

¿EXISTEN REALMENTE UNA TEORÍA SINTÁCTICA Y UNA TEORÍA SEMÁNTICO-PRAGMÁTICA EN EL CAMPO DEL PENSAMIENTO ANALÓGICO?

Ricardo Adrián Minervino* y Juan Fernando Adrover**

* Universitat de Barcelona

** Universidad Autónoma de Madrid

Resumen

Dos modelos teóricos y computacionales han dominado el campo del pensamiento analógico en las dos últimas décadas: el modelo *sintáctico* de la teoría de la proyección de la estructura (TPE) de Gentner y col. (implementado en SME) y el modelo *semántico-pragmático* de la teoría de las múltiples restricciones (TMR) de Holyoak, Thagard y col. (implementado en ACME-CWSG). En el presente trabajo se define en primer lugar en qué consiste el enfrentamiento que han mantenido estas dos teorías. Para ello se analizan los argumentos teóricos y empíricos ofrecidos por ambos enfoques y se intenta avanzar en la identificación de los problemas que subyacen a la discusión.

En segundo lugar, se discute en qué medida la caracterización normalmente aceptada que se hace de los modelos es adecuada. Se concluye que los modelos tienen más coincidencias de lo que se supone: ni el modelo de la TPE sería estrictamente sintáctico ni el modelo de la TMR lograría incorporar los componentes semánticos y pragmáticos necesarios para explicar los procesos analógicos; por otra parte, ambos enfoques marginan algunos de los problemas centrales y definitorios del pensamiento analógico. Finalmente, se discuten las implicaciones de las conclusiones obtenidas para el desarrollo de futuras investigaciones en el área.

Palabras clave: Analogía, pensamiento

Dos teorías han dominado en el campo del pensamiento analógico en las últimas dos décadas: (1) la teoría *sintáctica* de la proyección de la estructura (TPE) de Gentner y cols. (Gentner, 1983; 1989; Gentner y Markman, 1997), implementada en SME (Falkenhainer, Forbus y Gentner, 1989), y (2) la teoría *semántico-pragmática* de las múltiples

restricciones (TMR) de Holyoak, Thagard y cols. (Holyoak, 1984; 1985; Holyoak y Thagard, 1989a; 1989b; 1995; 1997), implementada en ACME-CWSG (Holyoak y Thagard, 1989b; Holyoak, Novick y Melz, 1994). Ambos programas -el primero de carácter simbólico y el segundo de tipo híbrido- simulan los subprocesos analógicos centrales de establecimiento de correspondencias (EC) y formulación de inferencias candidatas (FIC).

Estos modelos estipulan una serie de *condiciones iniciales* para el EC, las que definen qué primeros emparejamientos se pueden generar y cuáles no. Obtenido el conjunto de hipótesis de correspondencia, aplican un conjunto de *restricciones*¹ para constreñir sus posibilidades de combinación. A través de la condición inicial *por tipos*, limitan las posibles correspondencias a establecer a aquellos elementos que son del mismo tipo básico: predicados de n-lugares con predicados de n-lugares, objetos con objetos, etc.

SME restringe la generación de hipótesis de correspondencia entre relaciones a aquellas que son idénticas (condición de *identidad de relaciones*) y aparea luego los argumentos de relaciones ya emparejadas según los roles que cumplen en éstas (condición de *entidades según relaciones y roles*). A partir de las hipótesis generadas, formula todas las interpretaciones estructuralmente consistentes posibles de la comparación, siguiendo para ello las restricciones de *conectividad paralela* y *correspondencias uno-a-uno* (*principio de consistencia estructural*). La conectividad paralela estipula que si una relación base R ha sido apareada con una relación objetivo R', el conjunto de hipótesis de correspondencia que contenga a este emparejamiento deberá incluir también las hipótesis de correspondencia entre los argumentos de estas relaciones. Luego de derivar las inferencias que implica cada una de las interpretaciones construidas, el programa valora la calidad estructural de cada posible proyección, seleccionando la de mayor puntaje para ser transferida. El *principio de sistematicidad* que aplica determina que la proyección de un conjunto de relaciones gobernado por relaciones de orden superior sea mejor valorada que la proyección de otro con el mismo número de relaciones pero no organizadas por relaciones de alto nivel.

