

## DEFINICIÓN Y USO DE LA ANALOGÍA EN LA EDUCACIÓN

Zoila Cubero  
Carlos Leiva

### Introducción

El desarrollo de este artículo sigue dos lineamientos. Por un lado, se mencionan las teorías y procedimientos del método analógico. Por otro lado, por similitud con el tema principal del artículo, se intenta seguir una forma analógica de exposición, tomando ejemplos de algunas disciplinas: el caso del militar y del doctor, el del sistema solar y el átomo y algunos de la economía, como un medio de que el lector comprenda cuáles son los pasos, las condiciones del pareo y el proceso inductivo de la analogía.

El artículo dice referirse al campo de la educación porque como se dijo en el párrafo anterior su presentación pretende ser en forma analógica. Es decir citando las condiciones, las teorías sobre el tema y los ejemplos. Se espera que el lector tenga una idea más clara en qué consiste y cuáles son los requisitos de una analogía y que intente aplicarla a la educación por su eficacia para transmitir un conocimiento a partir de otro conocido.

Realmente lo que se busca en la enseñanza mediante el método analógico es usar una base de información conocida que sustituya la falta de conocimiento previo del estudiante para facilitar su aprendizaje en una temática de cierta complejidad. Como se verá más adelante, este método ofrece pistas al estudiante (o analizador) para descubrir proposiciones simples y complejas del dominio fuente del profesor (teoría económica) que pueden ser transferidas al dominio objetivo del estudiante, mediante un proceso activo, constructivista y responsable de afinación, descubrimiento y transformación de su conocimiento previo.

**Resumen:** *La analogía es un modelo de inferencia que usa un dominio fuente familiar para facilitar el entendimiento de una materia o la solución de problemas en un dominio objetivo desconocido. Para ello, en primer lugar, se escogen grupos de objetos de ambos dominios y seorean, tomando en cuenta la similitud de las relaciones entre los objetos de cada agrupamiento. En segundo lugar, se busca crear o transferir estructuras al dominio de estudio u objetivo pertinentes tomando como modelo las existentes en el dominio fuente conocido por el investigador.*

*El principal problema que se presenta en los modelos analógicos, es la explosión de proposiciones a orear. Por lo tanto, se hace necesario buscar criterios adecuados para decidir cuáles de aquéllos son oreos sustantivos para mantenerlos en el proceso. Para limitar el número excesivo de oreos, empates o mapeos y enfocar mejor el problema, se ha recurrido al uso de tres condiciones de similitud: la sintáctica o estructural, la semántica y la pragmática que responde a la meta u objetivo del analogista.*

*La condición estructural establece sólo oreos entre las estructuras semejantes de objetos de ambos dominios, dando prioridad a aquéllas que son de más alto nivel o más generales. La condición de similitud semántica pone en contacto a las proposiciones que tienen significado similar. Finalmente, la condición pragmática toma en cuenta la homogeneidad de metas u objetivos presentes en los dominios.*

Antes de continuar es necesario definir en qué consisten las **proposiciones** las cuales pueden ser simples, como el caso que se presenta enseguida, o complejas. Las proposiciones son las estructuras más comunes que se manejan en las analogías. Se entiende por una proposición simple a una regla del tipo: **A(p, r)**, en donde a **A** se le denomina predicado y es el que representa la acción o relación en la proposición. Por ejemplo la acción podría ser chocar, por lo cual el significado de la proposición anterior es que el automóvil **p** chocó al automóvil **r**. Así los objetos **p** y **r** son argumentos relacionados por el predicado **A** y en este caso son dos automóviles.

### La estructura de la analogía

La utilidad de una analogía depende del reconocimiento y el uso posterior de algunas similitudes significativas que comparten los objetos y operadores (predicados) presentes en los dominios fuente y objetivo. La fortaleza del método descansa en establecer relaciones entre los elementos de los dos dominios lo más similares posibles con el concurso de reglas: sintácticas y semánticas y de conformidad con los objetivos del investigador. Luego se buscan y se ensamblan estructuras mediante procesos inferenciales en el dominio objetivo, tomando como espejo lo que acontece en el dominio fuente. Por ejemplo, se puede usar lo que se conoce sobre la relación del sol y los planetas del sistema solar para explicar cómo se produce la rotación de los electrones alrededor del átomo. Similarmente, analogías útiles pueden servir para generar teoría en dominios desconocidos a partir de la estructura en un dominio conocido. Este es el caso de aplicar las reglas físicas de la entrada y salida de agua de una pila o fregadero para explicar el precio de equilibrio de un bien en la economía. Si el inverso del nivel del agua de la pila representa el precio inicial  $P_0$ , al producirse una mayor entrada (oferta) que salida (demanda) de agua, el nivel del agua en la pila ascenderá y el precio del bien, el inverso del nivel del agua, bajará.

