diagrammer-Semantic Analyzing Machine", programa que analizaba frases sobre relaciones de parentesco y las representaba en forma de árbol; **SYNTHEX**, "SYNTHESIS of complex verbal behavior", y **PROTOSYNTHEX**, un sistema diseñado para proporcionar información a partir de una base de datos textual del inglés constituida por todas las palabras de una enciclopedia; **PROTOSYNTHEX II**; o **DEACON**, "Direct English Access and CONTROL", en el dominio de discurso de la localización de unidades militares, comandantes, etc.

Con diferencia es el siguiente sistema el que marcó un punto de inflexión. Aparentemente capaz de sostener una conversación similar a la que podrían mantener un psiquiatra y su paciente, no tiene en cuenta, sin embargo, el significado, sino que se basa en la identificación de palabras claves a las que están asociadas determinadas plantillas con posibles respuestas. Es decir, en realidad no existe un tratamiento del lenguaje, pero es uno de los programas que, mediante la ilusión de inteligencia que genera, más atención ha recibido, entre otras razones porque siempre proporciona una respuesta. Se trata del programa conocido como **DOCTOR** o **ELIZA**, desarrollado por Weizenbaum en 1966⁴⁵. Es la plasmación perfecta del test de Turing. De hecho, como señalan D. Jurafsky y J. H. Martin⁴⁶, muchas de las personas que interactuaron

⁴³ MEYA, M., *op. cit.*, pág. 140.

⁴⁴ Para una descripción más detallada de todos estos sistemas y su funcionamiento, *vid.* TENNANT, H., *op. cit.*

⁴⁵ En la siguiente página de Internet se puede dialogar con ELIZA: <http://www-ai.ijs.si/eliza/eliza.html>. Su saludo inicial es:

ELIZA - a friend you could never have before
Eliza: Hello. I am ELIZA. How can I help you?

⁴⁶ JURAFSKY, D. y MARTIN, J. H., *op. cit.*, pág. 8.

con ELIZA pensaron que el programa realmente les comprendía a ellos y sus problemas. Y en una competición que se celebra desde 1991 conocida como Loebner Prize, en la que distintos programas intentan pasar el test de Turing, siempre se ha dado el caso de que algunos de los jueces son engañados por los programas más toscos, aunque sólo sea durante unos minutos. Un ejemplo del diálogo típico que puede sostener ELIZA es el siguiente:

User₁: *Men are all alike.*
ELIZA₁: *IN WHAT WAY*
User₂: *They're always bugging us about something or other.*
ELIZA₂: *CAN YOU THINK OF A SPECIFIC EXAMPLE*
User₃: *Well, my boyfriend made me come here.*
ELIZA₃: *YOUR BOYFRIEND MADE YOU COME HERE*
User₄: *He says I'm depressed much of the time.*
ELIZA₄: *I AM SORRY TO HEAR YOU ARE DEPRESSED*⁴⁷.

En todos los casos, sin embargo, se encontraron dificultades insalvables, por lo que hubo que esperar la llegada de la segunda generación de trabajos en IA, mejor fundamentada desde el punto de vista lingüístico y más consciente de la complejidad inherente al lenguaje y, por lo tanto, a su simulación computacional, algo que en un principio, llevados por el entusiasmo, se había obviado. Se pensaba que si se encontraba una serie de reglas generales, se podía dar cuenta del lenguaje. Es lo que se conoce como el "PLN basado en la computación"⁴⁸, por oposición al "PLN basado en la memoria".

3.3. Segunda etapa: de finales de los 60 a finales de los 70

En esta etapa se tratarán de paliar las deficiencias observadas en la primera, para lo que se busca la fundamentación teórica sobre todo en la IA, lo que va a representar una especie de liberación del yugo lingüístico. Además, hay que tener en cuenta que los avances tecnológicos favorecieron el desarrollo y consolidación de la disciplina.