A diferencia de SME, ACME no introduce más condición inicial que la de tipos y aplica, como el primero, al conjunto de hipótesis de correspondencia generadas, las restricciones que constituyen el principio de consistencia estructural. La conectividad paralela requiere en ACME que si una proposición base P es apareada con una proposición objetivo P', entonces el predicado y los argumentos de la primera deben también ser emparejados con los respectivos predicados y argumentos de la segunda. El aspecto que distingue básicamente a ACME de SME se refiere a la inclusión que hace el primero

¹ La separación entre *condiciones iniciales* y *restricciones* es nuestra, como lo son también, en algunos casos, los términos para designarlas.

de restricciones de carácter semántico y pragmático. A través de las primeras, apoya correspondencias posibles entre elementos de significados intrínsecos similares, y, por medio de las segundas, favorece determinados emparejamientos, sea porque pueden presuponerse o porque son de especial interés. El output de ACME ofrece las correspondencias óptimas para los diversos elementos de los análogos, el conjunto de las cuales constituye, por lo general, la mejor interpretación de la analogía. Mientras que en SME todas las exigencias son inviolables, en ACME, a excepción de la condición inicial por tipos, todas son tratadas como presiones que intentan ser satisfechas y conciliadas en conjunto del mejor modo posible para lograr interpretaciones coherentes de las comparaciones, tratamiento que es posible, según la TMR, por el estilo conexionista de procesamiento de su programa, y que se ajustaría mejor a la flexibilidad del pensamiento analógico humano.

En base a la estructura de la analogía, ambos programas ejecutan la FIC reemplazando elementos de acuerdo a las correspondencias establecidas, y transfiriendo relaciones y entidades base ausentes inicialmente en el análogo objetivo (con nombres idénticos las primeras y como entidades hipotéticas las segundas).

ASPECTOS CENTRALES DEL ENFRENTAMIENTO ENTRE LA TPE Y LA TMR

Para la TPE una comparación analógica da a entender que el sistema de relaciones que estructura los hechos del análogo base puede ser proyectado sobre el análogo objetivo, a pesar de que los objetos y funciones a poner en correspondencia no guardan similitudes intrínsecas, sino que sólo cumplen roles semejantes en las estructuras compartidas. Una interpretación analógica supone en consecuencia: (1) ignorar las semejanzas entre objetos (expresadas como *atributos*) y (2) encontrar, en el dominio base, un sistema relacional, gobernado por relaciones de orden superior y con potencialidades inferenciales, que pueda ser proyectado al dominio objetivo, descartando para esta proyección las relaciones aisladas que no formen parte del sistema elegido. Ambas operaciones serían ejecutadas por un *módulo central* en base a criterios sintácticos², prescindiéndose para su realización de consideraciones de tipo semántico y pragmático, de las que se ocuparían subprocesos de actuación anterior (recuperación/selección) o posterior (evaluación/adaptación) a los de EC y FIC. La TMR señala en cambio que durante el EC suelen intervenir, además de reglas sintácticas, factores semánticos y pragmáticos, y que la consideración de estos factores puede ser imprescindible en algunas ocasiones para explicar el procesamiento analógico central.

² Mientras que los atributos son identificados por su carácter de predicados de un solo argumento, la construcción y elección del sistema a exportar se hacen en base a los principios de consistencia estructural y sistematicidad, respectivamente, libres ambos de toda influencia contextual.

