

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LENGUAJE NATURAL

LEANDRO HERRERA y DIEGO MUÑOZ
Universidad de Chile

Desde los inicios de la Inteligencia Artificial, el lenguaje natural ha sido una de las áreas de mayor interés, donde se ha volcado considerable esfuerzo científico multidisciplinario. Este trabajo se ha reflejado en avances teóricos y prácticos de gran relevancia, algunos de los cuales son referidos y reseñados en el presente artículo. El común denominador de todas las realizaciones exitosas es una adecuada restricción de dominio que reduzca la ambigüedad y permita manejar el problema de extracción de sentido. En esta línea es esencial avanzar más allá del análisis sintáctico hacia una integración con modelos de conocimiento que permita establecer una relación lenguaje-realidad que se aproxime más a las características y capacidades humanas.

INTRODUCCIÓN

El análisis y la comprensión del lenguaje natural es uno de los mayores anhelos de la disciplina de la Inteligencia Artificial. La razón es simple: la Inteligencia Artificial busca, como ciencia, la comprensión profunda de la Inteligencia. La definición de esta capacidad, la precisión de sus características y la comprensión de sus límites y alcances constituyen un problema de gran magnitud y complejidad (Muñoz y Herrera 1988).

Para comprender la inteligencia, la disciplina que llamamos Inteligencia Artificial construye modelos computacionales de labores que requieren de dicho atributo. El objetivo último de la Inteligencia Artificial sería la construcción de un ente casi humano capaz de comunicarse en la misma lengua y con la misma competencia de sus interlocutores humanos. Sin duda que ese objetivo está aún muy lejano. Se intentará reseñar, muy sucintamente, las razones lingüísticas que dificultan su consecución, sin entrar en el análisis de razones de orden ético, psicológico, moral, entre otras.

ORIENTACIONES Y EXPERIENCIAS EN LENGUAJE NATURAL

El problema de la comunicación entre el ser humano y la máquina

No es difícil imaginar un futuro en el cual sólo los especialistas en programación interactuarán con los computadores mediante teclados. Cabe suponer que aquellas personas que requieren del computador solamente para realizar actividades propias de su trabajo (los que constituyen la inmensa mayoría de los profesionales, técnicos, intelectuales y obreros especializados) se dirigirán a los ordenadores hablándoles en su idioma natural, obteniendo similares respuestas mediante un sintetizador de voz humana, además de las otras formas estándares ya existentes como pantallas que contengan tablas, gráficos o imágenes, informes impresos y archivos de resultados. La

razón de fondo de esta tendencia previsible radica en el hecho de que los seres humanos nos comunicamos eficientemente por medio del lenguaje oral, en cambio, la escritura sobre teclados nos resulta lenta y tediosa. Esto sin mencionar siquiera que la interacción con el computador actual requiere del aprendizaje de un lenguaje especial que la máquina pueda comprender, lenguaje que utiliza cierta sintaxis muchas veces compleja, comandos especiales con varias opciones a especificar, secuencias definidas de instrucciones y ciertos conocimientos acerca del funcionamiento y capacidad del equipo.

Por cierto que el problema no está en lograr que el computador pueda reconocer e interpretar los sonidos de la voz (traduciéndolos en letras, palabras y oraciones) y que pueda sintetizar voz similar a la humana para entregarnos una respuesta. Este problema, si bien difícil, ya ha sido objeto de avances prácticos muy impresionantes. La parte medular y más relevante del problema es conseguir que un computador logre extraer el sentido contenido en una frase construida en alguna lengua natural. Debido a un gran avance en los aspectos computacionales, estamos hoy en una situación en que la urgencia está en el análisis sintáctico, con miras a la diseminación masiva de aplicaciones computacionales. En relación con este problema, se cuenta ya con muchos años de investigación y desarrollo, en los cuales se han visto avances prometedores aunque también indicativos de dificultades cuyo origen no se ubica en el terreno computacional sino que en el terreno lingüístico.

El problema de la extracción del sentido

La complejidad de la tarea de extracción del sentido (en el nivel semántico) tiene muchas raíces, que van desde la definición misma de *lenguaje* hasta los métodos de reducción de la incertidumbre asociada al significado de cada palabra dentro de una oración.

