

UNA INTRODUCCION LOGICO-LINGÜISTICA A LA INFORMATICA

*Grupo "Embolic", abril 1987**

Vicent BAGGETO I TORRES

Anacleto FERRER MAS

Javier GARCIA RAFFI

Luis GARCIA TRAPIELLO

Jesús GINER PELLICER

Francesc J. HERNANDEZ I DOBON

Bernardo LERMA SIRVENT

1. INTRODUCCION

Concebida la introducción a la Informática en el marco de la instrucción lógica de los alumnos de Secundaria, la dificultad estribará en que sin perder la Lógica su carácter de disciplina autónoma —en tanto que sistema formal— pueda ser comprendida y explicada como un elemento muy importante en el proceso hominizador, como un aspecto —“estructural”— del pensamiento del hombre. Aunque somos conscientes de que esta forma de introducir la Lógica comporta ciertos “riesgos”, por cuanto que nos obliga a reconocerla en un lenguaje —el ordinario— que escapa a los estrechos límites del lenguaje formal, entendemos que esta visión “integradora” de la Lógica sólo se puede dar desde una perspectiva lingüística, es decir, rastreando en el lenguaje natural —que es su modo de expresión— las estructuras lógicas “latentes” en el pensamiento.

Llegaremos a la Lógica a través de ciertas “puertas” de entrada (Antropología y Lingüística) y no tanto por el condicionamiento académico de tener que encontrar un nexo entre ciertas partes del temario en el que se inserta esta disciplina, cuanto por entender que el sentido que pueda tener para un alumno de B.U.P., pongamos por caso, ésta su primera toma de contacto con la Lógica, y por extensión con los fundamentos de la Informática, es más el reconocer —con un mínimo de rigor— las estructuras lógicas en los diferentes lenguajes con los que habitualmente ha de vérselas —científico, moral, político, coloquial...— que el limitarse al aprendizaje de los diferentes procedimientos de deducción, cosa que, dicho sea de paso, nos parece que puede tener un gran interés, si se despoja de su carácter rutinario y mecánico.

A tenor de esta manera de entender la Introducción a la Lógica y de la Lógica, no se puede obviar que optando por una “versión” lingüística —desde la perspectiva

* Grupo EMBOLIC: *Logos para legos*. Ed. MESTRAL, Valencia 1987.

del lenguaje ordinario—, habrá que entenderse las con una serie de problemas nada desdeñables y que no por tratarse de un curso de “iniciación” podemos dejar aparcados o, en el peor de los casos, mal disimulados. Entre esos problemas “acechantes” tal vez el que ofrezca una dificultad mayor sea el de la traducibilidad o intraducibilidad del lenguaje natural al lenguaje formal, cuya posibilidad de automatización abordaremos más adelante; este problema resulta especialmente importante por cuanto su solución satisfactoria nos dará la clave para poder “reconocer” “lo lógico” en “lo lingüístico”, empresa harto dificultosa en la medida en que la Lógica —entendida en el sentido extensional— es pura Sintaxis, mientras que el Lenguaje requiere para ser usado y comprendido correctamente de la Semántica y la Pragmática, dimensiones que, obviamente, no son centrales en la Lógica. Por otra parte, pensamos que ese reconocimiento de las estructuras lógicas no ha de hacerse a partir de un lenguaje “amañado”, artificioso, sino del lenguaje que podríamos calificar de habitual, es decir, el de la Literatura, el de la Prensa, etc.

Perfiladas las “entradas” a la Lógica, el mismo interés didáctico nos lleva a abo-carla a sus aplicaciones más inmediatas: al *conocimiento científico*, que obviamente prelude la introducción de la técnica instrumental informática, y a la *acción humana*, terreno éste especialmente sugestivo, ya que se ha superado el estadio de la mera ficción y se ha planteado desde el poder (“Guerra de las Galaxias”) la posibilidad de que en un futuro no muy remoto se deleguen ciertas parcelas de la responsabilidad humana —especialmente en la esfera militar— en las máquinas “inteligentes” que ya estarán en condiciones de “evaluar decisiones”. Por otra parte, y sin tener que remontarse al terreno de las relaciones entre la praxis humana y la Informática, nos encontramos con que las relaciones entre el discurso moral, jurídico, político, etc. y la Lógica (o su ausencia) son tan ostensibles que no podemos dejar de tomarlas en consideración. Desde esta perspectiva general de “contextualización” del discurso lógico o informático pensamos que es especialmente interesante la posible “conversión” de estos lenguajes a aquél. Será éste el tema que abordaremos a continuación al plantearnos el tópico anteriormente esbozado de la traducibilidad del lenguaje.