Podemos ilustrar la polémica TPE-TMR a partir de una analogía ya clásica, en la que se compara un sistema en el que fluye agua desde un vaso hacia un tubo a través de un conducto (flujo de agua: FA), y uno en el que fluye calor desde café caliente hacia un cubito de hielo a través de una barra de metal (flujo de calor: FC) (véase Fig.1a). En la Fig.1b se muestran las representaciones de las situaciones de las que partiría el analogador. SME y ACME son igualmente capaces de ejecutar el EC y la FIC para esta comparación: siendo la diferencia de presiones puesta en correspondencia con la diferencia de temperaturas y el FA con el FC, se infiere que esta diferencia causa el FC, como aquella causa el FA. La diferencia de diámetros base es desechada por ambos programas durante la proyección (por SME debido a que se trata de una relación aislada que no pertenece al sistema elegido y por ACME debido a que se trata de una relación pragmáticamente irrelevante para encontrar una causa para el FC).

Una versión extendida de la analogía, permitiría, de acuerdo a la TMR, demostrar empero los límites explicativos de la TPE. En esta versión ampliada, el analogador ha advertido que, en el FA, el mayor diámetro del vaso en relación al tubo es la causa de que el primero tenga mayor volumen que el segundo y ha observado a su vez, en el FC, que el volumen del café es mayor que el volumen del cubito de hielo. El principio de sistematicidad no provee, afirma la TMR, criterios suficientes para elegir entre dos interpretaciones posibles de la analogía: si *presión* es apareada con *temperatura*, puede inferirse que la diferencia de temperaturas causa el FC, mientras que si *diámetro* es apareado con *temperatura*, es posible inferir en cambio que la diferencia de temperaturas es la causa de la diferencia entre los volúmenes del café y el cubito de hielo (ver parte inferior la Fig.1a). ACME sería capaz en cambio de determinar cuál es la interpretación correcta a partir de que "sabe" qué propósito se persigue con la analogía: si el FA está siendo utilizado para explicar el FC, entonces los aspectos en el sistema del agua que aparecen como causa de su flujo deben ser favorecidos en el EC. De este modo, la diferencia de presiones es puesta en correspondencia con la diferencia de temperaturas y ésta es conjeturada como la causa del FC. Para la TMR, la preferencia general que tienen los analogadores por sistemas de relaciones no debe ser explicada por el principio formal de sistematicidad, sino por el hecho de que estos sistemas desempeñan un papel fundamental en la derivación de inferencias relevantes para los propósitos que suelen subyacer a las tareas analógicas. Así mismo, desde este enfoque pragmático, las propiedades de objeto, en contra de lo que postula la TPE, se encuentran en principio en iguales condiciones de tener un peso transferencial que las relaciones: la participación de unas y otras depende de si su consideración es relevante o no para los objetivos en juego (Holyoak, 1984).