La gramática generativo-transformacional, pese a cumplir el requisito de formalidad, resultaba inadecuada para el tratamiento computacional del lenguaje dada la insuficiente cobertura que prestaba a los fenómenos semánticos, que ya se habían revelado como fundamentales en la etapa previa. Precisamente los problemas relacionados con la representación del conocimiento⁴⁹ eran el centro de las investigaciones en IA, por lo que en ésta se en-

⁴⁷ Tomado de JURAFSKY, D. y MARTIN, J. H., *op. cit.*, pág. 32.

⁴⁸ Cf. TENNANT, H., *op. cit.*, pág. 20.

⁴⁹ Estructuras de casos, marcos, redes semánticas, primitivos semánticos, etc.

contró el marco idóneo para elaborar formalismos adecuados para tratar el significado. Se constató la importancia que desempeñaba el conocimiento general o conocimiento del mundo a la hora de interpretar palabras, frases y textos enteros, y se buscaron formas adecuadas para representarlo, terreno en el que sobresalen los trabajos de la Escuela de Yale, formada en torno a la figura de R. Schank. Por otra parte, el interés por la semántica lleva a ampliar las miras hacia el terreno del discurso y el diálogo, así como el de la pragmática, por lo que asistimos a una diversificación de los problemas teóricos y de las aplicaciones.

Con estas premisas, los siguientes trabajos de IA en lo que al PLN concierne buscaron modelos alternativos al predominante en lingüística en esa época, la gramática generativo-transformacional, más adecuados para su implementación en un ordenador. En concreto, tres centraron los intereses de los investigadores³⁰:

- a) adaptaciones de la gramática de casos de Fillmore, un modelo al que la lingüística del momento no prestó demasiada atención, pero que para la IA y el PLN resultaba útil, pues establecía una relación entre los papeles semánticos y conceptos de representación del conocimiento (*redes semánticas*);
- b) modelos que minimizaban el papel de la gramática, de la sintaxis, como los propuestos por la Escuela de Yale (*dependencia conceptual*);
- c) modelos que trataban de ampliar el poder de las gramáticas de estructura de frase con la incorporación de mecanismos procedentes de los lenguajes de programación (*redes de transición aumentadas*).

Además de teorías sintácticas, también se desarrollaron programas informáticos para aplicar esas teorías: son los algoritmos de *parsing* o programas para llevar a cabo el análisis sintáctico. Los más importantes son el descendente o *top-down* y el ascendente o *bottom-up*, cada uno de los cuales presenta ventajas y desventajas³¹, por lo que generalmente se suelen combinar entre sí y con otros mecanismos, como el *retrotrazado*, la tabla de subcadenas bien formadas y los "charts".

Por lo que a la representación del significado se refiere, hay que partir del hecho de que los conceptos de significado manejados en IA y en lingüística son totalmente diferentes. En IA lo que interesa es que el sistema sea capaz de responder, ya que si genera una respuesta significa que ha comprendido la

³⁰ RAMSAY, A. M., *op. cit.*, págs. 31-33.

³¹ Vid. GRISHMAN, R. (1991 [1986]): *Introducción a la lingüística computacional*, Madrid, Visor, págs. 41-47.

orden que se le ha dado. Ahora bien, el sistema responde de acuerdo con los conocimientos que posee. Éstos suelen estar codificados en un lenguaje interno de representación o interlingua, un lenguaje formal exento de las ambigüedades propias del lenguaje natural. Las propuestas principales en este sentido han sido tres⁵²:

- a) utilizar la lógica como lenguaje de representación (*redes semánticas, semántica formal*);
- b) usar lenguajes de programación (*semántica procedimental*);
- c) servirse de primitivos semánticos (*dependencia conceptual*).