2. TRADUCIBILIDAD Y FORMALIZACION

Resulta claro que la Lógica necesita de un lenguaje formal, preciso y exacto, que le permita exponer con facilidad la forma lógica de los argumentos, es decir, un lenguaje artificial construido por los lógicos para este fin técnico, que soslaye la ambigüedad y la flexibilidad del lenguaje natural. Es conocido que la Lógica antigua fue incapaz de construir un lenguaje propio, al usar sólo un lenguaje semiformalizado en el que se utilizaban tanto partículas del lenguaje natural (“todos”, “algunos”, “son”), como símbolos para representar proposiciones o sentencias. Tal semiformalización impedía realizar cálculos y análisis, de un modo similar al que sustentaba el progreso matemático. El lenguaje formal, que permita el cálculo lógico, precisa un proceso de traducción del lenguaje natural. Pero ¿qué significa “traducir”? Desde una aproximación etimológica se aprecia la persistencia de “hacer pasar”, “facilitar el paso”, como nota significativa del concepto “trasladar”. Siguiendo entre otros a Emile Delavenay, desecharemos hacer uso de la palabra “traducir” cada vez que hay transferencia de un mensaje de un sistema de signos a otro. Utilizaremos la palabra “traducir” únicamente para indicar la transposición de un discurso en un lenguaje

natural a otro, en el que el texto remite al contexto (como conjunto de indicios que en su totalidad aclaran una de las partes). Analicemos pues el proceso de transposición a través de la denominada traducción automática realizada por ordenador.

El problema de la traducción es complejo y su automatización extremadamente difícil. Esta complejidad no sólo atañe a las traducciones de textos literarios de contenido poético, sino también a los ensayos de traducción de temática muy específica, como textos científicos, divulgativos o informes.

Entre las dificultades que se presentan en la traducción automática podemos señalar.

— Los diccionarios no incluyen todas las palabras posibles ya que prescinden de variaciones gramaticales necesarias, como son las terminaciones de género y número o los tiempos verbales.

— Las reglas gramaticales y de composición que rigen el idioma del texto original y las del texto traducido son diferentes e incluso totalmente dispares.

— La mayor parte de las palabras puede tener varios significados en el texto traducido, y el significado adecuado depende exclusivamente de un análisis correcto del resto de la frase o del contexto.

— Una palabra del idioma del que traducimos puede que no exista en el idioma al que traducimos, etc.

Problemas como éstos los puede resolver el traductor humano sin muchas dificultades, ya que, en situaciones límite, se puede recurrir a la reconstrucción del texto, pero el ordenador no es capaz de evaluar este tipo de decisiones debido a que trabaja mediante un programa de reglas fijas.

La manera actual de enfocar la traducción automática es aproximadamente ésta: a partir del texto original (texto fuente) se realizan diferentes análisis de tipo semántico, sintáctico y pragmático, los cuales constituyen tres niveles distintos de análisis del texto fuente, dando lugar a un lenguaje intermedio denominado "lenguaje pivote", que hace posible la traducción o texto traducido (texto objeto).

La mecánica del análisis de niveles es muy compleja pero puede ser descrita de la siguiente forma: se introduce una frase del texto fuente; el ordenador clasifica las palabras que la componen en orden alfabético. A partir de esta clasificación opera el primer nivel de análisis, el semántico, el cual consiste en utilizar el diccionario de la memoria y copiar, para cada una de las palabras del texto fuente, todos sus posibles significados, incluso los más desiguales. Una vez realizada esta función, se reordena la frase con la traducción de las palabras y sus diversos significados.

