

Los límites del modelo estándar acerca del componente semántico en el establecimiento de correspondencias analógicas*

Ricardo A. Minervino^{1,2,**}, J. Fernando Adrover¹ y Javier de la Fuente Arnanz³

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (Argentina)

²Universidad de Buenos Aires (Argentina)

³Universidad de Barcelona (España)

Resumen: Se postula que el tratamiento dado al componente semántico en los programas dominantes del establecimiento de correspondencias analógico (e.g., SME) reduce la semántica a la influencia de similitudes pre-establecidas sobre el emparejamiento de elementos proposicionales, y que la concepción teórica que subyace a este tratamiento supone importantes limitaciones. Se sostiene, junto a la teoría de percepción de alto nivel (TPAN), que los intentos de simulación computacional del establecimiento de correspondencias deberían proponerse incorporar en los programas habilidades semánticas tales como el establecimiento de similitudes contextuales y la construcción de representaciones de los análogos según las exigencias que plantea el establecimiento de correspondencias. Se apoya la idea de la TPAN de que programas como SME carecen de comprensión de las analogías que realizan y suponen un modo falaz de simulación computacional. Se postula que las respuestas dadas a las críticas formuladas por la TPAN no son adecuadas y que estas críticas deberían recibir mayor atención en el área del pensamiento por analogía.

Palabras clave: Analogía; establecimiento de correspondencias; semántica; modelos computacionales.

Title: The limits of the standard model about the semantic factor in analogical mapping.

Abstract: We argue that the treatment given to semantics by the standard programs of analogical mapping (e.g., SME) reduces semantics to the influence of pre-established similarities between propositional elements on the mapping of these elements, and that the theoretical conception under this treatment supposes serious limits. We claim, in accordance with the High Level Perception Theory, that attempts to simulate analogical mapping should aim to equip programs with semantic abilities such as the detection of contextual similarities and the construction of analogue representations in response to mapping demands. We agree with the High Level Perception Theory in that programs like SME do not understand the analogies they produce, and in that they suppose a fallacious way of computational modeling. We argue that the responses given to the criticisms formulated by the High Level Perception Theory are not adequate, and that these criticisms deserve more attention in the field of analogical thinking.

Key words: Analogy; mapping; semantics; computational models.

Establecer una analogía consiste en descubrir las similitudes estructurales que mantienen dos situaciones superficialmente diferentes (Gentner, 1983; Holyoak, 1984). Entre los subprocesos en que es descompuesto el proceso analógico (para una presentación detallada de estos subprocesos, véase de la Fuente & Minervino, 2004), el establecimiento de correspondencias entre los elementos de los análogos base y objetivo es considerado el paso central y definitorio del proceso analógico (Gentner, 1989; Holyoak & Thagard, 1989; Keane, Ledgeway, & Duff, 1994), y será el subproceso por el que nos interesaremos en este estudio.

Los modelos computacionales del establecimiento de correspondencias incluyen un conjunto de principios para reducir, por una parte, las múltiples formas alternativas en que pueden ser apareados los elementos del análogo base con los del análogo objetivo (*condiciones iniciales*), y, por otra, los diversos modos en que pueden ser agrupados los apareamientos generados a partir de estas condiciones iniciales (*restricciones*). Aunque las teorías sobre el establecimiento de correspondencias comparten la idea de que los programas deben incorporar este tipo de principios para evitar explosiones combinatorias que no son plausibles psicológicamente, difie-

ren con respecto a la naturaleza de estos principios y a su importancia relativa.

A partir de los 80, dos teorías han dominado la discusión acerca del establecimiento de correspondencias y la formulación de inferencias analógicas: a) la teoría de proyección de la estructura (TPE) de Gentner *et al.* (Gentner, 1983, 1989; Gentner & Markman, 1997), implementada computacionalmente en SME (Falkenhainer, Forbus & Gentner, 1989) y en I-SME (Forbus, Ferguson & Gentner, 1994); y b) la teoría de las múltiples restricciones (TMR) de Holyoak, Thagard *et al.* (Holyoak, 1984; Holyoak & Thagard, 1989, 1995), implementada en ACME-CWSG (Holyoak & Thagard, 1989; Holyoak, Novick & Melz, 1994) y en LISA (Hummel & Holyoak, 1997, 2002). (Para un panorama general sobre la historia de los modelos computacionales de pensamiento por analogía, véase French, 2002; para una revisión sobre los modelos de establecimiento de correspondencias más importantes, véase Ripoll & Coulon, 2001). SME y ACME-CWSG constituyen los programas más desarrollados y puestos a prueba por la TPE y la TMR, respectivamente, por lo que en este trabajo centraremos en ellos nuestros análisis.

La diferencia más destacable entre la TPE y la TMR como teorías del establecimiento de correspondencias consiste en que mientras que la primera sostiene que los principios pragmáticos operan sólo antes y después del establecimiento de correspondencias (Gentner, 1983, 1989; Gentner & Markman, 1997), la segunda mantiene en cambio que estos principios actúan también durante este paso (Holyoak & Thagard, 1989, 1995). Las teorías coinciden de forma importante en cuanto a los principios sintácticos y semánticos que

* La preparación de este artículo ha sido facilitada por el Subsidio de Investigación P030, programación 2004-2007, de la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires, concedido al primer autor de este trabajo.

** **Dirección para correspondencia [Correspondence address]:** Ricardo A. Minervino. Av. Seguro 3842, 2do. Piso, Dpto. D 1419 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
E-mail: rminervino@ciudad.com.ar

operan en el establecimiento de correspondencias, aunque estos principios han sido tratados como reglas estrictas por la TPE y, en su mayoría, como presiones flexibles por la TMR.

En este estudio nos interesaremos exclusivamente por el problema del papel del componente semántico en el establecimiento de correspondencias. El objetivo central de este trabajo consiste en defender la idea de que el tratamiento que recibe el componente semántico en programas como SME y ACME padece de importantes insuficiencias, y que estas insuficiencias se deben en buena medida a una concepción inadecuada que mantienen la TPE y la TMR acerca del rol de lo semántico en el establecimiento de correspondencias. Es importante aclarar que no está entre nuestros objetivos hacer un análisis crítico de los límites y posibilidades de las diversas arquitecturas en las que se han intentado implementaciones computacionales del establecimiento de correspondencias (e.g., simbólicas, híbridas o conexionistas), ni de los diversos formatos representacionales utilizados en dichos intentos, así como tampoco sugerir caminos de solución en este plano. Nuestro único propósito consiste en hacer un análisis crítico de la concepción teórica del papel de la semántica en el establecimiento de correspondencias que subyace a los programas que analizaremos. Creemos que si no se advierten las insuficiencias de esta concepción, los intentos de implementación computacional serán inevitablemente descaminados. Nuestra crítica extiende la que ha hecho a estos modelos la teoría de percepción de alto nivel (TPAN), de Hofstadter *et al.* (Chalmers, French, & Hofstadter, 1992; Hofstadter & Fluid Analogies Research Group [FARG], 1995). En nuestra opinión, esta crítica es de suma importancia y no ha sido debidamente entendida ni respondida, por lo que consideramos necesario ahondar en su desarrollo y mostrar sus implicaciones para el área del pensamiento por analogía.

La participación del componente semántico en SME y ACME

La TPE postula que el conocimiento humano se halla representado en forma de proposiciones, que incluyen: a) *entidades*: elementos que representan objetos, tales como *japón*, b) *atributos*: predicados de un solo argumento que representan propiedades de objeto, tales como "PEQUEÑO (japón)" (en este trabajo emplearemos mayúsculas para los predicados y minúsculas para las entidades), c) *funciones*: predicados de un solo argumento utilizados para indicar alguna dimensión de un objeto, tales como "TAMAÑO (japón)", d) *relaciones de primer orden*: predicados de más de un argumento que vinculan dos o más objetos, tales como "ATACAR (japón, pearl-harbor)", e) *relaciones de segundo orden*: predicados que conectan relaciones, tales como "CAUSAR (ATACAR [japón, pearl-harbor], BOMBARDEAR [estados unidos, japon])".

De acuerdo con la TPE, en una *analogía* se expresa que dos situaciones comparten un sistema de relaciones organi-

zadas por relaciones de orden superior, más allá de las diferencias que mantienen los elementos apareados en cuanto a sus propiedades. En una *similitud literal* se postula en cambio que las situaciones mantienen además similitudes en este nivel de atributos de objeto (Gentner, 1983, 1989). La distinción entre analogías y similitudes literales se plantea en algunas ocasiones (e.g., Blanchette & Dunbar, 2000) en términos de dominios: mientras que las analogías conectan dominios semánticos distantes, las similitudes literales son comparaciones dentro de un mismo dominio. En este trabajo llamaremos analogías tanto a las comparaciones interdominio como a las intradominio, considerando que éste es el significado empleado mayoritariamente por la comunidad de científicos que trabajan en este campo y que la distinción entre lo inter y lo intradominio es muy vaga y problemática (de la Fuente & Minervino, 2004).