Para llevar a cabo la inferencia y el ensamblaje de estructuras en el dominio desconocido se usan reglas de asociación y categorización, las cuales ayudan a formar agrupamientos de objetos más grandes y complejos, que permiten lograr una mejor explicación del problema estudiado. Obtenidas estas nuevas representaciones es preciso estudiar la plausibilidad de las relaciones establecidas entre los objetos para explicar los hechos de interés.

La conexión entre los elementos de cada dominio se lleva a cabo con la ayuda de reglas **sincrónicas** y **diacrónicas**, las cuales son conocidas como reglas empíricas puesto que se surgen de lo que ocurre en las situaciones reales. Las reglas sincrónicas son atemporales, sirven para categorizar y asociar variables del dominio y se dividen en:

- **categorías.** Sirven para ordenar las cosas, en general son taxanómicas. Así, por ejemplo, un producto se clasifica como agrícola y pertenece al reino vegetal.
- **asociativas.** Relacionan los elementos, verbigracia, cuanto más se consume de un bien más aumenta la satisfacción de una persona.

Dependiendo de la naturaleza y del grado de precisión del análisis, la categorización y la asociación involucradas pueden estar a niveles bajos de generalización o abstracción, en cuyo caso las reglas empíricas correspondientes serían muy específicas para delimitar los objetos y las relaciones establecidos entre ellos (por ejemplo, relaciones microeconómicas). Por el contrario la asociación y la clasificación de los objetos pueden ser planteadas a niveles más altos o de gran abstracción (por ejemplo, relaciones macroeconómicas).

Las reglas diacrónicas especifican la trayectoria de los estados de las cosas (desarrollo económico), incluyendo los estados de la mente, a través del tiempo, en respuesta a una acción autónoma o determinada en el dominio. Estas reglas se dividen en:

- **Predictoras.** Indican qué se espera en el futuro respecto a cambios en las variables exógenas que intervienen en el dominio. Por ejemplo, este es el caso de los precios internacionales del petróleo y su efecto probable sobre el nivel general de precios.
- **Efectoras.** Expresan relaciones de causa-efecto más precisas. Por ejemplo, si una persona recibe una cantidad adicional de ingresos consumirá una cantidad mayor de un producto.

### Un ejemplo: La analogía de la radiación

(Gick, Holyoak, 1980) presentaron un ejemplo para indicar cómo resolver un problema de medicina por medio de una analogía. El caso trata de un paciente que tiene un tumor maligno en su estómago. Es imposible operarlo, pero si el mal no es destruido el enfermo moriría. Hay un tipo de rayo que aplicado con suficiente intensidad eliminaría el tumor. Pero, lamentablemente, a esa intensidad los rayos destruirían también partes sanas del cuerpo. Inversamente, a baja intensidad, los rayos no son peligrosos pero tampoco pueden eliminar el tumor. Por lo tanto, la pregunta que se hace el médico es ¿Cómo pueden los rayos ser usados con la intensidad requerida para acabar el tumor sin provocar daños secundarios en el individuo?

#### *Solución del problema analógico*

El dominio fuente para resolver el problema fue obtenido de una historia militar. La misma relata cómo un general tomó una fortaleza enemiga con todos los soldados allí atrincherados. Había muchos senderos que conducían al sitio pero todos estaban minados, por lo que sólo grupos pequeños de soldados, por diferentes caminos, podían llegar al fuerte con seguridad. Dado que el general necesitaba todo su ejército para el éxito de la misión, su situación era similar al problema de radiación del doctor. La solución escogida por el general, tomar la fortaleza enemiga enviando pocos soldados al fuerte,

por las diferentes rutas, podía ser usada por el doctor. Así, el tumor debía ser irradiado con rayos de baja intensidad, desde diferentes puntos, simultáneamente.

#### *Empate analógico y esquema inductivo*

El planteo y la solución de problemas analógicos requiere llevar a cabo cuatro pasos interrelacionados: a) la construcción representativa del dominio fuente y del dominio objetivo; b) seleccionar los elementos del dominio fuente que sean potencialmente análogos y relevantes al dominio objetivo; c) establecer correspondencias, relaciones, mapeos o empates entre los componentes de ambos dominios, basados en el desempeño de roles similares en las dos situaciones; y d) seleccionar reglas, procedimientos o esquemas del dominio fuente para transferirlas al dominio objetivo con la idea de analizar, experimentar y alcanzar una solución al problema en estudio. Como el empate de los elementos de ambos campos de estudio puede ser establecido a diferentes niveles de abstracción o generalidad, el proceso podría ser interactivo y experimentar diversos resultados.

La escogencia de los elementos a poner en correspondencia de ambos dominios se basó en los siguientes criterios:

- Ellos debían desempeñar papeles similares en el alcance de la solución, es decir que empatan sus reglas que afectan la transición del estado inicial al final.
- Ellos debían mapear satisfactoriamente a lo largo de las analogías individuales.