El segundo nivel de análisis, el sintáctico, atañe a la comparación de la construcción original del texto relacionándola con una posible estructura del texto traducido. También es analizada la relación mutua de cada palabra en la frase.

Un tercer nivel, el pragmático, intenta seleccionar la acepción adecuada de cada palabra mediante un análisis del contexto que permita fijar el significado preciso.

Con estos tres niveles se completa el "lenguaje pivote" que posibilita la traducción objeto, aunque muy aproximadamente. El segundo nivel, o análisis gramatical, es la parte más compleja de la traducción automática, ya que la mayor parte de los errores de traducción se producen al no detectar correctamente las excepciones a las reglas gramaticales, locuciones y expresiones especiales, que el tercer nivel no puede depurar a pesar de los análisis del contexto, tanto respecto a las frases precedentes, como a las siguientes, ajustando una y otra vez el sentido (figura 1).

über den Sternen vergiss das Herz seine Noth und seine Sprache (Hölderlin).

NIVEL SEMANTICO

- 1) über: sobre, encima de, más allá de...
- 2) den Sternen: estrella, astro (astronomía, astrología)...
- 3) vergiss (vergessen): olvidar...
- 4) das Herz: corazón, pecho (fig.)...
- 5) die Noth: necesidad, apuro, pena, miseria...
- 6) und: y, e.
- 7) die Sprache: lengua, idioma, lenguaje, habla...

NIVEL SINTACTICO

- 1) Preposición de dativo (Wo? ¿dónde?), preposición de acusativo (Wohin? ¿adónde?)...
- 2) Nombre: plural, masculino, dativo. Complemento circunstancial...
- 3) Verbo: indicativo, presente, tercera persona, singular...
- 4) Nombre: neutro, singular. Sujeto...
- 5) Nombre: acusativo, singular. Objeto directo...
- 6) Conjunción copulativa...
- 7) Nombre: acusativo, singular. Objeto directo...
- *) La ordenación usual de los elementos de la oración en castellano es: Sujeto - Verbo - Objeto directo - Objeto indirecto - Complemento circunstancial.

NIVEL PRAGMATICO

- *) Análisis del contexto para fijar el texto.
- 1) Preposición de dativo porque, en este caso, rige un dativo.
- 2) Estrellas, porque ni en el texto ni en el contexto se habla de astronomía ni de astrología.
- 3) Olvidar.
- 4) Corazón. Aunque el texto es poético no recurre al sentido figurado.
- 5) Miseria, apuro. El término "pena" equivale a "Leiden", y "necesidad" a "Bedürfnis" o "Notwendigkeit".
- 6) Y.
- 7) Lengua, lenguaje, idioma, habla.

LENGUAJE "PIVOTE"

Se reordena la frase según la estructura gramatical del idioma al que se va a traducir, incluyendo todos los significados posibles de cada una de las palabras del texto original.

"El corazón olvida su miseria/apuro y su lengua/lenguaje/idioma/habla sobre/encima de/más allá de las estrellas".

TEXTO TRADUCIDO

Como el ordenador es incapaz de tomar decisiones en el sentido de elegir la frase adecuada procede a generar tantas frases como combinaciones de elementos existan, produciendo un listado con las múltiples opciones para que el traductor humano decida la adecuada.

- 1) El corazón olvida su miseria y su lengua sobre las estrellas.
- 2) El corazón olvida su apuro y su lenguaje encima de las estrellas.
- 3) El corazón olvida su miseria y su habla más allá de las estrellas.

- n) El corazón olvida su miseria y su lenguaje más allá de las estrellas.

Recordemos que el texto total traducido por un traductor humano era: "Más allá de las estrellas olvida el corazón su miseria y su lenguaje".