SME es un sistema simbólico que toma como *input* descripciones proposicionales de los análogos. El programa tiene como objetivo hallar, entre las interpretaciones coherentes posibles de una comparación, aquella que sea la más grande y profunda. El sistema no considera los atributos de objeto (en las analogías, según las define la TPE, los objetos no se parecen), y descarta las relaciones que no forman parte de la interpretación elegida. SME aplica las siguientes condiciones iniciales: a) *identidad formal*: sólo se pueden formular hipótesis de correspondencia entre elementos del mismo tipo formal: objetos con objetos, relaciones de n argumentos con relaciones de n argumentos, relaciones de primer orden con relaciones de primer orden, etc.; b) *identidad semántica para las relaciones*: sólo pueden ser puestas en correspondencia aquellas relaciones que son idénticas en significado; y c) *identidad de roles para objetos y funciones*: sólo se generan hipótesis de correspondencia entre objetos y funciones si éstos son argumentos de relaciones ya emparejadas, y de acuerdo a sus roles (e.g., *agente, paciente*, etc.).

El programa agrupa luego, de forma progresiva, los apareamientos generados, para crear unas pocas colecciones de hipótesis de correspondencia. Cada una de éstas deberá satisfacer las siguientes restricciones (exigencia de *consistencia estructural*): a) *conectividad paralela*: si un par de predicados de los análogos base y objetivo son puestos en correspondencia, sus argumentos deben ser también apareados; y b) *correspondencias 1-1*: cada elemento de un análogo puede ser emparejado con un y sólo un elemento del otro análogo. Los principios de SME son de carácter inviolable.

En la etapa de formulación de inferencias, SME predica acerca del análogo objetivo, de forma literal, las relaciones que forman parte del sistema base elegido para transferir, pero que no estaban presentes inicialmente en el análogo objetivo; los objetos son exportados como entidades hipotéticas. Finalmente, cada interpretación recibe una puntuación de evaluación estructural, basada en el número de hipótesis de correspondencia que incluye, y en la profundidad del sistema del que forman parte estas hipótesis de correspondencia (*principio de sistematicidad*; Gentner, 1983).

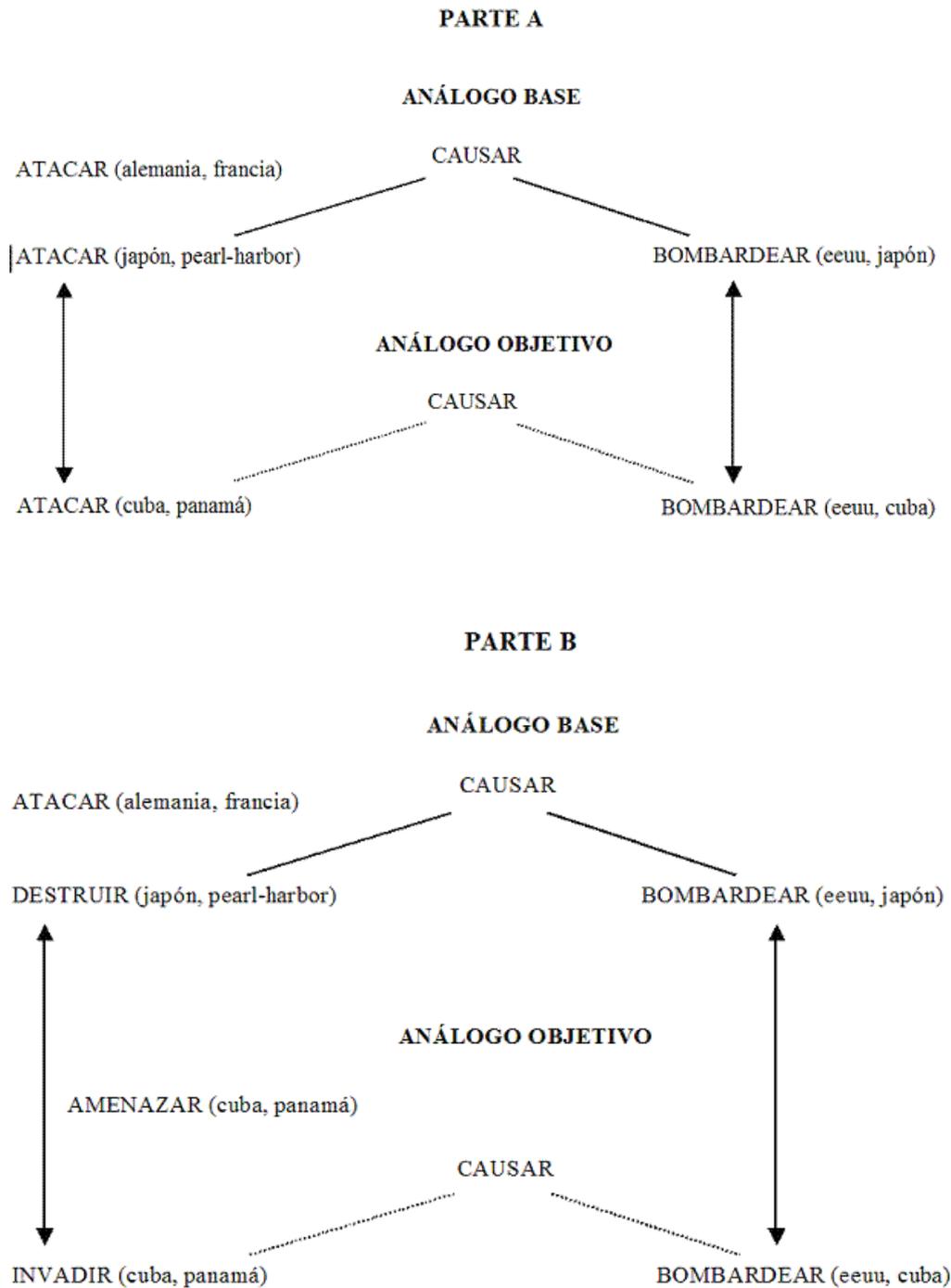


Figura 1: A. Representaciones de los dominios base y objetivo de una tarea analógica, y de las correspondencias e inferencias que haría SME a partir de estas representaciones. B. Representaciones de los dominios base y objetivo de una tarea analógica y de las correspondencias e inferencias que haría ACME a partir de estas representaciones. Las líneas punteadas indican inferencias y las flechas con dos puntas correspondencias.

Supongamos que SME recibe un análogo base (véase la Figura 1, parte A) en el que se describe que “Japón atacó Pearl Harbor y que eso causó que Estados Unidos bombardeara Japón”. El análogo incluye además la información de

que “Alemania atacó Francia”. El análogo objetivo contiene la descripción de dos hechos: “Cuba atacó Panamá” y “Estados Unidos bombardeó Cuba”. SME interpretaría que “así como el hecho de que Japón atacó Pearl Harbor causó que

Estados Unidos bombardeara Japón, el hecho de que Cuba atacó Panamá causó que Estados Unidos bombardeara Cuba". La interpretación alternativa supondría emparejar "Alemania atacó Francia" con "Cuba atacó Panamá". Esta interpretación no permite realizar empero ninguna inferencia sobre el análogo objetivo, por lo que da lugar a una menor cantidad de apareamientos y es menos profunda que la primera. Esto hace que reciba una puntuación de evaluación estructural relativamente menor, y que no sea por lo tanto elegida.

ACME-CWSG es un sistema híbrido que combina representaciones proposicionales de los análogos con un procesamiento de estilo conexionista. El programa incluye como única condición inicial la de identidad formal, la cual es de carácter estricto. El sistema construye una red en la que los nodos representan hipótesis de correspondencia y los enlaces restricciones de procesamiento, todas éstas de carácter flexible. Las restricciones sintácticas de ACME son similares a las de SME. Para promover la consistencia estructural, el sistema incluye conexiones excitatorias entre aquellas hipótesis de correspondencia que satisfacen la restricción de conectividad paralela y por roles, y conexiones inhibitorias entre hipótesis de correspondencia que violan la restricción 1-1.