### Proceso de mapeo o empate

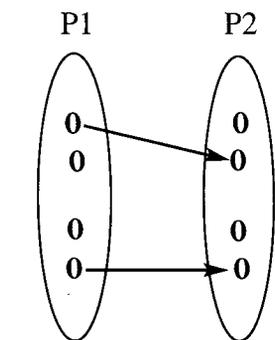
El principal problema que enfrenta la construcción de modelos analógicos, desde el punto de vista operativo y computacional, es cómo reducir el número de posibles empates, mapeos o pareos, que necesitan ser creados para hacer una buena analogía. Winston señaló que si hay  $N_1$  partes, en un dominio, y  $N_2$  en el otro dominio. Entonces el número de formas,

en que ambos dominios pueden ser pareados, es  $N_1! / (N_1 - N_2)!$ , en donde  $N_1$  es igual o mayor que  $N_2$ , y además, el símbolo ! indica que los números respectivos son factoriales.

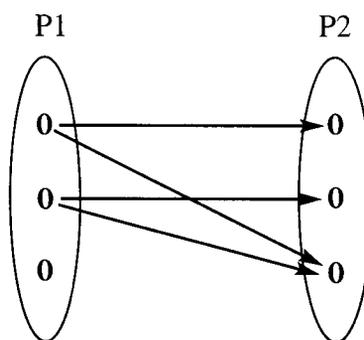
### Proceso de Mapeo o Empate

Un mapeo o empate es una correspondencia o liga entre las proposiciones de los dominios que muestran similitud sintáctica y/o semántica, previa un aseguramiento del parecido entre los objetivos de ambos dominios. Hay diversos tipos de mapeos. Por el

número de proposiciones involucradas en la interacción se clasifican en: binarios, terciarios y n-arios; mientras que desde el punto de vista de la relación de los elementos de una proposición con los de otra se distinguen los siguientes: mapeos isomórficos o sea de un elemento a otro (función biyectiva), de un elemento de un dominio a muchos de otro, de muchos elementos de un dominio a uno de otro dominio y de muchos a muchos. Seguidamente, se ejemplifican dos casos usando los argumentos de las proposiciones P1 y P2. (Batini *et al.*, 1992).



Mapeo isomórfico (1a1)



Mapeo cuasimórfico, de muchos a muchos

Figura 1. Ejemplos de mapeos o pareos.

Volviendo a la analogía de la radiación, los mapeos entre los dominios se determinan por la similitud del significado de las propo-

siciones, las cuales se etiquetan y se destacan en negrita para facilitar su reconocimiento (**Meta**, por ejemplo).

**Problema militar (Dominio fuente)**

**Meta:** Usar el ejército para capturar el fuerte

**Recursos:** Gran cantidad de soldados

**Operadores:** Dividir el ejército, desplazar los soldados y atacar el fuerte

**Restricciones:** Incapacidad de enviar con seguridad toda la guarnición por una misma vía

**Solución:** Enviar pequeños grupos a lo largo de múltiples caminos simultáneamente

**Resultado:** La fortaleza capturada por los militares.

**Problema de radiación ( Dominio objetivo)**

**Meta:** Usar rayos para destruir un tumor

**Recursos:** Rayos suficientemente poderosos

**Operadores:** Reducir la intensidad de los rayos, mover los equipos y lanzar los rayos

**Restricciones:** Imposibilidad de enviar rayos intensos con seguridad desde una posición

**Solución:** Enviar rayos de baja intensidad desde distintos puntos al unísono.

**Resultado:** Tumor destruido por los rayos.

**Esquema de convergencia (Empate, correspondencia)**

**Meta:** Usar la fuerza para superar un obstáculo

**Recursos:** Fuerza bastante grande

**Operadores:** Reducir la intensidad de la fuerza, mover y aplicar la fuerza

**Restricciones:** Imposibilidad de aplicar la fuerza completa en un sólo punto con seguridad

**Solución:** Aplicar fuerzas débiles a lo largo de múltiples puntos simultáneamente

**Resultado:** El obstáculo central es superado por la fuerza.

## Condiciones de la Analogía

Las condiciones o restricciones usadas en el proceso analógico tienen por objeto enfocar adecuadamente el problema, facilitar el proceso de mapeo y lograr una confiabilidad aceptable de los resultados de la inferencia en sí. En efecto, el analogista busca una correspondencia de tipo cuasi-isomórfica entre las proposiciones sustantivas de los dominios que respondan a una semejanza: estructural, semántica y de metas. Además, la satisfacción simultánea de dichas condiciones disminuye el número de mapeos entre las estructuras de los dominios, lo cual indirectamente favorece una solución computacional o no.