FIGURA 1

Toda traducción supone siempre la interpretación del lenguaje natural: no es posible la traducción por identidad de un lenguaje natural a otro, ni mucho menos, de un lenguaje natural a uno formal. La relación que se da en la traducción es de equivalencia: se pasa del campo semántico de una palabra en un lenguaje natural a su equivalente en otro, también natural. Tampoco es posible la "transliteración" de una lengua a otra, a menos que se pase un texto palabra a palabra, letra a letra, de un sistema de signos a otro, como del alfabeto latino al alfabeto Morse o al sistema Braille.

En el caso de la traducción de un texto del lenguaje natural a un lenguaje formal, el proceso aún es más complejo: no es posible la transliteración porque no es útil para el cálculo lógico, pero tampoco se da la transposición del texto ya que no se puede buscar el equivalente de un campo semántico del lenguaje natural en otro del lenguaje formalizado, puesto que falta.

El proceso de formalización del lenguaje natural sólo es posible, pues, mediante la interpretación. Pero esta interpretación del lenguaje natural requiere un análisis pragmático, o de contexto, siempre subjetivo, del lenguaje natural a formalizar; por lo que no existe un mecanismo automático que posibilite la formalización del lenguaje natural, y por consiguiente los lenguajes naturales son parcialmente formalizables en función de los usos, contextos, expresiones, etc.

Esto no invalida, sin embargo, la necesidad de formalización, con el alcance que establecíamos, puesto que nos permite un extraordinario rigor en el cálculo, noción imprescindible para poder abordar la Informática.

3. CONSECUENCIAS DIDACTICAS DE NUESTRO ENFOQUE

Desde el punto de vista didáctico, creemos que es aconsejable, pues, llegar a la Informática a través de un proceso que, comenzando con las estructuras lógicas subyacentes a todo lenguaje natural, evidenciadas a lo largo del proceso de la formalización del lenguaje —pese a las dificultades señaladas al glosar el tema de la traducción— más la operatividad de tales estructuras, permitida por la utilización de las reglas del cálculo lógico, desemboca en una introducción a la Informática desde la Lógica, al mostrar cómo esas estructuras se mantienen dentro del ámbito informático.

Como remarcaremos en nuestra propuesta didáctica, la utilización por la Informática de conceptos tales como los de "información", "algoritmo", "puertas lógicas", etc., nos remite tanto a la formalización del lenguaje natural como al cálculo lógico.

De soslayar esta perspectiva, estimamos que se podrían producir diversos inconvenientes, tanto en el terreno educativo como en el propio campo informático. Así, por ejemplo:

— Es frecuente que el alumno aprenda a manejar el ordenador pero desconozca el entramado lógico subyacente, incurriendo en cierto "papanatismo" ante el ordenador, al restringir su conocimiento al mero adiestramiento en los lenguajes de programación.

— Además, si la orientación del profesor presenta la Informática como una técnica autónoma, dificulta la globalización y la interdisciplinariedad, necesarias a todo sistema educativo, lo que conduce a la desvinculación de la Informática del contexto cultural del alumno.

— Presentada esta disciplina como algo ajeno, el alumno incurre en posiciones acríticas. Lo que resulta paradójico cuando los recientes desarrollos producidos en Inteligencia Artificial llevan precisamente a la necesidad de plantear la traducción al lenguaje informático de técnicas de evaluación y decisión que sobrepasan el ámbito estrictamente técnico.

Apuntar estos inconvenientes no ha de confundirse con una minusvaloración del adiestramiento del alumno en los lenguajes de programación. Muy al contrario, las tesis expuestas apuntan a la ubicación de tal adiestramiento en un marco más amplio. Ahora, pues, es menester glosar el índice básico que nos permite efectuar el tránsito desde la perspectiva lógico-lingüística a la Informática y realizar una introducción básica a ésta.

4. DE LA LOGICA A LA INFORMATICA(*)

Una introducción a la Informática desde la perspectiva lógico-lingüística, en función de su mayor operatividad didáctica, en lugar de aquellas otras perspectivas de tipo más "calculista", ha de partir del estudio del concepto de "información" como medio de elaborar un conocimiento sistematizado de los hechos. Así pues, introduciremos la noción de "dato" como mínima cantidad de información susceptible de ser codificada y el de "código" como conjunto de reglas que permiten representar y transmitir datos.