SME y ACME difieren en cuanto a la forma en que incorporan sus principios semánticos. Mientras que SME lo hace a través de la condición inicial inviolable de identidad semántica para las relaciones, en ACME el componente semántico opera como una restricción flexible que apoya aquellas hipótesis de correspondencia que incluyen elementos similares. El programa conecta todas las hipótesis de correspondencia que emparejan predicados similares a una unidad semántica especial, con pesos que varían de acuerdo al grado de similitud que mantienen los predicados. La TMR no comparte la distinción que hace la TPE entre analogías y similitudes literales (trata a las similitudes literales o intradominio también como analogías; véase, e.g., Holyoak & Thagard, 1995), razón por la cual ACME, a diferencia de SME, alienta no sólo apareamientos de relaciones similares, sino también emparejamientos de objetos que comparten propiedades.

Una vez que la red de hipótesis de correspondencia ha sido construida, un algoritmo actualiza en paralelo, a través de un cierto número de ciclos de actividad, el grado de activación de sus unidades, hasta que éstas alcanzan cierta estabilidad. El conjunto de hipótesis de correspondencia de mayor activación define la interpretación más adecuada de la analogía. A través de la aplicación implícita de un principio de evaluación similar al principio de sistematicidad de SME, ACME favorece colecciones de hipótesis de correspondencia grandes y profundas sobre otras más pequeñas y superficiales. ACME es complementado con CWSG (Holyoak *et al.*, 1994), un mecanismo de formulación de inferencias que exporta hacia el análogo objetivo las relaciones u objetos que no han encontrado correspondencias, en calidad de relaciones y objetos hipotéticos.

Supongamos que ACME recibe un análogo base como el que recibía SME en el ejemplo anterior (véase la Figura 1, parte B), con la única diferencia de que "el bombardeo de Estados Unidos a Japón" fue causado esta vez por el hecho de que "Japón destruyó Pearl Harbor", y un análogo objetivo que contiene dos candidatos para causa de "Estados Unidos bombardeó Cuba": "Cuba amenazó a Panamá" y "Cuba invadió Panamá". La relación "ATACAR (alemania, francia)" sería dejada de lado por ACME por razones pragmáticas (Holyoak & Thagard, 1989). Este programa postularía como causa del bombardeo a Cuba el hecho de que "Cuba invadió Panamá", considerando que INVADIR, en comparación con AMENAZAR, se asemeja más a DESTRUIR.

Debido a su condición inicial estricta de identidad semántica para las relaciones, a SME le resultaría imposible interpretar esta analogía, a menos que el programador se encargase de reformular y presentar al programa, de forma *ad hoc*, las relaciones DESTRUIR e INVADIR re-representadas como ATACAR. Esta no sería más que una forma velada de informar acerca del parecido que mantienen las dos primeras relaciones. Es importante aclarar que también en el caso de ACME es el programador quien le informa al sistema, siguiendo criterios intuitivos acordes a una red semántica de tipo ES-UN, que DESTRUIR e INVADIR mantienen una similitud superior a la que mantienen DESTRUIR y AMENAZAR, por lo que la superioridad en capacidades de cómputo semántico entre los programas son apenas apreciables (Minervino & Adrover, 2003). La TPE se propuso también en su momento flexibilizar la condición de identidad semántica (cf. Falkenhainer *et al.*, 1989) a través de la incorporación de una red de tipo ES-UN, algo que concretó, por ejemplo, Falkenhainer (1987), en PHINEAS, pero que no fue incorporado como un mecanismo permanente de SME.

En resumen, la participación del componente semántico en SME y ACME consiste en que los sistemas dan lugar a la intervención de información relativa a similitudes semánticas generales, establecidas previamente a la analogía, entre elementos proposicionales de los análogos (e.g., predicados). Es importante señalar, como primer límite de estos modelos, que estas similitudes son estimadas y provistas por el programador, ya que los sistemas carecen de conocimientos para identificarlas por sí mismos. En aquellos casos en que se ha proyectado dotar a los programas de estos conocimientos se ha pensando en asociarlos a redes de tipo ES-UN.

LISA (Hummel & Holyoak, 1997) es un programa de tipo híbrido desarrollado por la TMR con el que esta teoría ha intentado, entre otras cosas, combinar la flexibilidad semántica de la que son capaces los modelos conexionistas y la sensibilidad a lo sintáctico que caracteriza a los modelos simbólicos. En LISA, cada proposición perteneciente a un análogo (e.g., "Juan ama a María") es codificada en la memoria de largo plazo a través de una jerarquía de tres tipos de unidades de estructura. En el nivel superior, se hallan las *unidades de proposición* ("Juan ama a María"); en el nivel medio, las *unidades de sub-proposición*, las que representan las ligaduras roles-llenadores de roles de una proposición (*juan-ama1*, por

"Juan-amador", y *maría-ama2*, por "María-amada"); y, en el nivel inferior, las *unidades de predicado* (*ama1*, por amador, y *ama2*, por amada) y de *objeto* (*juan* y *maría*). Las unidades proposicionales tienen conexiones excitatorias bidireccionales con sus sub-proposiciones, y éstas con sus unidades de predicado y objeto. Cada unidad de predicado codifica localmente los primitivos semánticos de un rol de un predicado. Por ejemplo, la unidad *ama1* tiene conexiones excitatorias bidireccionales con todas las unidades semánticas que representan a ese rol (e.g., *actor*, *emoción1*, *positivo1*, *fuerte1*, etc.); *ama2* tiene conexiones del mismo tipo con todas las unidades semánticas que representan a ese rol (e.g., *paciente*, *emoción2*, *positivo2*, *fuerte2*, etc.). Las unidades de objeto son similares a las de predicados, con la diferencia de que representan entidades en vez de roles. Por ejemplo, la unidad de objeto *maría* podría estar conectada con unidades semánticas tales como *humano*, *adulto*, *femenina*, etc., en tanto que *juan* podría estar conectada a *humano*, *adulto*, *masculino*, etc.

Considérese una situación en la que en un análogo se activa la proposición "Juan ama a María", que puede ser puesta en correspondencia con las dos siguientes proposiciones en el otro análogo: "a Bruno le gusta Agustina" y "Pedro le teme a Sofía". Cuando la sub-proposición de Juan como amante se dispara en el primer análogo, activará *juan* y *ama1*, lo que activará sus unidades semánticas (e.g., *humano*, *masculino*, *adulto*, y *emoción1*, *positivo1*, respectivamente). Este patrón de activación excitará unidades de objeto y predicado en el otro análogo, que competirán por devenir activas. *Humano*, *masculino*, y *adulto* excitarán *bruno* y *pedro*; *humano* y *adulto* excitarán *agustina* y *sofia*. En esta competencia, *bruno* y *pedro* devendrán igualmente activos e inhibirán *agustina* y *sofia*. Al mismo tiempo, *emoción1*, y *positivo1* excitarán el predicado *gusta1*, pero sólo *emoción1* excitará *teme1*. Dado que *gusta1* inhibirá *teme1*, LISA comenzará a actuar como si *ama1* se correspondiese con *gusta1*. Debido a que *gusta1* se hallará más activo que *teme1*, la sub-proposición *bruno-gusta1* recibirá un mayor input de abajo-arriba -y devendrá por lo tanto más activa- que la sub-proposición *pedro-teme1*. Las sub-proposiciones excitan las unidades proposicionales a las que pertenecen, de tal forma que la unidad "a Bruno le gusta Agustina" devendrá más activa que la unidad "Pedro le teme a Sofía". De esta forma, LISA concluirá que "Juan ama a María" se corresponde con "a Bruno le gusta Agustina" y no con "Pedro le teme a Sofía". Las correspondencias entre sub-proposiciones también le permiten a LISA resolver las correspondencias, semánticamente ambiguas, entre *juan* con *bruno* vs. *juan* con *pedro*. Las sub-proposiciones devuelven activación a sus unidades de predicado y objeto, dándole a *bruno* una ventaja sobre *pedro*. LISA concluye entonces que *juan* se corresponde con *bruno* y no con *pedro*. Operaciones análo-

gas harán que LISA concluya que *maría* se corresponde con *agustina* y no con *sofia*, y que *ama2* se corresponde con *gusta2*.

LISA parece suponer un progreso importante por lo que respecta al modelado del factor semántico en el establecimiento de correspondencias. En primer lugar, el programa incorpora una serie de mecanismos y representaciones que permiten evitar la alimentación *ad hoc* que, como hemos visto, requieren ACME o SME. LISA es capaz de emparejar conceptos parcialmente similares sin que el programador le "sugiera" esos emparejamientos. En segundo lugar, la asociación de símbolos locales a representaciones distribuidas de su significado parece otorgarle al programa una flexibilidad semántica que no parece sencillo incorporar a través del agregado de redes de tipo ES-UN (Hummel & Holyoak, 1997).