### Condición estructural

Muchos investigadores particularmente Gentner (1983) han dado gran importancia a la semejanza estructural de las proposiciones a parear entre los dominios. Inicialmente, esta condición ayuda a hacer mapeos intuitivos. Sin embargo, de las proposiciones candidatas, las elegidas para el pareo son las de nivel más alto en los dominios. Además, se da más importancia en la escogencia a las estructuras que exhiben más ligas con otros predicados dentro del dominio. Específicamente, (Gentner, 91), usa cuatro condiciones implícitas en su mapeo estructural:

- Correspondencia de proposiciones y objetos 1 a 1.
- Generación de estructuras dependientes mapeadas consistentemente.
- Sólo cuentan las comunidades relacionales. El mapeo analógico debe estar basado en las relaciones existentes entre los objetos, más que en la descripción individual de ellos.
- Los empates de proposiciones deben dar preferencia a las de más alto nivel. A este principio se le conoce con el nombre de sistematicidad.
- Seguidamente se muestran varios ejemplos atinentes al mapeo estructural:

1. Si el predicado AZUL es sólo una descripción del color de los objetos, el mismo no se debe tomar en cuenta como un elemento significativo del mapeo: **AZUL (Fi) + AZUL(Oi)**
2. Si el predicado **COLISIÓN** representa una relación entre objetos (i, j) del dominio fuente F y tiene su imagen en el dominio objetivo O, el empate entre ambos predicados se formula así:

**COLISIÓN (Fi, Fj) + COLISIÓN (Oi, Oj)**

y se interpreta:

La colisión del objeto i al objeto j en el dominio fuente tiene su reflejo en que el objeto i colisionó al objeto j en el dominio objetivo.

3. Las proposiciones mapeadas en los dominios fuente y objetivo (F y O) son determinadas por sistematicidad, es decir por la semejanza estructural de proposiciones de alto nivel. Se prefiere escoger el predicado **CAUSA** en lugar de los predicados **EMPUJAR** y **COLISIÓN**, por ser estas proposiciones de más bajo nivel. Veamos:

**CAUSA [EMPUJAR (fi, fj), COLISIÓN (fj, fk)] + CAUSA [EMPUJAR (oi, oj), COLISIÓN (oj, ok)]**

Una interpretación particular de la proposición en el dominio fuente es que si el auto i colisiona al auto j causará que el auto j colisione al autobús k.

(Holyoak, Thagard, 1989) proporcionaron una definición formal de la consistencia estructural, usando el concepto de isomorfismo. Sea O una n-tupla de un dominio objetivo, que tiene un conjunto A de objetos. Ri es el conjunto de relaciones entre dichos objetos:

$$O = \langle A, R_1, R_2, \dots, R_n \rangle$$

Similarmente, la representación del dominio fuente se define como:

$$F = \langle A', R_1', R_2', \dots, R_n' \rangle$$

Sea  $m$  una función de mapeo que transforma los objetos y las relaciones del dominio objetivo tomando en cuenta los objetos y relaciones del dominio fuente. Es decir:

$$m: a_i \longrightarrow a'_i ; R_i \longrightarrow R'_i$$

En este caso la función de mapeo  $m$  define un isomorfismo, si y sólo si, el mapeo es de 1 a 1 para cualesquiera objetos y relaciones en  $O$  y  $F$ . Es decir, si se cumple:

$$a_i R_k a_j \longrightarrow m(a'_i) m(R'_k) m(a'_j) \quad (1)$$

Se define una analogía válida  $V$  como un triple ordenado entre dos sistemas relacionados,  $F$  y  $O$ , y una función de mapeo  $m$ . Es decir:

$$V = \langle O, F, m \rangle$$

Si bien la función (1) establece relaciones entre dos argumentos y dos predicados de dos proposiciones, este principio puede generalizarse a proposiciones  $n$ -tuples. En términos generales, un predicado  $P$  en el dominio objetivo está en correspondencia isomórfica con otro predicado  $P'$  en el dominio fuente, si y sólo si, el predicado  $P$  y sus argumentos son mapeados en el predicado  $P'$  por medio de una función  $m$ .

No obstante, esta definición isomórfica es demasiado rigurosa para caracterizar muchas de las analogías en muchos dominios. En algunos casos los elementos de un dominio objetivo podrían no tener pre-ímagenes en el dominio fuente (o viceversa); algunas correspondencias podrían ser de muchos elementos a uno (un homomorfismo) y otras de uno a muchos elementos, violando la definición de función. Las infracciones a los requerimientos formales de los isomorfismos, no necesariamente eliminan la utilidad de las analogías. Holland *et al.* (1986) recurrió a representaciones mentales, usando el concepto de homomorfismos con excepciones o cuasi-homomorfismos (de muchos a muchos).

### 3.4.2 Condición de similitud semántica

Esta propiedad ayuda a evitar la ambigüedad que se puede presentar al escoger

entre empates de conceptos competitivos. (Holyoak, Thagard, 1989) señalan que la similitud de significado de los predicados de las proposiciones involucradas no basta por sí sola, para sostener la definición de isomorfismo en las analogías, pero sí contribuye a desechar algunos empates candidatos no promisorios. En el ejemplo presentado a continuación, las dos proposiciones se mapean por la similitud de sus predicados (más alto que y más pesada que).