Se inician también los primeros trabajos en lo que al nivel del discurso se refiere. El tema más tratado con diferencia ha sido el de los referentes pronominales y otros elementos anafóricos o catafóricos: identificación y asignación de referentes. La dificultad estriba en que a veces intervienen conocimientos generales o inferenciales a la hora de determinar los referentes, y no información codificada lingüísticamente. También conceptos como el foco, los actos de habla, las creencias, las intenciones, etc. fueron objeto de intentos de formalización.

En cuanto al conocimiento del mundo, destacan las teorías de esquemas. En esta línea fue M. Minsky quien las utilizó por primera vez en IA en 1975, al proponer el concepto de "frame" o marco para la visión artificial. Según M. Meya⁵³, se trata de una "teoría unitaria y global de los procesos cognitivos del ser humano, y por tanto aplicable al lenguaje como vehículo de expresión de estos mecanismos". El marco es una estructura de datos que recoge situaciones estereotipadas, situaciones en las que nuestra experiencia acumulada nos proporciona unas estructuras de conocimiento en las que encajar o con las que relacionar las nuevas situaciones.

R. Schank, cabeza de la conocida como Escuela de Yale, aplicó la teoría de M. Minsky al lenguaje. Sobresalen sus estudios sobre la comprensión y la organización de la memoria, los primitivos semánticos y la teoría de la dependencia conceptual. P.e. el sistema SPINOZA, que combina los primitivos semánticos (11 acciones primitivas) con conceptos tomados de la gramática de casos de Fillmore (agente, acción, objeto). Su modelo no está exento de críticas, por la dificultad de implementarlo en un ordenador y de determinar los elementos primitivos que puedan dar cuenta de los significados presentes en las lenguas naturales.

⁵² RAMSAY, A. M., *op. cit.*, pág. 34.

⁵³ *Op. cit.*, págs. 155-156.

Esta misma Escuela desarrolló la noción de guión o "script" como una manera de codificar conocimientos de tipo general, en este caso, la serie de actos que conforman una situación estereotipada compartida por hablante y oyente, para generar e interpretar historias relacionadas con los mismos.

En cuanto a las aplicaciones, ya en este período, como señala M. F. Verdejo⁵⁴, "empiezan a surgir los sistemas que después se convertirán en productos comerciales". En su mayoría se trataba de interfaces o sistemas de traducción automática, más sofisticados que los anteriores. Son, básicamente, sistemas basados en la semántica, en la psicolingüística y en las teorías cognitivas. Se atiende, por tanto, a aspectos textuales y extralingüísticos. En este sentido, la comprensión equivale a "determinar qué función tiene un objeto del mundo real o mundo posible, y qué relación tienen las partes con el todo"⁵⁵. Algunos de esos sistemas son: MARGIE, "Meaning Analysis, Response Generation, and Inference in English", sistema que a partir de un enunciado de entrada genera una representación semántica acorde con la teoría de la dependencia conceptual; SAM, "Script Applier Mechanism", que, dada una historia, la descompone conceptualmente en primitivos semánticos y después busca guiones relacionados con los conceptos; asimismo puede realizar inferencias, responder a preguntas, elaborar un resumen de la historia o traducirla; PAM, "Plan Applier Mechanism", que sigue el mismo funcionamiento que el sistema anterior, pero atendiendo a las metas y planes de los participantes en la comunicación; POLITICS, que hace uso de planes y guiones para representar distintas ideologías políticas.

Sin embargo, los sistemas que sobresalen del resto y que más repercusión han tenido son LUNAR y SHRDLU. Dos científicos de la NASA, R. Kaplan y W. Woods⁵⁶, desarrollaron el sistema LUNAR o LSNLIS, concebido para que pudiera responder a las preguntas que se le plantearan a la NASA sobre geología lunar a partir de su base de datos. Utilizaba como gramática una red de transición. Por su parte, T. Winograd desarrolló el que quizá sea el sistema más significativo, SHRDLU⁵⁷, basado en este caso en la gramática sistémica de Halliday. Simula el brazo de un robot que opera en un universo de bloques

⁵⁴ Cf. VERDEJO, M. F., *op. cit.*, pág. 63, y VERDEJO, M. F. y GONZALO, J., *op. cit.*, pág. 30.