Al conjunto de ciencias y de técnicas que intervienen en el tratamiento automático de una información lo denominaremos, en sentido amplio, informática, señalando que el medio automático más potente y eficaz para llevar a cabo dicho tratamiento es el ordenador. Esto nos permite presentar el ordenador como parte integrante de un sistema de información que se convierte en "sistema informático" debido a la manera automática de tratar la información como "proceso automatizado de datos", siendo necesario recalcar al alumno que los datos pueden ser presentados de forma digital o analógica.

Información y ordenador contribuyen a introducir el concepto de "entropía", como grado de desorganización o ambigüedad de un sistema, explicando la necesidad de reducir al mínimo el grado de entropía para mayor efectividad y rigor en el tratamiento de la información.

Se introduce luego el concepto de algoritmo que nos llevará al de programa como conjunto de pasos finitos y precisos para procesar una información. Contraponemos programa a método heurístico como proceso de evaluación global de problemas y de resultados progresivos. En el concepto de programa se menciona la necesidad de una secuencia predeterminada de pasos a seguir, que solamente puede ser variada mediante bifurcaciones condicionales o incondicionales previstas de antemano, que pueden generar un bucle o repetición de un pequeño fragmento de programa.

El estudio del "ordenador" se aborda desde la perspectiva del "Hardware" describiendo sus tres elementos básicos: memoria principal, unidad central del proceso

(*) Aquí se exponen las líneas generales de nuestro libro *Informática para desinformados*. Ed.: MESTRAL, Valencia 1987.

—que consta de la unidad aritmético-lógica y la unidad de control— y los periféricos. Estos tres elementos se interrelacionan de manera que se hace patente cómo se graba y organiza la información en el interior del ordenador, concretamente en la memoria principal. En este punto introducimos los conceptos de “bit”, “byte” (octeto), y “campo” de datos.

Para que el alumno tenga una visión diacrónica del “hardware” del ordenador se ofrece una breve historia del mismo desde el siglo XVII con Blaise Pascal hasta la llamada “quinta generación” de ordenadores que utilizan técnicas específicas de Inteligencia Artificial.

La perspectiva de la continuidad entre los discursos lógicos e informático se pone claramente de manifiesto en dos parcelas fundamentales de la Informática: en el “hardware”, en el diseño de circuitos lógicos, y en el “software”, en lo que respecta a lenguajes artificiales y a la programación. Que el alumno pueda reconocer la Lógica en la Informática es lo que confiere a esta manera de entender su enseñanza un gran valor didáctico.

La parte central que permite enlazar la Lógica con la Informática es la estructura lógica del ordenador, que aplica el cálculo lógico de enunciados a la construcción de circuitos eléctricos capaces de reproducir estructuras lógicas. La lógica de circuitos presenta elementos simples tales como puertas lógicas que posibilitan la construcción de circuitos lógicos, que a su vez forman complicadas redes. Hasta el presente, el punto de vista general para introducir conceptos informáticos y lógicos ha estado ligado al “hardware” del sistema informático (figura 2).

El “software” se presenta desde los lenguajes de programación, entendiéndolos como lenguajes artificiales con características específicas. Los conceptos de lenguaje de máquina y lenguajes de alto y de bajo nivel son descritos según sus funciones y con una breve relación explicativa de los lenguajes más usuales de los denominados de alto nivel.

La presencia de lenguajes de distintos niveles y de lenguaje de máquina se justifica por los diferentes procesos de traducción de los lenguajes de programación al lenguaje de máquina: Ensamblaje, compilación e interpretación, haciendo un breve comentario sobre cada tipo de traducción y sus características.