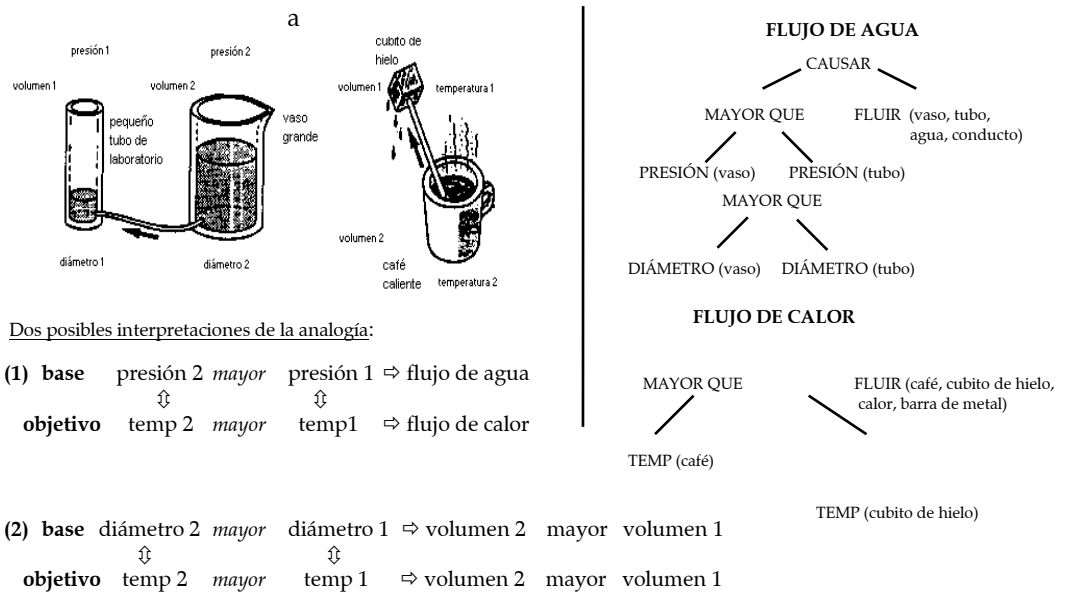


Fig. 1. Parte a) situaciones físicas comparadas en la analogía entre un flujo de agua y un flujo de calor (adaptada de Gentner, 1989, p. 203), con dos interpretaciones posibles. Parte b) representaciones iniciales de las que parte el analogador para la interpretación 1.

El avance en el esclarecimiento del núcleo de esta controversia requeriría, en primer lugar, situar, dentro de la arquitectura cognitiva humana, el supuesto módulo central del proceso analógico que intentan simular estos modelos computacionales, algo que no parece sencillo si se considera que sus autores no asumen compromisos claros respecto a la realidad psicológica del conjunto de operaciones que realizan (Keane, Ledgeway y Duff, 1994). Definido psicológicamente este módulo, la búsqueda de una resolución empírica del problema pasaría por determinar: (1) si es verdad que, como pretende la TPE, los subprocesos de recuperación y selección *garantizan* que siempre ingrese en él *un solo sistema proyectable*, en cuyo caso los principios sintácticos se mostrarían siempre suficientes para realizar las interpretaciones analógicas convenientes, o si, por el contrario, puede ocurrir que ingrese en tal módulo *un análogo* que contenga *dos sistemas* en iguales condiciones, de acuerdo a criterios estructurales, de ser transferidos (la versión extendida de la analogía FA-FC antes expuesta ejemplifica esta posibilidad), y (2) si, de ser posible esto último, las personas que conocen cuál es el objetivo de la analogía son de hecho capaces de elegir la alternativa *relevante*; quedarían

así demostradas, por un lado, la participación de factores pragmáticos durante el EC y, por otro, la insuficiencia de los factores sintácticos para explicar cómo se desarrolla este subproceso.

Los múltiples controles y restricciones, así como presupuestos teóricos, que conllevaría este "experimento crucial" hacen difícil la obtención de resultados concluyentes (ver Spellman y Holyoak, 1993; 1996). En cualquier caso, es justo decir que, dado que es la TPE la que supone compromisos psicológicos más fuertes y, según creemos, menos plausibles³, son sus proponentes los que deberían aportar evidencia empírica en apoyo de su tesis, en lugar de asumirlos *a priori* en base a argumentos teóricos ciertamente discutibles (p.e., el relativo a que, por necesidad, una teoría sobre pensamiento analógico, para tener un alcance general, debe ser sintáctica). La TPE ha aportado pruebas empíricas acerca, por ejemplo, del papel psicológico del principio de sistematicidad durante el EC y la FIC para condiciones en las que el análogo base incluye un solo sistema y, en las que, además, por encima de la tarea analógica en sí misma, no existen otros objetivos de procesamiento (p.e., Clement y Gentner, 1991; Gentner, Rattermann y Forbus, 1993; Gentner y Toupin, 1986); para situaciones de estas características, la TMR aceptaría sin problemas que los principios sintácticos son suficientes para dar con las interpretaciones adecuadas (ver Holyoak y Thagard, 1989b). Entendemos que a la TPE le queda aún por demostrar el núcleo fuerte y más audaz de su tesis.