⁵⁵ MEYA, M., *op. cit.*, pág. 150.

⁵⁶ Éste último es el autor a quien se debe el uso de las redes de transición aumentadas, formalismo gramatical que incorpora nociones del lenguaje de programación LISP y que, como dice R. Grishman, "ha llegado a ser una de las formas más populares de escribir gramáticas de lenguas naturales" (*op. cit.*, pág. 83), lo que desde luego es cierto para esta etapa.

⁵⁷ Vid. WINOGRAD, T. (1972): *Understanding Natural Languages*, San Diego, Ca., Academic Press, para una descripción detallada del sistema.

geométricos dispuestos sobre una mesa según las instrucciones que recibe. Este programa marca la transición hacia los sistemas denominados de segunda generación, al ser el primero en tratar en un mismo sistema temas como el análisis sintáctico, el análisis semántico, la identificación de referentes acudiendo al discurso previo, la representación del conocimiento, la solución de problemas, etc., y su respectiva interacción para comprender el lenguaje, eso sí, aplicados a un dominio muy restringido. Demostró que el nivel sintáctico estaba bastante dominado y que era hora de concentrarse en la semántica y en el discurso. Por lo demás, el programa de T. Winograd recoge perfectamente los objetivos de la IA:

This book describes a computer approach to the understanding of English. There are three kinds of reasons for writing a program such as the one it describes. First, there is the desire to build practical language-understanding systems which can increase the ability of computers to communicate with people. Second, underlying this is an attempt to clarify what language is and how it works in human communication. Finally, an understanding of language is a vital step in discovering the basic principles underlying intelligence³⁸.

Un ejemplo del diálogo típico que era capaz de llevar a cabo el sistema es éste³⁹:

1. *Pick up a big red block.*

OK.

2. *Grasp the pyramid.*

I DON'T UNDERSTAND WHICH PYRAMID YOU MEAN.

3. *Find a block which is taller than the one you are holding and put it into the box.*

BY "IT" I ASSUME YOU MEAN THE BLOCK WHICH IS TALLER THAN THE ONE I AM HOLDING.

OK.

4. *What does the box contain?*

THE BLUE PYRAMID AND THE BLUE BLOCK.

5. *What is the pyramid supported by?*

THE BOX.

...

En definitiva, lo más característico de los sistemas de esta segunda etapa es: i) su estrecha relación con las teorías lingüísticas que los sustentan; ii)

³⁸ WINOGRAD, T., *op. cit.*, págs. 1-2.

³⁹ Tomado del diálogo de muestras que ofrece WINOGRAD, T., *op. cit.*, en las págs. 8-15; págs. 8-9.

que están centrados en el nivel semántico; iii) el interés por descubrir qué es comprender (orientación psicológica) y cómo hacer explícito el conocimiento general; iv) que la mayoría son sistemas para el inglés; v) y que se refieren a dominios restringidos.

3.4. Tercera etapa: de finales de los 70 a finales de los 80

La década de los 80 se caracteriza, por un lado, por una vuelta a la lingüística, con la aparición de nuevos formalismos lógico-gramaticales, más sencillos que la gramática generativo-transformacional, en los que se demuestra un gran interés por el léxico y su recopilación computacional; y, por otro lado, por el auge que cobra la lógica como lenguaje de representación del significado y del razonamiento en IA, con el consiguiente desarrollo de lenguajes de programación lógicos o de alto nivel, más adecuados para el tratamiento computacional del lenguaje.

Así es como surge toda una familia de gramáticas llamadas de *unificación*, que incorporan la operación de unificación del lenguaje de programación PROLOG. Son teorías lingüísticas directamente aplicables para el tratamiento computacional del lenguaje. La gramática de cláusula definida de Pereira y Warren en 1980 fue la primera de este tipo, a la que le han sucedido en la actualidad diferentes variantes: *gramática de estructura de frase generalizada*, *gramática léxico-funcional*, *gramática de unificación funcional*, etc.