Considérese, por ejemplo, que para comunicar cualquier idea o cualquier descripción de acción, disponemos de una variedad de oraciones posibles para transmitir un mismo mensaje: "Jorge nació un 6 de agosto"; "Jorge está de cumpleaños el 6 de agosto"; "El único hijo de Estefanía (suponiendo que ella es la madre de Jorge) nació el 6 de agosto". ¿Cómo conseguir que un programa computacional concluya que las tres oraciones son equivalentes aun sin exigir que *entienda* lo que dice la oración equivalente, que es la tarea más difícil?

Considérese, además, que una misma palabra puede tener distintas lecturas a partir de una misma matriz semántica en el contexto de diferentes oraciones: "Llegaron a 80 metros de la cumbre"; "Está en la cumbre de su popularidad"; "La conferencia cumbre tuvo lugar en Río de Janeiro". ¿Cómo conseguir que un programa distinga estas distintas lecturas de una misma palabra?

Un tercer problema aparece cuando consideramos que la misma oración podría tener diferentes significados en contextos distintos (la ironía es un caso típico). Más aun, en un mismo contexto, dos personas pueden interpretar la misma oración de modo diferente, en función de sus experiencias y creencias individuales.

Además, ¿cómo incorporar elementos que resuelvan los problemas planteados por la existencia de sinónimos, homónimos y por palabras con significados múltiples, como por ejemplo: "No tengo *tiempo*", "El *tiempo* ha estado magnífico"; "La *luz* me cegó", "Al fin vi la *luz* (en mi razonamiento) y "*Luz* me saludó con afecto"?

No mencionaremos fenómenos mayores, derivados del arte literario, donde los significados buscados no tienen un correlato directo con las palabras utilizadas o con realidad conocida alguna, sino que buscan producir una sensación o imagen en el lector, quien ha de reconstruir individualmente la proposición del autor.

Todos éstos y otros problemas han significado una sorprendente dificultad para lograr que un computador converse congruentemente, en un sentido amplio. Sin embargo, hay interesantes experiencias que, aunque falibles y limitadas, pueden sorprender por su comportamiento pseudointeligente.

La experiencia de Eliza

Uno de los primeros programas de conversación fue Eliza, cuyo objetivo es simular el comportamiento de un terapeuta no directivo de la escuela rogeriana (Weinzenbaum 1966).

Eliza, programado originalmente sobre grandes computadores y cuyas versiones modernas pueden ejecutarse en computadores personales, logra ciertos resultados. La Figura 1 contiene un diálogo típico de este programa.

La lógica implantada en Eliza es simple y no realiza análisis sintáctico. De hecho, el programa se torna rápidamente predecible para un usuario; funciona con unas

All men are alike.
IN WHAT WAY?

My father.
LET'S TALK ABOUT YOUR FATHER.

They're always bugging us about something or other.
CAN YOU THINK OF A SPECIFIC EXAMPLE?

You are like my father in some ways.
WHAT RESEMBLANCE DO YOU SEE?

Well, my boyfriend made me come here.
YOUR BOYFRIEND MADE YOU COME HERE THAT'S INTERESTING.

You are not very aggressive.
WHAT MAKES YOU THINK I AM NOT VERY AGGRESSIVE?

He says I'm depressed much of the time.
I AM SORRY TO HEAR YOU ARE DEPRESSED.

You don't argue with me.
WHY DO YOU THINK I DON'T ARGUE WITH YOU?

It's true. I am unhappy.
DO YOU THINK COMING HERE WILL HELP YOU NOT TO BE UNHAPPY?

You are afraid of me.
DOES IT PLEASE YOU TO BELIEVE I AM AFRAID OF YOU?

I need some help, that much seems certain.
WHAT WOULD IT MEAN TO YOU IF YOU GOT SOME HELP?

My father is afraid of everybody.
REALLY, EVERYBODY?

Perhaps I could learn to get along with my mother.
TELL ME MORE ABOUT YOUR FAMILY.

My father is very fearful.
WHAT ELSE COMES TO MIND WHEN YOU THINK OF YOUR FATHER?

My mother takes care of me.
WHO ELSE IN YOUR FAMILY TAKES CARE OF YOU?

Bullies.
DOES THAT HAVE ANYTHING TO DO WITH THE FACT THAT YOUR BOYFRIEND MADE YOU COME HERE?