Los límites del tratamiento que recibe el componente semántico en SME y ACME: la reducción del factor semántico a la influencia de similitudes extra-contextuales

Una misma concepción teórica (en adelante nos referiremos a ésta como *modelo estándar*) parece subyacer al tratamiento que recibe el componente semántico en SME y ACME. De acuerdo al modelo estándar, el papel del componente semántico durante el establecimiento de correspondencias consiste, como hemos dicho, en la actuación de principios que favorecen hipótesis de correspondencia entre elementos proposicionales (e.g., dos predicados o dos objetos) que mantienen similitudes generales establecidas antes e independientemente del establecimiento de correspondencias (disponibles, por ejemplo, en redes ES-UN). Estas similitudes entre elementos son consideradas de forma aislada con respecto a las estructuras de las que forman parte, tales como proposiciones, análogos y analogías. Minervino y Molinari Marotto (2004) se han referido a este tipo de similitudes como *similitudes extra-contextuales*, queriendo indicar con ello que se trata de similitudes establecidas y evaluadas fuera del contexto específico de la comparación que se está desarrollando, y las han contrapuesto a las *similitudes contextuales*, aquellas que se establecen y/o evalúan en el marco de la comparación que se está llevando a cabo. Esta distinción es independiente de la clásica distinción entre similitudes superficiales y estructurales (Gentner, 1989; Holyoak, 1984). Así, por ejemplo, una similitud extra-contextual puede resultar superficial en una analogía y estructural en otra. Veamos, a través de un ejemplo, los límites que puede implicar el modelo estándar para la simulación del establecimiento de correspondencias.

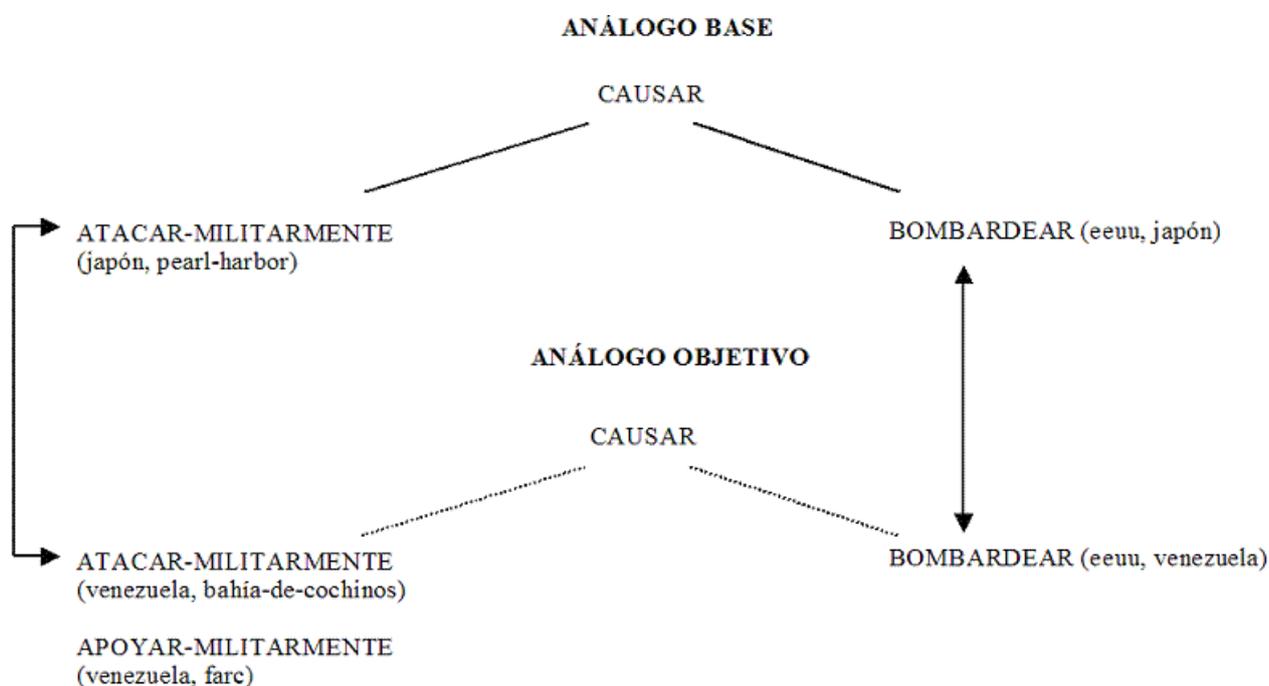


Figura 2: Representaciones de los dominios base y objetivo de una tarea analógica y de las correspondencias e inferencias que harían ACME y SME frente a ella. Las líneas punteadas indican inferencias y las flechas con dos puntas correspondencias.

Supongamos que SME y ACME reciben un análogo base en el que se describe que “Japón *atacó* militarmente Pearl Harbor y eso causó que Estados Unidos bombardeara Japón” (véase la Figura 2). El análogo objetivo que recibe el programa contiene la descripción de tres hechos: “Venezuela *atacó* militarmente la Bahía de Cochinos”, “Venezuela *apoyó* militarmente a las FARC” y “Estados Unidos *bombardeó* Venezuela” (en adelante nos referiremos a esta comparación como a la “analogía de las FARC”). Ambos programas inferirían que el hecho de que “Venezuela atacó militarmente la Bahía de Cochinos” causó que Estados Unidos bombardeara Venezuela. La interpretación alternativa supondría postular como causa de este bombardeo el hecho de que “Venezuela apoyó militarmente a las FARC”. Esta interpretación es imposible para SME, dada su condición inicial de identidad semántica para las relaciones, y no sería elegida tampoco por ACME, debido al menor parecido extra-contextual que mantienen los elementos (relaciones y objetos) que deberían ser apareados. Sin embargo, es probable que un buen número de personas encuentren que es el supuesto apoyo militar de Venezuela a las FARC el que debería ser equiparado con el ataque de Japón a Pearl Harbor, debido a que ambos hechos pueden ser interpretados como dos casos de, por ejemplo, “oponerse militarmente a Estados Unidos”.

Para elegir esta interpretación, los programas de establecimiento de correspondencias deberían ser capaces de resistir la presión que ejercen las similitudes extra-contextuales y atender a otras similitudes que se muestran como más relevantes en el contexto de una comparación determinada (si-

milidades contextuales), tal como son capaces de hacerlo las personas (Gentner & Toupin, 1986; Minervino & Molinari Marotto, 2004). El problema radica en que el establecimiento de similitudes contextuales parece requerir la disposición de un conjunto de habilidades y conocimientos con los que no cuentan programas como SME y ACME.

La conceptualización de similitudes contextuales parece requerir, en algunas ocasiones, operaciones de re-representación de los hechos comparados. Por ejemplo, en la analogía de las FARC, “Japón atacó militarmente Pearl Harbor” y “Venezuela apoyó militarmente a las FARC” deberían ser re-representados como dos casos de, por ejemplo, “un país se opone militarmente a Estados Unidos”. Es importante señalar que los predicados ATACAR y APOYAR pueden ser interpretados como dos casos de OPONER debido a los argumentos a los que se aplican (e.g., en “ATA-CAR [tos, juan]”, no cabe interpretar *atacar* como *oponer*), y a lo que es capaz de inferir el sistema a partir de conocimientos previos con los que cuenta (e.g., si Estados Unidos colabora con Colombia en su combate contra las FARC, *apoyar* a éstas supone oponerse a Estados Unidos). En resumen, la re-representación de ATACAR y APOYAR como casos de OPONER no puede ser explicada considerando los predicados de forma aislada en relación a las proposiciones y los análogos de los que forman parte.