Para K. Sparck Jones⁶⁰ éste es, además, un período de crecimiento y de consolidación, animado por el logro de mejores sistemas y resultados a nivel práctico. El nivel sintáctico estaba perfectamente fundamentado, lo que estimulaba el trabajo en otros niveles, como el del discurso y el del léxico. Éste resultaba de vital importancia en los nuevos formalismos gramaticales y los sistemas de traducción automática, campo que había vuelto a renacer con fuerza, sobre todo gracias al impulso recibido desde la Unión Europea y Japón. Algunos de los sistemas de traducción automática más representativos del momento son: Taurm-Méteo, que traduce de forma totalmente automática partes meteorológicas entre el inglés y el francés en Canadá, o EUROTRA, el proyecto de traducción multilingüe de la Comunidad Europea. Además, resurge el acercamiento conexionista, con la introducción de estadísticas.

Quizá este impulso global del campo, tanto a nivel teórico como práctico, es el que conduce a la citada autora a observar síntomas de una cierta división entre aquéllos que se centran en cuestiones puramente científicas o de

⁶⁰ *Op. cit.*, pág. 9.

investigación básica y entre los que preferían concentrar sus esfuerzos en las aplicaciones prácticas. Es decir, con la consolidación de la disciplina los intereses de los investigadores se especializan y diversifican, y la parte aplicada va ganando terreno poco a poco. Así, empiezan a llegar al mercado los primeros sistemas comerciales (interfaces, sistemas de traducción automática y sistemas para el procesamiento textual). En este sentido, asistimos a la aparición de las denominadas *industrias de la lengua*, como consecuencia de la participación de gobiernos e instituciones públicas y privadas. Como señala M. F. Verdejo⁶¹:

Desde el punto de vista de las aplicaciones, en esta década [la de los 80] se ha iniciado una actividad comercial, han surgido compañías especializadas, grandes corporaciones han creado sus propios productos para sus necesidades específicas y se ha comenzado a hablar de un posible sector de Industrias de la Lengua.

3.5. Cuarta etapa: de finales de los 80 a la actualidad

Por último, a partir de los 90 se observa un cambio de tendencia significativo. Se considera que los avances teóricos y las inversiones realizadas en la década previa no se han concretado en los avances esperados. Para M. F. Verdejo y J. Gonzalo⁶², las causas son tres: i) la ausencia de recursos léxicos generales (se había favorecido el trabajo en dominios específicos); ii) la nula reutilización de los recursos existentes; y iii) el elevado coste que supone la elaboración de recursos y aplicaciones a escala real. Para paliar esta situación, en los 90 se tiende, según A. Moreno Sandoval⁶³, por una parte, a la búsqueda de aplicaciones realistas, de sistemas prácticos (correctores gramaticales, ayudas para la traducción o traducción asistida), y, por otra parte, a la ampliación de la cobertura de los sistemas a cualquier tipo de texto y dominio, en un "claro giro hacia la parte más aplicada y comercial". Otras características de este nuevo giro en la disciplina serían: el procesamiento a gran escala, propiciado por la cada vez mayor capacidad de los ordenadores; el interés por formalismos adecuados para expresar la información léxica; el uso de corpus como fuente de datos para la sintaxis y la semántica; el procesamiento textual y la recuperación de información como áreas destacadas, sobre todo debido al auge de Internet; la introducción, para poder tratar cantidades tan grandes de datos, de técnicas estadísticas; el desarrollo de sistemas

⁶¹ *Op. cit.*, pág. 65.

⁶² *Op. cit.*, pág. 30.