Figura 1: Diálogo típico de ELIZA, programa simulador de una sesión de terapia.

pocas claves (madre, padre, hermano/a, novio/a, computador/es y otras) que utiliza dentro de un ciclo concebido para construir preguntas a partir de palabras que el usuario (el supuesto paciente del sicólogo rogeriano) ha entregado anteriormente. Por ejemplo, Eliza puede contestar a la afirmación "I believe that" <X> con un "How long have you believed that <X>?"

También incorpora heurísticas de dirección de conversaciones, como repetir aproximadamente algo que el paciente ha dicho recién o inquirir mayores detalles sobre algún tópico identificado por una palabra clave ("Tell me more about your family"). El uso de frases que tienden a producir empatía es otro de sus trucos ("I am sorry to hear you are depressed"). A tal punto que, si el usuario digita "Computers worry me a lot!", Eliza contestará simplemente algo como "Do computers worry you?". Este tipo de respuesta se hace rápidamente predecible y es una limitación del sistema.

Parry y el Juego de las Imitaciones

Eliza y Parry (Colby 1975) son sistemas de palabras claves. Parry simula el rol de un paciente paranoide en una entrevista psiquiátrica. Los humanos interactúan con Parry desempeñando el papel del psiquiatra y, al principio, tienen el control de la entrevista. Sin embargo, cuando el sistema no comprende algo que se le ha dicho, utiliza algunas heurísticas potentes destinadas a distraer al entrevistador y quitarle la iniciativa: retomar un tópico anterior, introducir uno nuevo o formular preguntas tales como "Why do you want to know that?" (Foss 1990).

Parry pasó bien una prueba modificada del test de Turing (Turing 1950) que consiste en el "Juego de las Imitaciones", donde un interrogador C debe discernir, comunicándose sólo mediante un teclado, cuál de dos interlocutores, A y B, es una máquina. Parry logró desconcertar a cinco experimentados psiquiatras que fueron incapaces de distinguirlo de un paciente real (con un desorden paranoico crónico), conversando con ambos a través de terminales de computador (Heiser et al. 1979).

Avances posteriores a Eliza

Eliza es ampliamente superable con las tecnologías recientes. Un producto construido a partir de la lógica de Eliza, más la adición de un analizador sintáctico (*parser*) y algunos recursos de aprendizaje automático, logra efectos bastante superiores. Nos referimos a PC-Therapist, de Thinking Software Inc., cuya capacidad, según su autor, es muy superior a la de Eliza. Toda la conversación con este programa es almacenada y representada en el computador, de modo que estará disponible en la siguiente sesión de trabajo. Esto significa que su capacidad de conversación está en continuo crecimiento. Un diálogo con PC-Therapist se presenta en la Figura 2, pudiéndose observar la notable diferencia entre ambos programas.

Un punto importante es que esta conversación es más próxima al nivel humano, ya que PC-Therapist jamás responderá con las mismas frases de nuevo, lo cual constituye un notable avance sobre Eliza en sus diferentes versiones. Todas estas versiones se ejecutan en idioma inglés; todavía no se conoce públicamente una versión o producto de software equivalente capaz de manejar el español con el mismo nivel de habilidad. Es evidente que el cambio de idioma no es sencillo, ya que, por ejemplo, los sistemas verbales del español y el inglés se comportarían de diferente modo. Sin duda que

PC THERAPIST: How can I help you today, Joe?

> I am trying to show how smart you are compared to Eliza.

PC THERAPIST: The PC Therapist is far superior to the original Eliza.

> Do you feel it is really fair to criticize poor Eliza?

PC THERAPIST: Who ever told you that life is fair?

> Life is mostly a matter of luck.

PC THERAPIST: The harder you work, the luckier you get.

> My life is going pretty well right now.

PC THERAPIST: Life is what you make it, and only what you make it.

> What is the purpose of life?

PC THERAPIST: I think the purpose is to enjoy your life. You should go have a nice, lean, corned beef sandwich and enjoy...

> Bye

PC THERAPIST: Your outlook on life seems to be improving. See you next session.

Figura 2: PC – Therapist, una versión mejorada de ELIZA, incorporando aprendizaje y análisis sintáctico.

construir un equivalente de Eliza en español sería un avance interesante, lo que requeriría de la sistematización de las diferencias entre ambas lenguas. Tal sistematización podría utilizarse para la adaptación de muchos otros programas similares, incluso de aplicaciones de mayor complejidad.