La descripción de los hechos emparejados como dos formas de “oponerse militarmente a Estados Unidos” no aparenta ser únicamente el resultado de considerar el significado de los hechos en sus dominios, sino que parece ser ge-

nerada para destacar, en un nivel apropiado de abstracción y en el contexto de la comparación, lo que tienen en común ambos eventos. Si el ataque militar de Japón a Pearl Harbor hubiese sido equiparado, por ejemplo, con el "asesinato en Venezuela de periodistas norteamericanos" (causa del bombardeo estadounidense a Venezuela), estos hechos podrían haber sido descritos tal vez como dos formas de "agraviar seriamente a Estados Unidos". En síntesis, la re-representación de los predicados ATACAR y APOYAR como dos casos de Oponer no puede ser explicada sin considerar su relación con otra información disponible en cada una de las proposiciones y análogos de los que estos predicados forman parte, y sin tener en cuenta la analogía en desarrollo. No puede ser explicada por lo tanto a través de una búsqueda de conceptos supraordenados en una red de tipo ES-UN de propósito general (advértase que APOYAR es un antónimo de ATACAR y no un caso de éste), ya que estas redes no pueden considerar los predicados en el contexto de las proposiciones, los análogos y las analogías a los que pertenecen. De forma más general, las descripciones que reciben ciertos hechos (no sólo ya elementos proposicionales aislados) en una analogía parecen resultar en buena medida de los análogos de los que forman parte y, por otra parte, de con qué hechos del otro análogo intentan ser equiparados. Nos interesa en este sentido destacar que las decisiones que toma quien hace una analogía en cuanto a qué elementos o hechos poner en correspondencia marcha a la par de procesos de re-representación de estos elementos y hechos, esto es, que los pasos de construcción de representaciones y establecimiento de correspondencias interactúan fuertemente en el pensamiento analógico. Si bien a nivel informal se ha reconocido la importancia del subproceso de re-representación en el proceso analógico (e.g., Bowdle & Gentner, 2005; Gentner & Wolf, 2000; Hummel & Holyoak, 1997, 2002), el modelo estándar no se ha preocupado por incorporarlo en sus modelos computacionales.

En la medida en que una analogía implica aceptar que ciertos eventos, en un contexto comparativo determinado, pueden ser considerados, bajo ciertas re-representaciones, como contrapartes de otros a pesar de sus diferencias, parece necesario que los sistemas cuenten con habilidades para centrarse en ciertos componentes semánticos de los conceptos en juego y dejar de lado otros cuando es oportuno, haciendo un uso flexible, y contextualmente sensible, de dichos conceptos. Determinar si el apoyo de Venezuela a las FARC o el asesinato de periodistas norteamericanos en Venezuela puede o no cumplir el rol de causa de una respuesta militar de Estados Unidos supone un análisis respecto a si el significado del concepto que describe a la causa base (el ataque de Japón a Pearl-Harbor) admite una reconceptualización *ad hoc* que permita tratar a los primeros hechos como contrapartes aceptables de éste. Los procesos de re-representación a los que nos referíamos anteriormente parecen acompañar en algunos casos este uso flexible de conceptos (e.g., el asesinato de periodistas norteamericanos en Venezuela sólo puede ser equiparado al ataque de Japón a Pearl

Harbor si la conceptualización de este hecho se reformula como, por ejemplo, un caso de serio agravio a Estados Unidos).

En síntesis, la concepción del modelo estándar según la cual las similitudes que intervienen en el establecimiento de correspondencias son similitudes generales, establecidas previamente, entre elementos proposicionales considerados de forma aislada con respecto a las proposiciones, los análogos y las analogías de los que forman parte, parece insuficiente. Aunque las similitudes extra-contextuales jueguen un papel en el establecimiento de correspondencias (e.g., Ross, 1987, 1989), también parecen tenerlo ciertas similitudes entre elementos -y conjuntos agrupados de elementos- que son conceptualizadas en el contexto del proceso comparativo. Resulta claro además que las habilidades para establecer similitudes contextuales sólo son posibles en sistemas que cuenten con bases apropiadas de conocimientos, y con la capacidad para utilizarlos a efectos de re-representar y hacer un uso flexible, y contextualmente sensible, de conceptos, en función de las demandas específicas que planteen el establecimiento de correspondencias en desarrollo, un paso que interactúa fuertemente con el de construcción de representaciones. En la medida en que ni ACME ni SME cuentan con estos conocimientos y habilidades, no parecen ser buenos candidatos para modelar el papel de las similitudes contextuales en el establecimiento de correspondencias. Más importante aún, en la medida en que la TPE y la TMR se sigan orientado por la concepción descrita del papel de lo semántico en el establecimiento de correspondencias, sus intentos irán detrás de objetivos inadecuados.

A pesar de que LISA, como hemos comentado, supone ciertos avances en el tratamiento de lo semántico en el establecimiento de correspondencias, el programa no comporta una concepción alternativa a la del modelo estándar. En efecto, el sistema, al igual que SME o ACME, carece de recursos para resistir la influencia de similitudes extra-contextuales a favor de similitudes contextuales, ya que tampoco dispone de mecanismos para detectar este tipo de similitudes. Por ejemplo, en la analogía de las FARC (véase la Figura 2), LISA, al igual que SME y ACME, elegiría la correspondencia basada en similitudes extra-contextuales, ya que las unidades semánticas activadas por *atacar1* y *atacar2* del análogo objetivo llevarían a activar *atacar1* y *atacar2* del análogo base, mientras que *apoyar1* y *apoyar2*, al mantener vínculos con unidades semánticas algo distintas, no llevarían a activar en igual medida estas unidades de predicado. En cuanto a los objetos, *bahía-de-cochinos* compartiría más unidades con *pearl-harbor* que con *FARC*, por lo que la correspondencia entre los dos primeros elementos se vería favorecida (las alternativas *japón-venezuela* o *japón-cuba* parecen tener iguales posibilidades). Sigue presente en LISA la idea de que modelar el papel del factor semántico durante el establecimiento de correspondencias consiste en incorporar la influencia de similitudes de tipo general entre elementos proposicionales (predicados y objetos), considerados éstos de forma aislada con respecto a las proposiciones, los análogos y las analogías

de los que forman parte. La concepción persiste por otra parte en intentos más recientes por modelar el pensamiento analógico (e.g., la teoría del *camino de correspondencias*, de Salvucci y Anderson, 2001; el programa DRAMA, de Eliasmith y Thagard, 2001; o el programa CAB, de Larkey & Love, 2003).

La crítica de la TPAN a la forma en que SME y ACME modelan el establecimiento de correspondencias

La TPAN cree contar con una explicación para el hecho de que SME y ACME sean consideradas simulaciones relativamente exitosas del establecimiento de correspondencias a pesar de que carecen, tal como pensamos junto a la TPAN, de algunas habilidades básicas para ejecutar este proceso. De acuerdo a la TPAN, SME y ACME logran productos comparables a los humanos en diversas tareas analógicas debido al estado de avance y estructuración *ad hoc* de las representaciones de los análogos que reciben, y no, como puede erróneamente creerse, en virtud de contar con recursos para realizar analogías. Por ejemplo, dado que SME es incapaz de realizar la interpretación de la analogía de las FARC que atiende a las similitudes contextuales (véase la Figura 2), sus programadores se encargarían de presentar las proposiciones base y objetivo a emparejar de una forma "adecuada" para el sistema. El programa recibiría, por ejemplo, la proposición base "OPONER-MILITARMENTE (japón, estados unidos)" y la proposición objetivo "OPONER-MILITARMENTE (venezuela, estados unidos)", las que serían equiparadas automáticamente por el programa. A su vez, las proposiciones a ser emparejadas les serían presentadas a los programas como siendo idénticas en términos formales. Por ejemplo, si el programador tuviese en mente ingresar una proposición base como "OPONER-MILITARMENTE (japón, estados unidos, armas)", debería suprimir en ésta el tercer argumento (*armas*). De otro modo, SME (lo mismo le ocurriría a ACME) sería incapaz de realizar la analogía esperada (LISA supone un intento por superar la restricción de *n*-ariedad; cf. Hummel & Holyoak, 1997). Es esta preconfiguración *ad hoc* de las representaciones iniciales de los análogos lo que les permite a éstos alcanzar productos similares a los humanos, aún cuando no cuentan con habilidades para re-representar, conceptualizar similitudes contextuales, hacer un uso flexible de conceptos, etc. Para Hofstadter y FARG (1995), el mayor problema de esta estrategia falaz de simulación es que el trabajo de establecimiento de correspondencias, una labor abierta que incluye análisis semánticos y pragmáticos complejos, queda reducido a un juego relativamente simple, consistente en aplicar unos principios mayormente formales a unas representaciones organizadas de acuerdo a las distinciones sintácticas por las que se guían precisamente los principios incorporados al programa.