⁶³ *Op. cit.*, pág. 45.

orales en ámbitos como la traducción y las interfaces; la unión del tratamiento del habla y del texto; una preocupación creciente por la evaluación; y, por último, la reutilización de recursos. Precisamente el papel destacado de éstos ha provocado que se empiece a hablar de *ingeniería lingüística*, denominación que tiende a sustituir a la de PLN en la actualidad:

Otra tendencia aún inmadura, pero que constituye una preocupación creciente de empresas, investigadores y fuentes de financiación (Comunidad Europea y Agencias norteamericanas), es la de la reutilización, no sólo de los recursos léxicos, sino también del software. Esta tendencia se ha reflejado en un cambio de nombre para la disciplina, que pasa poco a poco a conocerse como «Language Engineering» (Ingeniería Lingüística)⁶⁴.

Algunos ejemplos de los productos actuales del PLN son: *Babel Fish*, traductor automático de la casa Systran que opera en el buscador web Altavista, que recibe más de un millón de peticiones al día; el proyecto de traducción oral de British Telecom en el ámbito de los negocios⁶⁵; *Candide*, sistema de traducción automática de IBM que se apoya en técnicas estadísticas; sistemas de corrección automática de exámenes; asistentes para el aprendizaje de la lecto-escritura⁶⁶, etc.

4. Conclusión

Los antecedentes más remotos de la IA y del PLN se pueden buscar en la antigüedad, en la tradición de la lógica y la filosofía, como intentos de mecanización del razonamiento. Pero fue el desarrollo de las matemáticas el que permitió la automatización de los cálculos, identificando en el siglo XIX la inteligencia con el cálculo lógico-matemático. Sólo en el siglo XX, gracias al desarrollo de la ingeniería electrónica y la llegada de los primeros ordenadores digitales, la cuestión pasó a plantearse en otros términos: el ordenador como máquina capaz de procesar información, símbolos de acuerdo con una secuencia de instrucciones o algoritmo. Esta hipótesis abrió la puerta a la analogía mente-ordenador y a la concepción de la conducta inteligente como algo formalizable y simulable en un ordenador. Se trata del *simbolismo*, for-

⁶⁴ VERDEJO, M. F. y GONZALO, J., *op. cit.*, pág. 31.

⁶⁵ Vid. HUTCHINS, W. J. y SOMERS, H. L. (1995 [1992]): *Introducción a la traducción automática*, Madrid, Visor, pág. 433 y ss.

⁶⁶ Vid. JURAFSKY, D. y MARTIN, J. H., *op. cit.*, págs. 9-10, o COLE, R. A. et al. (eds.) (1996): *Survey of the State of the Art in Human Language Technology*, National Science Foundation and European Commission. Publicación electrónica en: <http://cslu.cse.ogi.edu/HLTSurvey/HLTSurvey.html>.

mulado por A. Newell y H. A. Simon, según el cual el cerebro humano y el ordenador digital, aunque totalmente diferentes en estructura y mecanismos, poseen a cierto nivel de abstracción una descripción funcional común: ambos son dispositivos que generan conducta inteligente manipulando símbolos por medio de reglas formales, es decir, ambos son sistemas físicos de símbolos. De esta forma, la inteligencia es independiente del nivel físico; la hipótesis funciona con independencia de que los símbolos físicos sean redes de neuronas en el cerebro o estados eléctricos en el ordenador.