"Juan es más alto que Alberto, y Alberto es más alto que Samuel".

"María es más pesada que Susana, y Susana es más pesada que Berta".

Los mapeos permisibles entre los objetos en las dos proposiciones son: "Juan y María", "Alberto y Susana" y "Samuel y Berta", mientras que en el caso de las relaciones tenemos: "más alto que y más pesada que". En este caso, las personas ligadas son similares por naturaleza y las relaciones mapeadas también puesto que, manteniéndose las otras condiciones iguales, una persona más alta es más pesada que otra persona más baja.

Una analogía alterna se obtiene si se sustituye la segunda proposición del par anterior por la segunda del siguiente dúo de proposiciones. Veamos:

"Juan es más alto que Alberto, y Alberto es más alto que Samuel".

"el comunismo es más radical que el socialismo, y el socialismo es más radical que el capitalismo".

Los nuevos mapeos de objetos son ahora: "Juan y comunismo", "Alberto y socialismo" y "Samuel y capitalismo"; mientras que los de relaciones son: "más alto que y más radical que". Un mapeo que considere la condición de similitud semántica entre los elementos y los predicados de las proposiciones, mantendría ligadas las dos primeras proposiciones y rechazaría las dos últimas.

### Condicionabilidad pragmática

Finalmente, la última condición a mencionar para seleccionar las proposiciones a mapear

entre los dominios es la meta, plan o uso que tendrá la analogía por parte del investigador. Por ejemplo, (Holyoak, Thagard, 1989) destacan las bondades de empatar las proposiciones entre dominios tomando como base la relevancia de la metáfora en las metas del investigador.

Por el contrario, (Clement, Gentner, 1991) dicen que los modelos que responden a metas son de utilidad muy limitada; pues los objetivos deben proveer al analogista qué intereses y empates buscar. En ausencia de la meta predefinida, como ocurre en muchos casos, estos modelos no encontrarían su norte, por lo cual no servirían para hacer proyecciones ni el mapeo analógico.

**Proceso Inductivo o Inferencial**

El método analógico es de naturaleza inferencial. Por medio de este mecanismo, y previa una etapa de validación estructural y funcional en el dominio objetivo, algunas de las proposiciones y sus relaciones en el dominios fuente son virtualmente trasladadas al dominio objetivo.

Si se sabe cómo funcionan las leyes que gobiernan el sistema solar se puede

usar el conocimiento de este dominio para enseñar las propiedades que existen en el sistema atómico. Se entiende que si las leyes que rigen el sistema solar son bien conocidas por el analogista; él podría descubrir por su medio algunos principios del sistema del átomo. Veamos por qué:

En la figura 3 se presenta el gráfico de dichos sistemas con sus principales objetos (sol, planetas, núcleo, electrones) y relaciones (atraer, más grande, gira alrededor, etc.) para mostrar los mapeos entre algunas proposiciones de los dominios fuente (sistema solar) y objetivo (sistema del átomo); y las eventuales transferencias de aquéllas del primer dominio al segundo. Hay una estructura que puede ser armada en el dominio del átomo observando un agrupamiento que prevalece en el sistema solar. Ambas estructuras la existente en el sistema solar y la descubierta en el átomo exhibirán las tres condiciones presentadas de la analogía. Similitud de significado de las proposiciones: Atraer, Más grande que, Gira alrededor), similitud estructural y similitud de metas (explicar el giro de los electrones alrededor del núcleo).