La crítica de la TPAN a SME y ACME no se refiere únicamente a la incapacidad de estos programas para re-representar información a los efectos de dar con similitudes contextuales y tomar en base a ello decisiones de establecimiento de correspondencias, sino que apunta a una cuestión previa de mayor importancia. El trabajo de representación inicial de los análogos (construcción de representaciones) es una actividad esencial de la realización de analogías que suele marchar a la par del establecimiento de correspondencias, y que no es incluida en SME y ACME (tampoco en LISA). En efecto, estos programas tratan al establecimiento de correspondencias como una tarea que trabaja sobre análogos bien definidos, en los que ha quedado demarcado, antes de iniciado el proceso comparativo, cuál es la información a considerar, así como bajo qué descripciones y tipificación formal (e.g., objetos, relaciones) deberá ser ésta considerada. Los sistemas no pueden agregar nueva información, ni re-representar semántica o formalmente la existente. La TPAN considera en cambio al pensamiento analógico como un caso de *percepción de alto nivel* (reserva el concepto de *percepción de bajo nivel* para los procesos sensoriales más básicos), en el que una situación (el análogo objetivo) es recortada dentro de un dominio (el dominio objetivo) y recibe una determinada organización conceptual y formal (representación) a partir de su contemplación en términos de la situación que le sirve como modelo (un análogo base recortado dentro de un dominio base), la que a su vez debe ser considerada (representada) de una forma particular para que pueda ser aplicada al análogo objetivo. La demarcación, dentro de los dominios en comparación, entre información relevante e irrelevante, su descripción semántica y clasificación formal, etc., son para la TPAN en buena medida el producto del proceso comparativo, y no su punto de partida. De esta forma, el tipo de análogos con que suelen ser alimentados programas como SME y ACME son, para esta teoría, el *output* antes que el *input* del proceso analógico. La tarea analógica es para la TPAN, en gran parte, un trabajo de construcción de representaciones orientado a satisfacer los requisitos del establecimiento de correspondencias. Supone la construcción de una estructura conceptual que permita describir a ambos análogos, la que no está inicialmente declarada y recortada en los dominios a comparar. Esta teoría considera que estas estructuras a ser construidas les son anticipadas a ACME y SME por sus programadores: a ACME a través de la plasmación de un mismo patrón formal en las representaciones de los análogos y de la provisión de información semántica o pragmática adicional, y a SME a través de la definición de análogos formal y semánticamente idénticos.

La crítica de la TPAN no apunta, tal como malinterpretan en nuestra opinión Forbus *et al.* (1998), a que los subprocesos de construcción de representaciones y establecimiento de correspondencias no pueden ser distinguidos conceptualmente o incluso modelados en programas distintos, sino a que estos pasos mantienen una interacción tan fuerte que un estudio separado de los mismos, que no contemple su mutua influencia, conlleva el serio riesgo de desvirtuar nues-

tra visión del pensamiento analógico. El peligro aumenta cuando se simula el establecimiento de correspondencias, tal como ocurre en los casos de SME y ACME, con representaciones iniciales que no cabe concebirlas como construidas antes y separadamente del desarrollo del establecimiento de correspondencias. En situaciones de este tipo, el programa

realiza el establecimiento de correspondencias a través de procesos diferentes a los que emplearía un ser humano frente a “la misma analogía”, ya que se lo hace partir de representaciones iniciales muy diferentes a aquellas de las que partiría el ser humano. El siguiente ejemplo nos permitirá ilustrar estos conceptos.

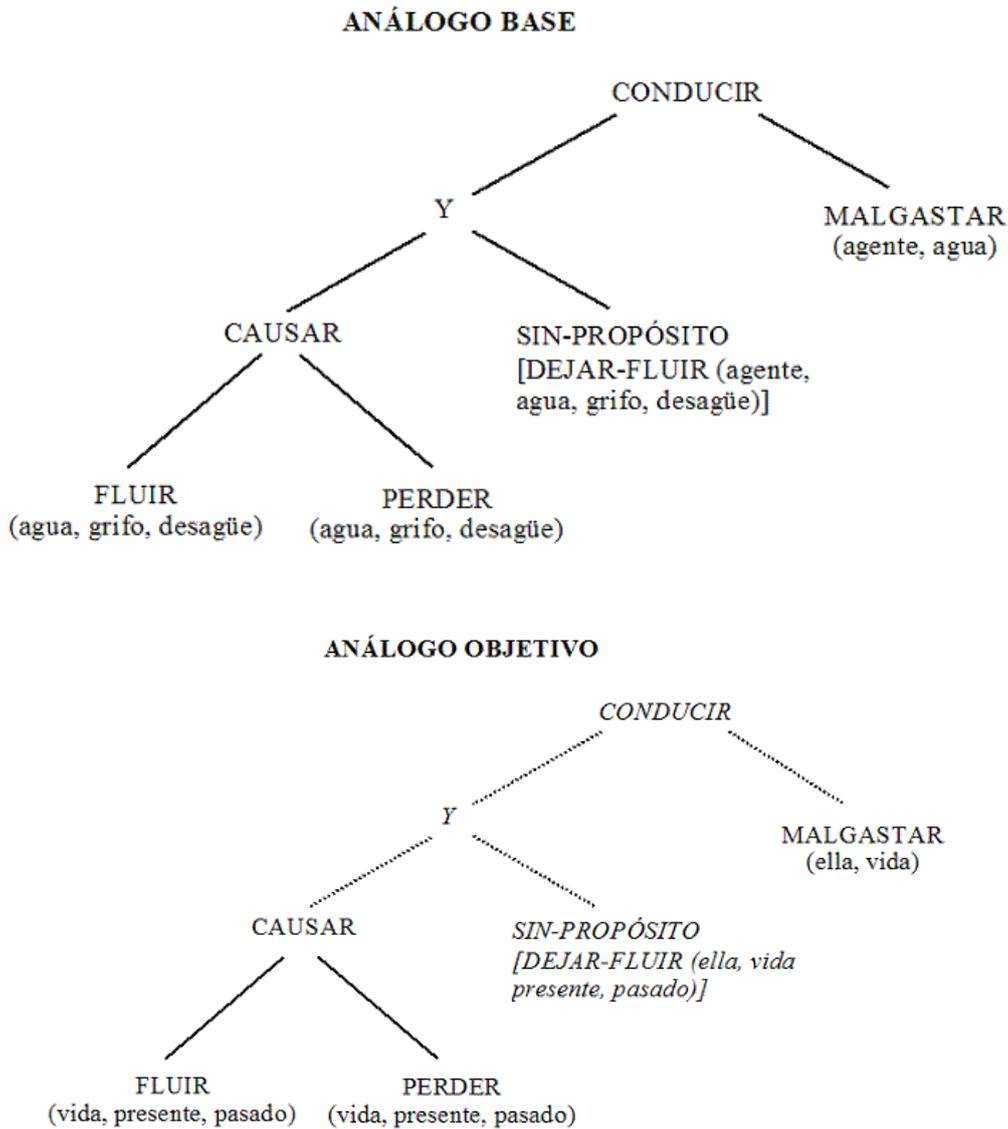


Figura 3: A. Una metáfora de V. Wolf tratada por Gentner *et al.* (1988). B. Información proposicional contenida en la enunciación de la metáfora. C. Representaciones de las que parte SME para interpretar la metáfora; las líneas punteadas y las cursivas indican inferencias generadas (adaptada de la figura de Gentner *et al.*, 1988, p. 173).

Parte A. Metáfora: “She allowed life to waste like a tap left running” (Ella permitió que su vida se malgastase como quien deja correr un grifo)

Parte B. Representación proposicional de la información que incluye el enunciado de la metáfora:
 DEJAR-CORRER (agente, grifo) ANÁLOGO BASE
 PERMITIR-MALGASTAR (ella, vida) ANÁLOGO OBJETIVO

Parte C. Representación proposicional de la información de la que parte SME para interpretar la metáfora

Gentner, Falkenhainer y Skorstad (1988) analizaron el procesamiento de la siguiente metáfora de Virginia Woolf (véase la Figura 3): "She allowed life to waste like a tap left running" (Ella permitió que su vida se malgastase como quien deja correr un grifo). (La TPE considera que ciertos tipos de metáforas pueden ser tratadas como si fueran analogías; cf. Gentner *et al.*, 2001). En términos estrictos, la información inicial de la que el programador debería hacer que partiera SME sería la siguiente: "PERMITIR-MALGASTAR (ella, vida)" (análogo objetivo), y "DEJAR-CORRER (agente, grifo)" (análogo base). Sin embargo, los autores asumen que SME comienza con los siguientes conocimientos del análogo base (véase la Figura 3): a) el agua fluye desde un grifo hacia un desagüe y esto causa que el agua se pierda desde el grifo hacia el desagüe; y b) si ocurre también que un agente deja que tal flujo tenga lugar sin propósito alguno, eso conduce a que el agente malgaste el agua. Con respecto al análogo objetivo, quien hace la analogía sabe que: a) la vida fluye desde el presente hacia pasado y esto causa que la vida se pierda desde el presente hacia el pasado; y b) que la protagonista está malgastando su vida. A partir de estas representaciones, quien hace la analogía inferiría que "ella está dejando fluir su vida, del presente al pasado, sin ningún propósito, y que esto la está conduciendo a malgastarla".