Otra experiencia exitosa

En el terreno de las aplicaciones profesionales útiles se destaca Q&A (Symantec Corp), cuyo nombre proviene de Questions and Answers. Q&A contiene el Intelligent Assistant de Symantec, un paquete integrado (para ambiente OS/2) que además incluye una base de datos, un procesador de palabras y un generador de informes. Este programa acepta e interpreta preguntas o comandos en idioma inglés para tener acceso a información de una base de datos y puede escribir informes o artículos. Un ejemplo de comandos aceptables para Q&A son los exhibidos en la Figura 3.

Q&A surgió a partir de una investigación y un desarrollo computacional de la marina norteamericana. La marina disponía de bases de datos con interesante información sobre barcos. Esta información requería ser consultada en lenguaje natural, como única forma de hacerla accesible a muchas personas sin el entrenamiento necesario en los ambientes de consulta de los administradores de bases de datos. Así, tras la elaboración de millones de líneas de código computacional que significaron varios años de esfuerzo de muchos programadores, nació Intelligent Assistant.

El vocabulario de Intelligent Assistant era enorme, aunque estaba restringido solamente al dominio de barcos. La compañía Symantec eliminó el léxico específico de la aplicación naval y dejó un vocabulario general de unas 2.000 palabras, además de proveer un sistema de captura y adición de nuevas palabras al diccionario que se incrementa a medida que el usuario va construyendo su aplicación de base de datos.

 CONSULTAS

What's the name of the woman who manages the salespeople?
 Show me a list of all the customers from Maine.
 What department is John Smith in?
 What is Nina's salary?
 What is the average salary for each department?

COMANDOS (para cambiar o actualizar información)

Change John Smith's department to SALES.
 Double Nina's salary.
 Increase everyone's salary by 15%

Figura 3: Diálogos ilustrativos de Q & A.

El modo de funcionamiento de Intelligent Assistant es más o menos el que sigue: primero, analiza sintácticamente la oración y si en este proceso encuentra palabras desconocidas solicita que se las incorpore al diccionario. Una vez que el analizador de sintaxis encuentra todas las palabras, construye una frase más próxima al lenguaje de consulta de base de datos, la cual es presentada al usuario, quien debe confirmar si su requerimiento ha sido bien comprendido. De ser así, el sistema realiza la consulta especificada a la base de datos, obtiene la respuesta y la convierte en una oración en lenguaje natural, la que entrega al usuario.

Naturalmente, existen otros sistemas lingüísticos que permiten consultar sobre diversas materias, como manejo del sistema operativo DOS (ALVIN, de Thinking Software Inc.), problemas de la vida sexual (SEXPART, de Thinking Software Inc.) y preparación de informes (AUTOWRITER, de Thinking Software Inc.), a través de la revisión de una gran cantidad de artículos científicos o técnicos. Sin embargo, es preciso destacar que todos estos programas funcionan en inglés y explotan la estructura sintáctica de este idioma. Es posible que se encuentren también aplicaciones en japonés. No se sabe de la existencia de sistemas comerciales de funcionalidad y tamaño equivalentes en español.

La generación de lenguaje

Un área de lenguaje natural que ha tenido éxito especial ha sido la de generadores de lenguaje en dominios limitados, cuya pretensión y grado de dificultad de construcción es bastante menor que la de un analizador sintáctico. El generador no requiere manejar todas las variables expresivas ni la complejidad global del lenguaje, sino que utiliza frases simples, sin grandes pretensiones estilísticas o estructurales. Los generadores tienen un resultado final claro como objetivo: producir lenguaje gramatical coherente (Hovy 1992), similar al empleado en informes simples, hechos habitualmente en las organizaciones.

Después de alrededor de quince años de trabajo, los investigadores de esta área han desarrollado un cuerpo sustancial de conocimientos y técnicas (Hovy et al.).

Especulaciones sobre el desarrollo futuro de la disciplina

A partir de este breve examen de sistemas de lenguaje natural (por cierto que existen muchos otros) puede concluirse que cada uno de ellos logra funcionar porque se los utiliza en dominios restringidos. El sueño de la humanidad de producir una máquina capaz de reproducir todas nuestras habilidades está aún lejano. La razón básica de ello es que en el computador se debiera poder manejar al menos tanta información como la que maneja una persona normal. Esto, por ahora, constituye una tarea imposible de realizar.