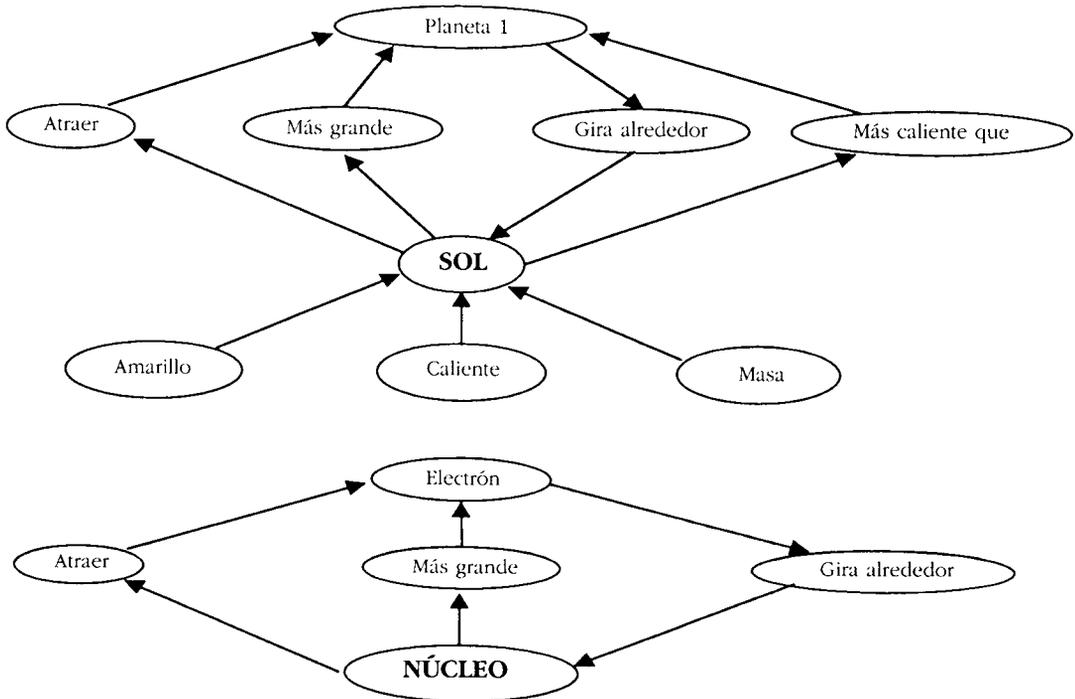


Figura 3. La analogía del sistema solar y el átomo. Tomado de Keane, 1988.

Más pormenorizadamente, en el esquema del sistema solar existe una función, **Atraer**, la cual expresa que el sol jala a los planetas. Esta función se puede descubrir en el sistema del átomo al comprobar que existe una propiedad similar entre el núcleo y los electrones y así sucesivamente con el resto de las funciones de ambos sistemas. El proceso de mapeo que se ha llevado aquí es de observar primero la estructura y luego sus elementos componentes.

En la figura 4 las estructuras compuestas de objetos (planetas y sol; electrones y núcleo) y de relaciones en ambos dominios se han segregado en porciones más pequeñas con el objeto de mostrar cómo plantear el proceso de pareo y llevar a cabo el posterior ensamblaje de proposiciones de mayor nivel. Este proceso constructivo se lleva a cabo a través de los siguientes pasos:

- Evaluando individualmente los pareos y estudiando las relaciones, su origen y destino, entre los elementos de los predicados. Por ejemplo: **Más grande y Atrae** de ambos sistemas. Luego se procede a escoger para el mapeo las proposiciones con estructuras similares y que tienen predicados con significados similares, dada ya la similitud de metas en ambos dominios.

- Dando prioridad al mapeo de estructuras de alto nivel y de muchas ligas en ambos dominios.
- Ensamblando conjuntos de proposiciones en el dominio del átomo, inspirados en los agrupamientos existentes en el sistema solar. Uno de esos ensambles crea la proposición de que las diferencias de tamaño y la atracción entre el núcleo y el electrón causarían que éste gire alrededor del núcleo. Las relaciones de las preposiciones que constituyen los empates globales, como los del ejemplo, deben evaluarse en el dominio receptor, previo a aceptar el ensamblaje o transferencia al dominio del átomo.
- Maximizar el número de inferencias que pueden ser hechas en el dominio objetivo.

Observando la parte izquierda de la figura 4 (sistema solar) resulta fácil, dado que no existen las otras proposiciones de los dos sistemas, integrar las proposiciones de la derecha (sistema atómico). En efecto, al unir las proposiciones del dominio del átomo Más grande (Núcleo, Electrón) y Atrae (Núcleo, Electrón) se obtiene como resultado la proposición Gira alrededor (Electrón, Núcleo).

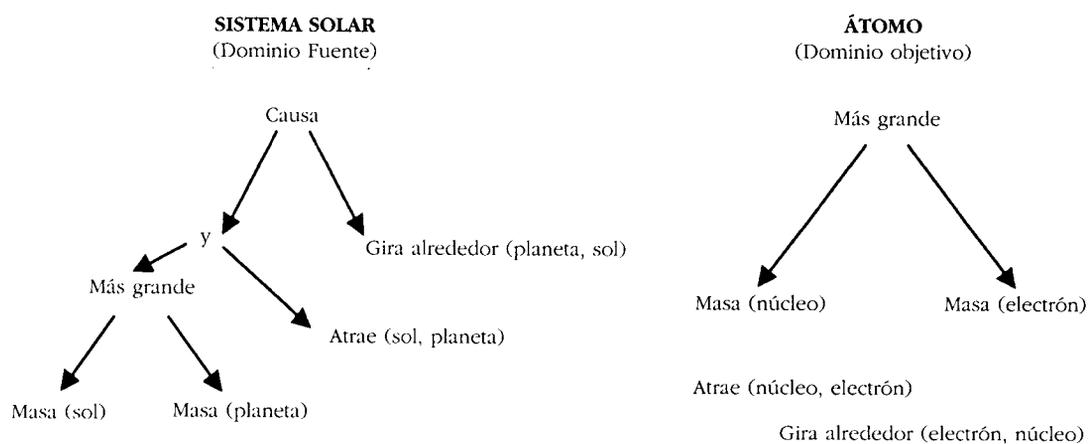


Figura No. 4 Planteo para el ensamblaje de empates globales en el dominio del átomo, Keane, 1988.