En contra de la idea de la TPE de que estas representaciones constituyen el *input* del proceso de establecimiento de correspondencias, consideramos más sensato suponer que son el *output* de un desarrollo conjunto y concertado de los subprocesos de construcción de representaciones y establecimiento de correspondencias. Por ejemplo, la descripción de la *vida* como "algo que fluye y se pierde desde el presente hacia el pasado" tiene toda la apariencia (nuestras consideraciones con respecto a cómo se interpreta esta metáfora son puramente especulativas y toman como referente las representaciones que incluye la TPE) de estar destinada a lograr su equiparación con la descripción del agua como un elemento que "fluye y se pierde desde el grifo hacia el desagüe" (esta descripción es por su parte el resultado de una elaboración en el análogo base). La afirmación de que "un agente malgasta el agua" (análogo base) es postulada a partir del supuesto (también elaborado) de que el agente dejó abierto el grifo *sin propósito*, y su postulación parece responder a la búsqueda de una contraparte para "ella malgastó su vida". Lo que queremos ilustrar con este ejemplo es que, en el comienzo de un proceso de interpretación analógica, no siempre está claro cuáles serán, en cada análogo, los hechos relevantes, ni tampoco bajo qué descripciones semánticas y formales deberán ser considerados para lograr una interpretación coherente de la analogía; la selección y la descripción de hechos parece resultar del proceso comparativo y no consistir en cambio, tal como la trata la TPE, en su punto de partida. Si se considera una metáfora diferente como, por ejemplo, "ella dejaba que su vida se malgastase como quien pierde en el juego una fortuna heredada", la descripción de

la vida "como algo que fluye y se pierde desde el presente hacia el pasado" muy probablemente no surgiría, y sí se generaría en cambio una descripción de la misma como, por decir algo, "un don que se arriesga irresponsablemente". De esta forma, diversas descripciones de "un mismo hecho" (e.g., la *vida* en "ella dejaba malgastar su vida") pueden ser incluidos y destacados en un análogo de acuerdo a la analogía propuesta, por lo que tratar a estos aspectos como incluidos inicialmente en las representaciones de los análogos implica no advertir que su inclusión es un efecto del proceso comparativo. Supone no ver, por otra parte, que incluirlos en las representaciones iniciales de los análogos reduce el establecimiento de correspondencias a algo en lo que no consiste: el subproceso es tratado como una actividad que no interactúa con el paso de construcción de representaciones, en tareas analógicas en las que claramente lo hace.

Para la TPAN, la codificación "a mano" en que incurren la TPE y la TMR encubre una insuficiencia fundamental de programas como SME y ACME: estos programas carecen de toda capacidad para comprender los análogos y las analogías que realizan, ya que carecen por completo de conceptos y conocimientos. Dadas estas carencias, no pueden realizar el establecimiento de correspondencias y formular inferencias más que en virtud de la estrategia falaz de codificación a mano. Es importante aclarar que la crítica de la TPAN a estos programas no guarda vínculo alguno con el conocido argumento de Searle (1980) de la habitación china, según el cual los programas computacionales están condenados por principio a la sintaxis sin tener acceso a la semántica, sino que es de filiación turingiana: la TPAN considera que estos programas no comprenden las analogías que realizan a partir de que no muestran conductas similares a las de los seres humanos frente a las mismas tareas.

Morrison y Dietrich (1995) han argumentado que la crítica de la TPAN a SME cabría si SME pretendiese ser un programa capaz de simular el descubrimiento de analogías, pero en verdad SME sólo pretende simular la comprensión de analogías formuladas por otros (algo similar ha afirmado Boden, 1999). Morrison y Dietrich argumentan entonces que la separación entre la construcción de representaciones (delegada en el caso de SME al programador) y el establecimiento de correspondencias (realizado por el programa) es legítima: las representaciones de los análogos son presentadas, de forma organizada, por quien desarrolló la analogía, y quien la interpreta se limita a realizar el establecimiento de correspondencias a partir de ellas.

Lo primero que debe señalarse es que, como admiten los mismos Morrison y Dietrich (1995), y en contra de lo que afirman Forbus *et al.* (1998), no está claro que la TPE haya presentado a SME como un programa que sólo es capaz de comprender analogías pero no de descubrirlas (véase, e.g., Gentner *et al.*, 1997). Cabe indicar en segundo lugar que comprender una analogía puede suponer trabajos de construcción de representaciones tan complejos como los que

implica su descubrimiento (Desai, 1997), algo que hemos ejemplificado a partir de la metáfora de Virginia Wolf presentada. En tercer lugar, debemos decir que incluso para analogías en las que las representaciones de los análogos son presentadas de forma acabada por quien desarrolló la analogía, la crítica de la TPAN a SME (y a ACME) conserva su valor: los programas no comprenden en absoluto las situaciones y las analogías que se le exponen. Una forma sencilla de mostrar la absoluta falta de comprensión de estos programas consiste en atender a las inferencias que generan. Supongamos que SME o ACME reciben un análogo base en el que se describe que “Japón atacó Pearl Harbor y que eso causó que Estados Unidos bombardeara Japón”. El análogo objetivo que recibe el programa contiene la descripción de un sólo hecho: “Hofstadter atacó la TPE”. Cualquiera de los dos programas (también LISA) formularía, de forma automática, la inferencia de que eso “causó que la TPE bombardeara [sic] a Hofstadter”. Los programas, carentes de toda comprensión conceptual, son incapaces de ejercer el más mínimo control inteligente a la hora de generar inferencias, por lo que formulan inferencias absurdas que no proponen en cambio las personas (Minervino, 1998; Minervino & Adrover, 2000).

Forbus *et al.* (1998) han contestado a la crítica de la codificación a mano de la TPAN alegando que SME no siempre ha operado con representaciones provistas por sus programadores, sino también con representaciones generadas por otros programas, los que cuentan con importantes bases de conocimientos (e.g., PHINEAS). Debemos señalar que ésta ha sido la excepción más que la norma y, más importante aún, que esta asociación entre SME con otros programas no ha supuesto, en ningún caso, la incorporación en SME de habilidades para la identificación de similitudes contextuales, re-representación, uso flexible de conceptos, etc., por lo que las representaciones recibidas desde otros programas han estado tan bien estructuradas como cuando son brindadas de forma directa por los programadores. La cuestión en discusión es si SME puede realizar analogías a partir de representaciones mal estructuradas y no si recibe las representaciones por parte de un programador o desde otro sistema computacional.

Entendemos que mientras se considere erróneamente que programas como SME y ACME simulan adecuadamente el establecimiento de correspondencias analógico y no se advierta la forma falaz en que lo hacen, pasarán desapercibidas las insuficiencias de la concepción teórica sobre la semántica que subyace a ellos.

La TPAN ha implementado su enfoque alternativo del proceso analógico y el papel de la semántica en éste en diversos programas, entre los que se ha destacado Copycat (Mitchell, 1993). Este programa fue diseñado para resolver analogías en un micromundo conceptual muy sencillo (e.g., “si *abc* se transformó en *abd*, ¿cómo haría usted para transformar de la misma forma *aabbca*?”), el cual carece en verdad de interés intrínseco para sus propios autores (Hofstadter &

FARG, 1995). Éstos afirman haber buscado no obstante que los mecanismos de Copycat sean representativos, al menos metafóricamente, de aquellos implicados en la resolución de analogías naturales, ausentes en programas como SME o ACME. Por razones de espacio, no podemos exponer y evaluar los alcances y límites de los programas de la TPAN. En este contexto, sólo nos interesa señalar que una estrategia empleada por la TMR (e.g., Burns & Holyoak, 1994) y la TPE (e.g., Forbus *et al.*, 1998) para responder a las críticas de la TPAN a sus programas ha consistido en analizar las limitaciones de los programas de la TPAN. Consideramos que las críticas desarrolladas por la TPAN pueden ser evaluadas de forma independiente a cualquier juicio que se pueda realizar respecto a los logros computacionales de esta teoría (muy modestos en nuestra opinión), tal como hemos intentado hacerlo en este trabajo. Respecto a estos, sólo estamos en condiciones de afirmar que se hallan inspirados en una concepción más adecuada del papel de lo semántico en el establecimiento de correspondencias que aquella que guía al modelo estándar y que intenta evitar el modo falaz de simulación de este modelo.