Dado el papel facilitador que juegan las semejanzas superficiales entre elementos de los análogos durante el EC (para una revisión, ver, p.e., Reeves y Weisberg, 1994), la TMR considera que este componente debe estar representado en los modelos de pensamiento analógico, algo que efectiviza en ACME con la incorporación de una unidad semántica especial encargada de informar sobre este tipo de similitudes (Thagard, 1996). Para la TPE, la influencia de lo superficial puede ser perfectamente desconsiderada en tales modelos ya que, por definición, una analogía conecta dominios semánticamente alejados, siendo sus objetos por ende necesariamente diferentes. La TMR juzga este concepto de comparación analógica como demasiado restrictivo, considerando que ciertos procesos orientados por objetivos pueden ser entendidos como analógicos a

³ Gentner (1989) plantea la existencia de un módulo que ejecuta el EC y la FIC sin ser afectado, durante el procesamiento, por factores semánticos y pragmáticos. Aunque aclara que el uso que hace del concepto de *módulo* no debe ser interpretado en sentido fodoriano, su noción parece conservar sin embargo la característica de impenetrabilidad. Dado que los subprocesos que ejecutaría este módulo constituyen el núcleo del pensamiento analógico, un proceso central de alto nivel, resulta en principio bastante inverosímil que pueda actuar de la forma aislada en que lo plantea la TPE. Un problema que dificulta la argumentación contra la TPE consiste en su ambigüedad respecto al nivel explicativo en que se sitúa (informacional -de competencia- o algorítmico -comportamental-). Ante datos que prueban la intervención de factores no sintácticos durante el EC, la teoría puede restringir su tesis a supuestos sujetos de competencia ideal (ver, p.e., Gentner y Toupin, 1986).

pesar de vincular dominios que la TPE consideraría como *literalmente* similares (Holyoak y Thagard, 1989b).

Creemos que, a la luz de las insuficiencias más generales y de fondo que, según analizaremos, parecen subyacer al tratamiento que hacen *ambos* enfoques del pensamiento analógico (ver, p.e., Hofstadter, 1995), algunos de los problemas que enfrentan a la TPE y a la TMR puede que estén dirigiendo la atención a cuestiones marginales en relación a problemas más básicos y fundamentales del pensamiento analógico. Antes de presentar este examen crítico más amplio y profundo, analizaremos, sin ampliar aún “las reglas de juego” de la controversia, en qué medida los autoconceptos de la TPE y de la TMR como enfoques alternativos *-sintáctico* y *semántico-pragmático*, respectivamente del pensamiento analógico, base esencial del enfrentamiento, están o no bien fundados.

LOS ENFOQUES DE LA TPE Y LA TMR: ¿CUÁL ES SINTÁCTICO Y CUÁL SEMÁNTICO-PRAGMÁTICO?

Sin poner en duda que las perspectivas de la TPE y la TMR suponen importantes diferencias como visiones del pensamiento analógico y paradigmas de investigación psicológica, cuando se analizan sus modelos en el nivel algorítmico de formulación, la caracterización de los enfoques como *sintáctico* y *semántico-pragmático*, respectivamente, no se muestra del todo adecuada. Éstas son algunas de las consideraciones que fundamentan nuestro punto de vista:

(1) La condición inicial de *identidad de relaciones* que estipula SME, claramente semántica (Keane, 1988a), potenciada por los principios estructurales del programa, determina que sólo pueden construirse comparaciones analógicas entre unidades de información cuando éstas contienen sistemas relacionales idénticos. Este requisito parece más propio de un programa semántico inflexible que de uno sintáctico.