**Reconciliación de los métodos analógicos pragmáticos y sintácticos**

Desde la década de los años ochenta se ha ido produciendo un acercamiento entre los enfoques analógicos estructurales y los pragmáticos. Así, el profesor Gentner, creador y defensor del método estructural introdujo, a raíz de la importancia de la intención de los investigadores, la condicionalidad del propósito o plan en las analogías, pero ejerciendo su influencia solamente antes y después del proceso de mapeo.

La figura 5 muestra el nuevo esquema computacional analógico de Gentner considerando el propósito del analogista. Al inicio del proceso analógico los planes del investigador

ayudan a seleccionar los aspectos fundamentales del dominio objetivo. Luego, usando esta información se busca la mejor analogía en la memoria de largo plazo y se trae a la memoria de corto plazo, la cual funge como el dominio fuente. Posteriormente, se ensamblan y se evalúan los empates globales. Estos últimos son confrontados nuevamente con las metas del investigador para determinar si los resultados inferidos (empates globales) las satisfacen adecuadamente. Finalmente, si los mapeos fallan por la imposibilidad de inferir estructuras del dominio fuente al objetivo o por la inadecuación de los planes, todo el proceso se repetiría, buscando nuevas relaciones y empates globales a partir de otro dominio fuente.

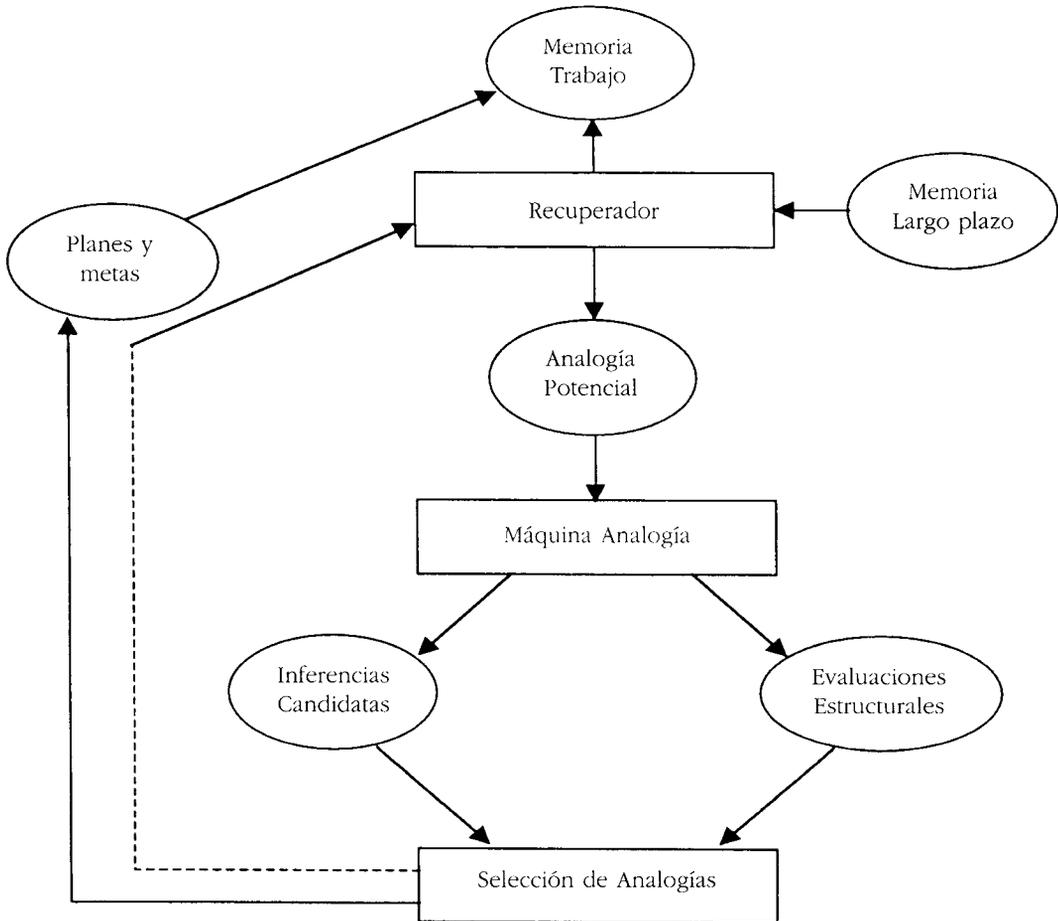


Figura 5. Arquitectura de Gentner para procesamiento analógico. Keane 1988.

El uso de sistemas computacionales para llevar a cabo los procesos analógicos ha conducido a una mayor similitud entre el mapeo sintáctico y el pragmático. Esto es así porque normalmente, el producto computacional arroja los pareos posibles entre los dominios, los tipos de empate global, los pareos de elementos similares, las proposiciones n-tuples y sus argumentos, las correspondencias estructurales de orden mayor y los pareos que se adaptan mejor a los objetivos del analista.