Conclusiones

El tratamiento que recibe el componente semántico por parte de teorías como la TPE y la TMR en sus modelos computacionales del establecimiento de correspondencias se reduce a dar lugar a la intervención de similitudes extra-contextuales. Consideramos que este tratamiento es conceptualmente insuficiente, ya que la realización de analogías supone con frecuencia la identificación de similitudes contextuales. Compartimos con la TPAN la idea de que programas como SME y ACME carecen de habilidades fundamentales para la realización de analogías (algunas de ellas vinculadas a la posibilidad de detectar similitudes contextuales), tales como la capacidad para representar y re-representar análogos, hacer uso flexible de conceptos, etc., así como la idea de que el estilo de simulación que suponen estos programas no permite apreciar el alto grado de interacción que mantienen la construcción de representaciones y el establecimiento de correspondencias durante el proceso analógico. Nos adherimos a la idea de la TPAN de que las incapacidades de SME y ACME remiten en definitiva a la completa carencia en estos sistemas de bases de conceptos y conocimientos, y que todas estas insuficiencias son salvadas por los programadores de estos sistemas a través de una estrategia falaz de simulación, consistente en brindar representaciones demasiado avanzadas de los análogos, apropiadas para un conjunto de reglas (esencialmente formales) que se les ha incorporado a los programas. En nuestra opinión, a pesar de su adecuación e importancia, las críticas de la TPAN no han sido debidamente comprendidas ni respondidas en el campo del pensamiento por analogía.

Referencias

- Blanchette, I. & Dunbar K. (2000). How analogies are generated: The roles of structural and superficial similarity. *Memory, & Cognition*, 28, 108-124.
- Boden, M. A. (1999). Computer models of creativity. En R. J. Sternberg (Ed.), *Handbook of creativity* (pp.351-372). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bowdle, B. F. & Gentner, D. (2005). The career of metaphor. *Psychological Review*, 1, 193-216.
- Burns, B. D. y Holyoak, K. J. (1994). Competing models of analogy: ACME versus Copycat. En *Proceedings of the Sixteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 100-105). Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Chalmers, D. J., French, R. M. y Hofstadter, D. R. (1992). High-level perception, representation, and analogy: A critique of artificial-intelligence methodology. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 4, 185-211.
- de la Fuente Aranz, J. y Minervino, R. A. (2004). Pensamiento analógico. En M. Carretero & M. Asensio (Coords.), *Psicología del pensamiento* (pp. 193-214). Alianza: Madrid.
- Desai, R. (1997). Structure-Mapping vs. High-level Perception: Why the Fight is Not Mistaken. En *Proceedings of the Nineteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (p. 897). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Eliasmith, C. y Thagard, P. (2001). Integrating structure and meaning: a distributed model of analogical mapping. *Cognitive Science*, 25, 245-286.
- Falkenhainer, B. (1987). An examination of the third stage in the analogy process: Verification-based analogical learning. En *Proceedings of IJCAI-87* (pp. 260-263). Los Altos: Morgan-Kaufmann.
- Falkenhainer, B., Forbus, K. D. y Gentner, D. (1989). The structure-mapping engine: Algorithm and examples. *Artificial Intelligence*, 41, 1-63.
- Forbus, K. D., Ferguson, R. W. y Gentner, D. (1994). Incremental structure-mapping. En *Proceedings of the Sixteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 313-318). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Forbus, K. D., Gentner, D., Markman, A. B. y Ferguson, R. W. (1998). Analogy just looks like high-level perception: Why a domain-general approach to analogical mapping is right. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, 10, 231-257.
- French, R. M. (1995). *The subtlety of sameness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- French, R. M. (2002). The computational modeling of analogy-making. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 200-205.
- Gentner, D. (1983). Structure-mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 155-170.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. En S. Vosniadou y A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp.199-241). Cambridge: Cambridge University Press.
- Gentner, D., Bowdle, B., Wolff, P. & Boronat, C. (2001). Metaphor is like analogy. En D. Gentner, K. J., Holyoak y Kokinov (Eds.), *The analogical mind: Perspectives from cognitive science* (pp. 199-253). Cambridge, MA: MIT Press.
- Gentner, D., Brem, S., Ferguson, R. W., Wolff, P., Markman, A. B. y Forbus, K. D. (1997). Analogy and creativity in the works of Johannes Kepler. En T. B. Ward, S. M. Smith y J. Vaid (Eds.), *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 403-459). Washington, DC: American Psychological Association.
- Gentner, D. & Wolff, P. (2000). Metaphor and knowledge change. En E. Dietrich y A. B. Markman (Eds.), *Cognitive dynamics: Conceptual and representational change in humans and machines* (pp. 295-342). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Gentner, D., Falkenhainer, B. y Skorstad, J. (1988). Viewing metaphor as analogy. En D. H. Helman (Ed.), *Analogical reasoning: Perspectives of artificial intelligence, cognitive science and philosophy* (pp. 171-177). Dordrecht: Kluwer.
- Gentner, D. & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, 52, 45-56.
- Gentner, D. y Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, 10, 277-300.
- Hofstadter D. R. y the Fluid Analogies Research Group (1995). *Fluid concepts and creative analogies: Computer models of the fundamental mechanisms of thought*. New York: Basic Books.
- Holyoak, K. J. (1984). Analogical thinking and human intelligence. En R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (Vol. 2, pp. 199-230). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Holyoak, K. J., Novick, L. R. y Melz, E. R. (1994). Component processes in analogical transfer: Mapping, pattern completion, and adaptation. En K. J. Holyoak y J. A. Barden (Eds.), *Advances in connectionist and neural computation theory, Vol.2: Analogical connections* (pp 113-180). Norwood, NJ: Ablex.
- Holyoak, K. J. y Thagard, P. R. (1989). Analogical mapping by constraint satisfaction. *Cognitive Science*, 13, 295-355.
- Holyoak, K. J. y Thagard, P. R. (1995). *Mental Leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hummel, J. E. y Holyoak, K. J. (2002). Analogy and creativity: Schema induction in a structure-sensitive connectionist model. En T. D. Dartnall (Ed.), *Creativity, cognition, and Knowledge* (pp 181-210). Westport: Praeger.
- Hummel, J. E. y Holyoak, K. J. (1997). Distributed representations of structure: a theory of analogical access and mapping. *Psychological Review*, 3, 427-466.
- Keane, M. T., Ledgeway, T. y Duff, S. (1994). Constraints on analogical mapping: A comparison of three models. *Cognitive Science*, 18, 387-438.
- Larkey, L. B. & Love B. C. (2003). CAB: Connectionist analogy builder. *Cognitive Science*, 27, 781-794.
- Minervino, R. A. (1998). *Solución de problemas por analogía: Modelos computacionales versus procesos humanos*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Salamanca, Salamanca, España.
- Minervino, R. A. y Adrover, J. F. (1998). ¿Existen realmente una teoría sintáctica y una teoría semántico-pragmática en el campo del pensamiento analógico? En M. D. Valiña y M. J. Blanco (Eds.), *Actas de las Primeras Jornadas de Psicología del Pensamiento* (pp. 121-132), Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.
- Minervino, R. A. y Adrover, J. F. (2000). Crítica al modelo estándar de solución de problemas por analogía y propuesta de un modelo alternativo. *Psicodebate*, 1, 61-86.
- Minervino, R. A., y Adrover, J. F. (2003). La teoría sintáctica y la teoría semántico-pragmática sobre el pensamiento por analogía: ¿constituyen verdaderamente enfoques alternativos? En D. A. Duarte y E. A. Rabossi (Comps.), *Psicología cognitiva y filosofía de la mente* (pp. 111-169). Alianza: Buenos Aires.
- Minervino, R. A. y Molinari Marotto, C. (2004). The role of extra-contextual and contextual similarities in analogical mapping. *Interdisciplinary: Journal of Psychology and Related Sciences*, número especial, 221-248.
- Mitchell, M. (1993). *Analogy-making as perception*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Morrison, C. y Dietrich, E. (1995). Structure-mapping vs. High-level perception: The mistaken fight over the explanation of analogy. En *Proceedings of the Seventeenth Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 678-682). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Ripoll, T. y Coulon, D. (2001). Le raisonnement par analogie: Une analyse descriptive et critique des modèles du mapping. *L'Année psychologique*, 101, 289-323.
- Ross, B. H. (1987). This is like that: The use of earlier problems and the separation of similarity effects. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 629-639.
- Ross, B. H. (1989). Distinguishing types of superficial similarities: Different effects on the access and use of earlier problems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15, 456-468.
- Searle, J. (1980). Minds, brains and programs. *The Behavioural and Brain Sciences*, 3, 473-424.
- Salvucci, D. D. y Anderson, J. R. (2001). Integrating analogical mapping and general problem-solving: the path-mapping theory. *Cognitive Science*, 25, 67-110.

(Artículo recibido: 24-1-05; aceptado: 4-3-06)