(2) De acuerdo a la TPE, toda teoría sobre pensamiento analógico *debe* ser estrictamente sintáctica, en tanto cualquier teoría que incorpore factores semánticos o pragmáticos durante el EC no podrá explicar la capacidad de la estrategia analógica para generar inferencias candidatas creativas⁴. La condición de identidad de relaciones es decididamente inconsistente con la aspiración de construir un sistema computacional libre de “juicios críticos” que puedan inhibir la producción de inferencias candidatas novedosas. Si se suma a esto el hecho de que las evaluaciones estructurales consideran

⁴ Cabe señalar que la concepción de pensamiento creativo que subyace a la postura de Gentner, entendido como un proceso que encuentra sus mejores condiciones de desarrollo en la ausencia de *todo* control, es un tanto ingenua (ver p.e., Weisberg, 1986; Johnson-Laird, 1988),

en sus valoraciones las potencialidades inferenciales de las interpretaciones (Holyoak y Thagard, 1989b), SME aparenta las características de un programa analógico semántico-pragmático, antes que las de un sistema sintáctico como el que busca la TPE.

(3) La TMR ha manifestado la necesidad de que los modelos computacionales de pensamiento analógico sean capaces tanto de generar inferencias productivas como de controlar su relevancia y plausibilidad inicial (Holyoak, 1985; Spellman y Holyoak, 1996). Por lo que respecta a este último aspecto, ACME es completamente insatisfactorio: no está a su alcance acceder al significado de las similitudes sobre las que se le informa, ni puede tampoco identificar diferencias entre elementos apareados, por lo que no dispone de ninguna base semántica para estimar la plausibilidad de las inferencias que conjetura. Esta ausencia absoluta de control semántico se manifiesta claramente en el hecho de que el programa no es capaz de impedir la formulación de inferencias candidatas aun cuando sean absurdas desde todo punto de vista (Minervino y Adrover, 1997). Esta producción ciega de ACME satisfecería, paradójicamente, el *desideratum* de ausencia de control para la FIC a que aspira la TPE. Si bien SME se encuentra en iguales condiciones por lo que respecta a sus capacidades de inhibición de FIC, la condición de identidad de relaciones le asegura una base inductiva inicial de la que no siempre dispone ACME.

(4) Si bien ACME puede recibir indicaciones de índole pragmática a través de una unidad especial, todas las inferencias que dan lugar a esta información (p.e., qué hipótesis pueden presuponerse, cuál es el objetivo de la analogía, etc.) son realizadas previamente por el psicólogo programador, quien, conocedor del contexto de la tarea, suministra esta información de forma *ad hoc*. Puede afirmarse en este sentido, que la TMR propone un modelo teórico formal que contempla la posible injerencia de factores pragmáticos, pero en ningún caso que, como sería deseable (ver p.e., Keane, 1988b), consigue dotar a su modelo computacional de capacidades pragmáticas. Esta alimentación directa también tiene lugar respecto a las similitudes semánticas.

Si hasta aquí podría concluirse que la polémica entre estos enfoques tiene algo de ficticia en tanto se asienta sobre divergencias que se no se ven reflejadas en sus modelos computacionales, Hofstadter y el Grupo FARG (Hofstadter, 1995), a la luz de las carencias más serias que creen que padecen ambos enfoques, desprecian por completo sus diferencias. Estos autores pone en cuestión directamente que SME o ACME simulen procesos analógicos.

LA CRÍTICA DE HOFSTADTER Y EL GRUPO FARG A LA TPE Y LA TMR

La esencia del proceso analógico consiste en la búsqueda de un conjunto ordenado de correspondencias entre los elementos de las situaciones que se comparan. La