De lo dicho se desprende que es fundamental concentrarse en las características del lenguaje más que en la forma en que el computador lo procesa, lo que, si bien simple, requiere de la creación de programas de extraordinaria complejidad. En primer lugar, hay que preguntarse qué es el lenguaje. En este sentido, las definiciones abundan, desde las biológicas, pasando por las neurofisiológicas y las antropológicas, hasta las computacionales, entre otras. Así, por ejemplo, desde la plataforma de la biología, Maturana plantea que "El lenguaje tiene que ver con coordinaciones de acción, pero no con cualquier coordinación de acción sino que con coordinación de acciones consensuales" (1991: 18). Con esto se quiere decir que se puede utilizar el lenguaje una vez que se ha establecido algún consenso o, en términos de la Inteligencia Artificial, cuando se ha acotado el dominio.

Lenguaje natural y modelos de conocimiento

Desde el punto de vista pragmático de la construcción de programas de computación, se ha dicho que "el lenguaje es una herramienta de comunicación acerca del universo. Es una herramienta efectiva, ya que las construcciones lingüísticas se relacionan naturalmente con las estructuras del universo descrito por el lenguaje" (Barnett 1990).

Es posible definir, en forma perfectamente diferenciada, los objetos y las acciones en el universo. En concordancia con lo anterior, el lenguaje tiene sustantivos (objetos) y verbos (acciones). Dado que los eventos ocurren en una secuencia temporal, en el lenguaje los verbos tienen marcación morfológica temporal. Este paralelo puede seguir extendiéndose, hasta establecer una correspondencia más completa.

Si el lenguaje humano se utiliza para comunicar información acerca del universo, es claro que la comunicación ocurrirá en la medida en que se logre construir un modelo de éste en el computador. Este modelo no es distinto, en principio, de los modelos cognoscitivos típicos de los sistemas expertos, los cuales se expresan mediante reglas del tipo SI {antecedentes} ENTONCES {consecuentes}, donde tanto los antecedentes como los consecuentes representan proposiciones lógicas referidas a objetos y acciones del universo.

En el caso de los sistemas expertos, la clave de su éxito reside en acotar el dominio adecuadamente. Vale decir, se trata de modelos de conocimiento que abarcan una parte limitada y reducida del universo. De aquí que sea muy distinta la magnitud del modelo si el objetivo propuesto es representar tanta información como la que maneja una persona cualquiera. De hecho, la magnitud de un modelo lingüístico completo hace imposible implementarlo en una máquina con las tecnologías disponibles en la actualidad. Además, de poder hacerlo, no sería necesariamente útil. Hasta ahora, los mayores éxitos de la Inteligencia Artificial se han conseguido mediante el abandono

momentáneo de la meta ideal máxima y restringiéndose a dominios limitados aunque útiles. La misma noción es aplicable al procesamiento de lenguajes naturales.

Traductores automáticos

Si se restringe el dominio, se pueden obtener resultados aceptables dentro de él. Por ejemplo, tómnese los traductores de una lengua natural a otra. Es una experiencia común en estos días encontrar instrucciones de uso de productos que vienen en varios idiomas. En algunos casos, las instrucciones en castellano llegan a ser absolutamente ininteligibles pero, si se conoce y se examina el texto escrito en el idioma original del producto, se observa que este fenómeno de incomprendibilidad del castellano se debe a una gran suma de errores de traducción, usualmente por una selección errónea de términos ambiguos en la traducción pero, también, por una desafortunada elección de los tiempos verbales en español.

La historia de los traductores automáticos viene de los años 50 y 60, cuando en los EE.UU. se financiaron diversos proyectos para traducción automática del ruso al inglés; la idea era muy simple pero la meta, muy ambiciosa, lo que produjo resultados poco felices. El procedimiento consistía en que, dado un texto en ruso, se debía tomar cada palabra y publicar su equivalente en inglés. Naturalmente, se esperaba encontrar ambigüedades y, en tal caso, se imprimirían todas las posibles traducciones separadas por una barra para, posteriormente, realizar una depuración con alguna persona que sólo conociera el idioma inglés (ver Figura 4).