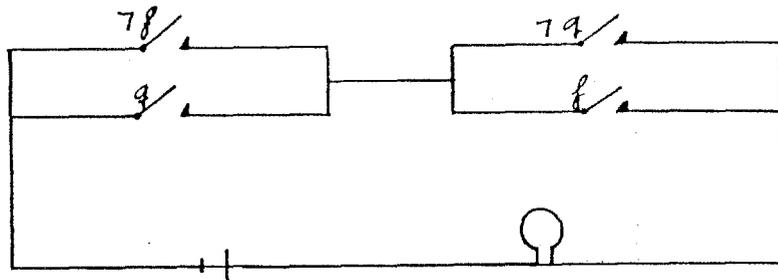
Otro tipo de nexo entre estructura lógica y programación es la denominada “lógica de la decisión”, donde se analizan las técnicas de ayuda a la programación más usuales, tales como: diagramas de proceso, organigramas, tablas de decisión, grafos y estructuras de árbol.

Para completar esta presentación de la informática desde la lógica mostraremos al alumno una aplicación informática al cálculo de enunciados, el denominado “algoritmo de Hao Wang” para la resolución de teoremas, que es un método de tipo sintáctico basado en la descomposición de fórmulas a partir del signo lógico principal de la misma.

Además del enfoque gradual de la Informática se parte del concepto de información —integrado en primer lugar en el “hardware” y posteriormente en el “software”— la lectura lógica de la informática también participa de esta introducción gradual y diferenciada: desde el “hardware” se señala la estructura lógica del ordenador, a partir de los propios circuitos y redes, y desde el “software” se presenta el lenguaje de programación como lenguaje artificial para un fin concreto, además de describir las técnicas básicas más usadas en la programación que constituyen la “lógica de la decisión”.

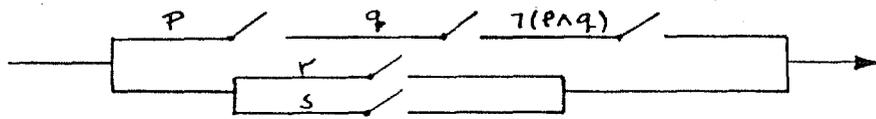
p	q	$p \rightarrow q$	$q \rightarrow p$	$p \leftrightarrow q$	$(p \rightarrow q) \wedge (q \rightarrow p)$
V	V	V	V	V	V
V	F	F	V	F	F
F	V	V	F	F	F
F	F	V	V	V	V

El equivalente de $p \leftrightarrow q$ es: $(\neg p \vee q) \wedge (\neg q \vee p)$, y su correspondiente circuito eléctrico:



$(p \wedge q) \rightarrow (r \vee s)$ y su equivalente sería $\neg(p \wedge q) \vee (r \vee s)$

Representada en el circuito eléctrico:



y su correspondiente circuito lógico:

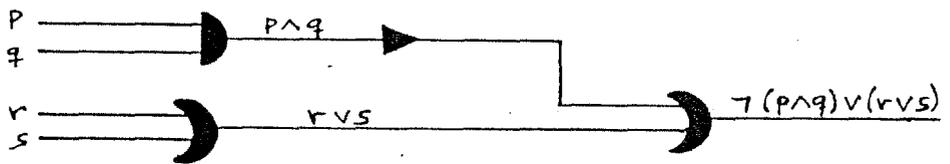


FIGURA 2

Con esta presentación de la Informática se establece un “continuum” con ciertos aspectos de la Lógica susceptibles de ser desarrollados informáticamente. Quienes apostamos por una visión integradora de la Enseñanza, que no segregue parcelas del conocimiento sino que integre las diferentes disciplinas en una perspectiva de conjunto, entendemos que incluso el “caso” de la Informática, a pesar de sus peculiaridades, puede ser resuelto optando por una posición humanista, e integradora, lo que en otro lugar ya habíamos denominado “paradigma crítico”(*)

(*) Grupo Emblíc: *Crítica de la didáctica de la Filosofía* (Gregal llibres, Valencia, 1985).

III JORNADAS NACIONALES SOBRE INFORMATICA EN LA ENSEÑANZA

BARBASTRO (Huesca). Del 1 al 4 de julio de 1987



ORGANIZADAS por el Centro Asociado de Barbastro de la Universidad Nacional de Educación a Distancia y la Universidad de Zaragoza.

PATROCINADAS por la Caja de Ahorros de Zaragoza, Aragón y Rioja.