clave para dar con ese conjunto radica, por un lado, en identificar los roles que cumplen cada uno de los elementos en los sistemas a los que pertenecen y, por otro, en poder determinar entonces qué elementos de un análogo cumplen funciones equivalentes a las que cumplen los elementos del otro (Falkenhainer, 1990). SME y ACME reciben, de forma más o menos directa, por parte del programador que ingresa las descripciones de las situaciones a comparar, toda la información necesaria en lo que respecta a los roles que cumplen los elementos en ellas, y a la equiparabilidad de los elementos de un análogo con los del otro en virtud de sus funciones similares. Este suministro de información es ineludible, ya que los programas carecen tanto de capacidades inferenciales para analizar las representaciones iniciales que reciben, como de acceso a otros conocimientos más allá de los que están contenidos en ellas (Falkenhainer, 1990; Hofstadter, 1995). Si a pesar de estas limitaciones, los programas logran dar con las correspondencias adecuadas, se debe a que, mediante el recorte y la estructuración formal *ad hoc* de las representaciones iniciales, el programador ha desplegado y puesto a disposición del sistema el trabajo conceptual que se ha encargado de realizar previamente. En efecto, el programador decide acerca de qué información incluir y cuál no, así como, no sin cierta arbitrariedad (Palmer, 1989), de la forma de representarla (como objetos, propiedades de objetos, relaciones de diversos órdenes, etc.), de tal modo que las reglas sintácticas que posee el programa, sensibles precisamente a estas diferencias representacionales, puedan dar con las correspondencias adecuadas. Si los principios formales no son suficientes para dar con ellas, el psicólogo brinda de forma directa las indicaciones semánticas y/o pragmáticas convenientes. El EC ha sido precedido así por un trabajo de definición de los componentes de los análogos que, como analiza Hofstadter (1995), incurre en una *codificación a mano* de tipo *ex post facto*: el programador ingresa representaciones tan elaboradas que tienen toda la apariencia de haber sido derivadas de un preconocimiento de la analogía, por lo que el analogador artificial parte de condiciones muy ventajosas en relación al analogador natural que pretende simular. A los programas les resta, analizan Hofstadter y cols., una tarea sintáctica relativamente trivial que no supone análisis conceptual alguno y que está por completo basada en lo que se ha recibido antes que en el desarrollo relativamente independiente de algún trabajo de análisis inteligente.

El origen de este deficiente estilo de simulación estaría en el tratamiento modular y secuencial que se hace de los procesos de construcción de representaciones y establecimiento de correspondencias, procesos que tienen normalmente un desarrollo superpuesto y de influencias recíprocas. De acuerdo a estos modelos, el primer paso se encarga de interpretar el significado de las situaciones e identificar los roles de sus elementos componentes y el segundo de poner en correspondencia los elementos de acuerdo a la equiparabilidad de los roles predefinidos. Falkenhainer (1990) y Hofstadter (1995) consideran que este tratamiento es inadecuado, ya que es esencial al proceso analógico que las representaciones de los análogos cambien en la medida en que se desarrolla el establecimiento de correspondencias, el cual sufre -y ejerce sobre el proceso de genera-

ción de representaciones- presiones semánticas y pragmáticas que se van definiendo en el contexto de desarrollo de la analogía (Falkenhainer, 1990), lo que hace que sean difícilmente previsibles al inicio de la tarea. El proceso supone así constantes reformulaciones y exploraciones ampliatorias de la información de partida.

Si las dificultades para construir programas con estas capacidades son atendibles, no es comprensible en cambio que se pretenda que SME o ACME implementan teorías generales y avanzadas sobre procesos analógicos intra e interdominio, ya que el trabajo sustancial les es ahorrado por el analogador humano. Los aspectos centrales del proceso, tal como los entiende Hofstadter y cols., quedan así sin ser explicados. Al no disponer los programas de mecanismos inferenciales ni ninguna base de conocimientos que les permita ampliar la información incluida en sus representaciones iniciales (el "concepto" de *calor* que manipulan en la analogía FA-FC se agota en esta palabra), es erróneo creer que son capaces de alguna comprensión de conceptos, dominios o analogías. Sólo podrá decirse de un programa que es un buen simulador analógico cuando sea capaz de construir interpretaciones semánticas de situaciones y de reinterpretarlas para *descubrir* sus comunalidades. A ACME y SME este trabajo les es ahorrado por el psicólogo programador. Es en este sentido que Hofstadter y cols. ponen en duda que estos programas simulen realmente el mismo subproceso de establecimiento de correspondencias, ya que éste consiste precisamente en dar con la analogía, esto es, en buscar la esencia compartida por las situaciones y no en rehacer por vías formales y a partir de indicaciones directas el trabajo semántico-pragmático realizado por el psicólogo.