Es claro que la dominancia de la representación de proposiciones en los modelos de computación analógicos, hace difícil para el modelo pragmático evitar el uso de factores sintácticos o estructurales, mientras que, como se ha visto en este apartado, el método estructural analógico ha llegado a aceptar la condicionalidad de los intereses del investigador.

### La relevancia y la validez

Los aspectos pragmáticos de la inferencia estructural de partes del dominio fuente al dominio objetivo están basados en la relevancia de la analogía. La **relevancia** determina si el mapeo es adecuado a las metas del analogista; por lo tanto ella es evaluada después que el mapeo analógico ha sido llevado a cabo. Por otro lado, el concepto de **validez** es la parte fundamental de la relevancia. La validez se refiere a si los mapeos individuales hechos sobre el dominio objetivo son apropiados o no. Es decir, ella determina si las relaciones mapeadas son significativas en el dominio objetivo. En resumen, la validez está relacionada con lo apropiado del mapeo individual, mientras que la **relevancia** implica la evaluación de un *conjunto de mapeos válidos* con respecto a las metas del analogista.

Por ejemplo, el uso de analogías en la enseñanza de la economía es de gran importancia por el conocimiento previo que poseen los estudiantes. En efecto, lo que ellos saben puede servir como pivote o dominio objetivo con el objeto de depurar y definir teniendo como espejo o dominio fuente la teoría económica.

Adicionalmente, el uso de la analogía en el proceso de aprendizaje económico basado en las experiencias de los estudiantes, es una forma muy estimulante para ellos porque le confiere al proceso un carácter constructivista e incremental. En este caso, la idea subyacente en la analogía sería tratar de construir un puente entre la base de conocimiento embrionario del estudiante y la teoría económica, para que de una forma activa y constructivista contribuya a mejorar su desempeño académico, derivando más satisfacción por ello. ( Leiva, 1998) y ( Leiva y Vargas, 1999).

### Conclusiones

- La analogía es un proceso de gran potencia inferencial para usar en la enseñanza, la cual involucra las etapas de análisis y aplicación a situaciones parciales y globales en un área de estudio desconocido, partiendo de relaciones similares semánticas, estructurales y de objetivos obtenidas en un campo conocido. Ver el ejemplo del sistema solar y del átomo.
- La condición de mapeo estructural de Gentner requiere una correspondencia de estructuras o conjuntos interrelacionados de proposiciones similares, preferentemente isomórficas o de 1 a 1 con el objeto de trasladar estructuras del dominio fuente al dominio objetivo; dando preferencia en el mapeo a las representaciones de alto nivel (principio de sistematicidad), ya que ellas generalmente poseen mayor cantidad de ligas.
- La condición de similitud semántica se usa para dar mayor validez a la analogía, dado que ella reduce la ambigüedad en la escogencia entre empates alternativos.
- Las proposiciones a mapear de los dominios se deben seleccionar tomando en cuenta los principios de validez en el dominio objetivo y de relevancia para el investigador.
- Del análisis se concluye que las condiciones de similitud: estructural, semántica y pragmática, más que rivalizar entre ellas, actúan en forma complementaria

para mejorar el enfoque y la efectividad de la analogía. El grado de énfasis de cada una de ellas dependerá del tipo de problema y del analista.

### Referencias Bibliográficas

- Batini, C., Ceri, S., Navathe, S. *Conceptual Database Design*. California. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1992.
- Clement, C., Gentner, D. "Systematicity as Selection Constraint in Analogical Mapping". *Cognitive Science* Vol. 15, págs. 89-132, 1991.
- Gentner, D. "Structure-mapping: A theoretical Framework for Analogy". *Cognitive Science*. Vol. 7, págs. 155-170, 1983.
- Gick, M. y Holyoak, K. "Analogical Problem Solving". *Cognitive Psychology*. Vol. 12, págs. 306-355, 1980.
- Gick, M., Holyoak, K. "Schema Induction and Analogical Transfer". *Cognitive Psychology*. Vol 15, págs. 1-38, 1983.
- Holland *et al.* *Induction: Process in Inference, Learning and Discovery*. Cambridge, Mass. Massachusetts Press, 1986.
- Holyoak, K., Thagard, P. "Analogical Mapping by Constraint Satisfaction". *Cognitive Science*. Vol. 13, págs. 295-355, 1989.
- Holyoak, K., Thagard, P. *Mental Leaps*. Massachusetts. Massachusetts Institute of Technology Press, 1995.
- Keane, M. "Analogical Mechanisms". *Artificial Intelligence Review*. Vol. 2, págs. 229-250, 1988.
- Leiva, C. *Sistema Aprendizaje Aplicado a la Economía*. Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 1998.
- Leiva C., Vargas C. "La Macroeconomía Básica desde la Perspectiva de un Sistema Tutor Inteligente: Un Esbozo". En estudio para publicar.