El encuentro en Dartmouth en el verano de 1956 marca la fecha de nacimiento oficial de la IA. Tras una etapa inicial de euforia (hasta finales de los 60), llegaron los 'años negros', en los que las pretensiones se volvieron más modestas. Se buscan en la psicología nuevos modos de organizar el conocimiento para plasmarlo en los ordenadores. También, en vez de pretender simular la inteligencia en general, se centran en dominios concretos, con lo que a mediados de los 70 surge la noción de *sistema experto*. Lo que caracteriza al experto humano es su conocimiento sobre un problema más que sus capacidades generales de resolución de problemas. Como consecuencia de los logros obtenidos, la IA se impone en el mundo industrial, lo que Feigebaum denominó en 1977 *ingeniería del conocimiento*. En la actualidad la IA está en una fase de madurez y consolidación, centrada en el paradigma de las *redes neuronales* o *conexionismo*, rechazada en un primer momento, lo que supone un resurgir de la vieja *cibernética* de Wiener de los años 40, de clara inspiración neurológica. En aquel entonces se esperaba aprehender los fenómenos cognitivos mediante una simulación del material biológico en el que toman cuerpo. Por el contrario, la IA actual busca la simulación del comportamiento cognitivo sin modelizar el sistema nervioso. El modelo informático se aleja cada vez más de la realidad biológica. La inteligencia se entiende como estadísticas.

La evolución del tratamiento del lenguaje ha sido en cierto modo paralela a la de su disciplina madre, la IA, dentro de la cual desempeña un papel básico: desde unos titubeantes inicios en el ámbito de la traducción automática y las primeras interfaces en lengua natural dentro del paradigma simbolista, que apenas analizaban la lengua en cuestión, pasando por un período de consolidación con el desarrollo de formalismos sintácticos y semánticos adecuados, hasta la actualidad, en la que se impone un acercamiento empírico, basado en grandes corpus de datos que son tratados con técnicas estadísticas. Por otra parte, el impacto de las aplicaciones a la que dado pie el PLN es tan evidente que ya está integrado en nuestras vidas de diferentes formas. Hace una década ya lo pronosticaban R. Weischedel *et al.*⁶⁷:

⁶⁷ WEISCHEDEL, R. *et al.* (1990): *Natural Language Processing*, Annual Review of Computer Science, Vol. 4, págs. 435-452; pág. 451.

The impact of a breakthrough in computer use of natural languages will have as profound an effect on society as will breakthroughs in superconductors, inexpensive fusion, or genetic engineering. The impact of NLP [Natural Language Processing] by machine will be even greater than the impact of microprocessor technology during the last 20 years. The rationale is simple: Natural language is fundamental to almost all business, military, and social activities; therefore, the applicability of NLP is almost limitless.

NL analysis and generation could revolutionize our individual, institutional, and national ability to enter, access, summarize, and translate textual information. It could make interaction with machines as easy as interaction between individuals.

El fin último del PLN es obtener sistemas que puedan dialogar con el hombre, si es posible de forma oral, utilizando una lengua natural y no un lenguaje artificial de interrogación. Para llevar a cabo este objetivo, previamente debe dar cuenta de todos los niveles que la lingüística distingue: desde el fonético y fonológico hasta el pragmático, pasando por el morfológico, sintáctico y semántico, una tarea nada fácil si tenemos en cuenta que dentro de la propia lingüística no existe consenso sobre la forma más adecuada de describir cada uno de éstos ni sobre las bases cognitivas que los sustentan. Por este motivo, el PLN con frecuencia acude a otras disciplinas, como la propia IA, la psicología, las matemáticas, la lógica, etc. en busca de soluciones más apropiadas para los problemas que se le plantean.

Por último, en el PLN está presente la doble orientación de la IA, ya que su empeño de dominar y reproducir el lenguaje con medios computacionales puede obedecer a una finalidad práctica, aplicada, que busca la utilidad, o a una finalidad más bien teórica, científica, que se fija como meta la indagación del funcionamiento de la mente humana en lo que al procesamiento lingüístico se refiere, para lo que utiliza los ordenadores como banco de pruebas de sus teorías. Cualquiera que sea la perspectiva adoptada, el tratamiento del lenguaje ofrece dificultades que quizá sean insalvables, por lo que puede que no nos quede más remedio que seguir soñando con máquinas "inteligentes", aunque a lo mejor un día un "meca", como David de A.I., desarrolla la capacidad de soñar y de creer en sus sueños, algo que por el momento sólo está al alcance del ser humano.