REFERENCIAS

- Clement, C. A., & Gentner, D. (1991), Systematicity as a selection constraint in analogical mapping. *Cognitive Science*, 15, 89-132.
- Falkenhainer, B. (1990). Analogical interpretation in context. *Proceedings of the 12th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 69-76). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Falkenhainer, B., Forbus, K. D. & Gentner, D. (1989). The structure-mapping engine: Algorithm and examples. *Artificial Intelligence*, 41, 1-63.
- 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, & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp.199-241). New York: Cambridge University Press.

- Gentner, D., & Markman, A. B. (1997). Structure mapping in analogy and similarity. *American Psychologist*, 52, 45-56.
- Gentner, D., Rattermann, M. J., & Forbus, K. D. (1993). The roles of similarity in transfer: separating retrieval from inferential soundness. *Cognitive Psychology*, 25, 524-575.
- Gentner, D., & Toupin, C. (1986). Systematicity and surface similarity in the development of analogy. *Cognitive Science*, 10, 277-300.
- Hofstadter, D. R. (1995). *Fluid concepts and creative analogies*. 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. (1985). The pragmatics of analogical transfer. En G.H. Bower (Ed.), *The psychology of Learning and Motivation* (Vol. 19, pp. 59-87). New York: Academic Press.
- Holyoak, K. J., Novick, L. R., & Melz, E. R. (1994). Component processes in analogical transfer: Mapping, pattern completion, and adaptation. En K. J. Holyoak & J. A. Barden (Eds.), *Analogical connections*. Advances in Connectionist and Neural Computation Theory (Vol. 2, pp. 113-180). Norwood, NJ: Ablex.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. R. (1989a). Analogical mapping by constraint satisfaction. *Cognitive Science*, 13, 295-355.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. R. (1989b). A computational model of analogical problem solving. En S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 242-266). London: Cambridge Univ. Press.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. R. (1995). *Mental Leaps: Analogy in creative thought*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. R. (1997). The analogical mind. *American Psychologist*, 52, 35-44.
- Johnson-Laird, P. N. (1988). *The computer and the mind*. Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
- Keane, M. T. (1988a). *Analogical problem solving*. Chichester: Ellis Horwood.
- Keane, M. T. (1988b). Analogical mechanisms. *Artificial Intelligence Review*, 2, 229-250.

- Keane, M.T., Ledgeway, T. & Duff, S. (1994). Constraints on analogical mapping: A comparison of three models. *Cognitive Science*, 18, 387-438.
- Minervino, R. A., & Adrover, J. F. (1997). The role of problem differences detection and of dependency descriptions in analogical problem solving: Computational models and human performance. Artículo presentado en el *Fifth International Colloquium on Cognitive Science*. Donostia-San Sebastian: ILCLI, Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia, Universidad del País Vasco.
- Palmer, S. E. (1989). Levels of description in information-processing theories of analogy. En S. Vosniadou & A. Ortony (Eds.), *Similarity and analogical reasoning* (pp. 332-345). London: Cambridge Univ. Press.
- Reeves, M. L., & Weisberg, R. W. (1994). The role of content and abstract information in analogical transfer. *Psychological Bulletin*, 3, 381-400.
- Spellman, B. A., & Holyoak, K. J. (1993). An inhibitory mechanism for goal-directed analogical mapping. *Proceedings of the 15th Annual Conference of the Cognitive Science Society* (pp. 947-952). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Spellman, B. A., & Holyoak, K. J. (1996). Pragmatics in analogical mapping. *Cognitive Psychology*, 31, 307-346.
- Thagard, P. (1996). *Mind: Introduction to Cognitive Science*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Weisberg, R. W. (1986). *Creativity: genius and other myths*. New York: W. H. Freeman.