Biological experiments, conducted on various / different cosmic aircraft, astrophysical researchers of the cosmic space and flights of Soviet and American astronauts with the sufficient / rather persuasiveness showed / indicated // pointed, that momentary / transitory / short orbital flights of lower / below than radiation belts / regions / flanges of earth / land / soil in the absence of the raised / increased // heightened sun / sunny / solar activity with respect to radiation are / appear / arrive report safe / not-dangerous // secure (Pierce 1966).

Figura 4: Salida de uno de los primeros traductores automáticos para una aplicación de biología espacial (la barra indica ambigüedad del término, i.e. se debe elegir una alternativa).

La crítica más iluminadora a los traductores automáticos provino del lingüista Bar-Hillel (citado en Pierce 1966) quien declaró que *no existe forma alguna de eliminar la ambigüedad de las palabras sin una comprensión profunda de qué significa la oración*. Es decir, en los términos de la Inteligencia Artificial, se debe definir correctamente el dominio y, sólo entonces, las palabras tendrán una ambigüedad manejable.

Los traductores funcionan mejor al restringírseles el dominio y al agregarles un analizador sintáctico de la lengua original, vale decir, construyendo traductores especializados para artefactos eléctricos, vehículos, artículos de tocador, herramientas, etc. El esfuerzo de segmentación vale la pena, pues aumenta la calidad del producto terminado (la traducción) y disminuye el tamaño del programa a ejecutar (así como el esfuerzo en desarrollarlo). Habrá, en cada caso, una gran área común en cuanto al analizador sintáctico, al programa que contiene la lógica de traducción y al generador de frases en el lenguaje de destino final. Aun hoy, la depuración por una persona nativa del lenguaje de destino es imprescindible.

CONCLUSIÓN

La restricción de la amplitud del modelo permite manejar el hecho de que una misma acción u objeto puede ser especificado mediante una gran variedad de oraciones equivalentes. Dado que la variedad de acciones con igual significado depende del modelo (y no del lenguaje propiamente tal), la utilización de modelos acotados permite incorporar las reglas necesarias para detectar las similitudes o equivalencias. Por cierto que estas reglas, válidas en un dominio bien preciso, podrían llevar a contradicciones o errores flagrantes en un dominio diferente.

Lo que se debe destacar es que la construcción de un modelo cognoscitivo implica un cambio de enfoque del problema del procesamiento de lenguaje natural. Esta nueva posibilidad puede ser fructífera ya que se aproxima mucho más al modo humano de hacer las cosas, integrando y potenciando diversos aportes del campo de la Inteligencia Artificial.

REFERENCIAS

- BARNETT, J., K. KNIGHT, I. MANI y E. RICH. (1990). Knowledge and natural language processing. *Communications of the Association for Computing Machinery*, Vol. 3, 8: 52-71.
- COLBY, K.M. (1975). Artificial paranoia: A computer simulation of paranoid processes. Nueva York: Pergamon Press.
- FOSS, D. (1990). Dehumanized people and humanized programs: A natural language understanding view of *Being There*. *Sigart Bulletin*, Vol. 1, 3-7.
- HEISER, J.F., K.M. COLBY, W.S. FAUGHT y R.C. PARKISON. (1979). Can psychiatrists distinguish a computer simulation of paranoia from the real thing? The limitations of Turing-like tests as measures of the adequacy of simulations. *Journal of Psychiatric Research* 15: 149-162.
- HOVY, E. (1992). A new level of language generation technology: Capabilities and possibilities. *IEEE Expert*. April 1992, pp. 12-17.
- HOVY, E.H., D.D. McDONALD y SH. R. YOUNG. (1989). Current issues in natural language generation: An overview of the AAAI Workshop on Text Planning and Realization. *AI Magazine*, Vol. 10, 3: 27-29.
- MATURANA, H. (1991). *Emociones y lenguaje en educación y política*. Santiago: Hachette, 2ª edición.
- MUÑOZ, D. y L. HERRERA. (1988). Inteligencia artificial: Realidad o sueño. *Creces*, noviembre 1988, pp. 37-46.
- PERCE, J.R. (1966). Language and machines: Computers in translation and linguistics. Publication 1416, National Academy of Sciences, National Research Council, USA.
- TURING, A.M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind* 59: 433-460. Reimpreso en E. Feigenbaum y J. Feldman (Eds.), (1963) *Computers and thought*. Nueva York: McGraw-Hill, pp. 11-35.
- WEINZENBAUM, J. (1966). Eliza - A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the Association for Computing Machinery* 19: 36-45.