

Análisis de Redes Semánticas aplicado a contenidos académicos. Métodos e instrumentos

Jorge Vivas

Grupo de Psicología Cognitiva y Educativa

Facultad de Psicología

Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 7600, Buenos Aires

Argentina.

Email: jvivas@mdp.edu.ar

Teléfono/Fax : (54) 223 4752266

Introducción

La evaluación educativa. Un problema de difícil solución en poblaciones numerosas.

Es práctica corriente de nuestra Universidad la utilización de dos métodos de evaluación para los contenidos de las Ciencias Humanas y Sociales. Las pruebas objetivas basadas en respuestas múltiples y el examen oral, que a partir de un tema disparador ofrece la posibilidad de un recorrido por diferentes tópicos que facilitan la evaluación integral del alumno.

Ambas alternativas ofrecen ventajas y restricciones. Como la matrícula es generalmente muy numerosa, la primera presenta la ventaja de que su administración es masiva, la corrección sencilla y rápida y no se haya sujeta a los sesgos de interpretación ni al cansancio de los evaluadores. La principal desventaja de este método es que no permite evaluar otros procesos mentales que no sean los de retención y memorización.

Las evaluaciones orales, por su parte, resultan más ricas para el reconocimiento de los procesos de comprensión, la evaluación de las articulaciones semánticas con otros temas y su generalización a otros dominios. Sin embargo, presentan la desventaja de necesitar tiempos mucho más prolongados para su ejecución, requieren una participación activa del examinador durante el examen y, cuando la matrícula es numerosa, se presta a sesgos derivados de las vivencias subjetivas del evaluador sometido a horas de concentración y trabajo sostenido.

En esta presentación, ponemos a consideración el método Distsem (Vivas, 2004), un método de evaluación semántica objetiva, basado en la captura, visualización y análisis cuali y cuantitativo de redes semánticas, aplicado a un conjunto limitado de conceptos académicos. La propuesta constituye un intento de recuperar las principales ventajas de ambos métodos minimizando, en la medida de lo posible, las restricciones mencionadas anteriormente.

Sugerimos que su utilización puede estar orientada tanto para la evaluación final de un conjunto relativamente extenso de contenidos de una asignatura, como para su evaluación parcial, pudiendo ser usado como un instrumento adicional en un proceso de evaluación continua, donde interesa conocer el avance en la comprensión de un determinado tema y obtener información que ofrezca retroalimentación orientada al diagnóstico de la evolución de las redes semánticas y el aprendizaje de los alumnos, de modo de guiar la intervención educativa.

Redes Semánticas

Existe una coincidencia generalizada en la literatura científica sobre la estructura reticular de la memoria semántica (McNamara y Holbrook, 2003) y se han propuesto varias clases de teorías para reflejar las propiedades sustanciales de la organización del conocimiento humano. En este contexto, el efecto de priming semántico ha recibido una gran atención desde su demostración original en la década de los 70. Este efecto puede ser presentado sintéticamente como el fenómeno que hace que una palabra sea reconocida más rápidamente si es precedida por una palabra semánticamente relacionada con la primera que si es precedida por otra no relacionada.

Bueno y Frenck-Mestre (2002) sugieren la existencia de cuatro modelos propuestos que compiten por la explicación de este fenómeno: 1) El modelo de la Propagación de la Activación de Collins y Loftus (1975); 2) la teoría de la Clave Compuesta (Ratcliff y McKoon, 1988); 3) los modelos Conexionistas Distribuidos (Plaut, 1995) y 4) los modelos basados en la co-ocurrencia de ítems lexicales de Lund, Burgess y Atchley (1995).

1. La Teoría Extendida de Propagación de la Activación (Collins y Loftus, 1975) es un modelo reticular de búsqueda y comprensión en la memoria humana. La búsqueda es

vista como una propagación de la activación desde dos o más nodos conceptuales hasta su intersección. El efecto de preparación (priming) se explica en términos de propagación de la activación desde el nodo del primer concepto hasta el adyacente y constituye el proceso básico sobre el que se asienta la comprensión. Estructuralmente, un concepto es representado como un nodo en una red. Sus propiedades son representadas como vínculos etiquetados con otros nodos conceptuales que cuentan con diferente peso según su relevancia para el significado del concepto. La Teoría posee tres supuestos de globales acerca de la estructura y procesamiento de la memoria: 1. La red semántica se organiza por líneas de similitud semántica. Cuanto mas propiedades en común tienen dos conceptos, más próximamente relacionados se hallan. 2. Los nombres de los conceptos son guardados en una red lexical (diccionario) organizado por similitud fonológica y ortográfica. 3. La persona puede controlar cuando produce un prime de la red semántica, la red lexical o ambas.

2. Ratcliff y McKoon (1988) propusieron un modelo alternativo para explicar el priming semántico. Ellos sugieren que cuando dos palabras son presentadas sucesivamente en forma muy rápida su combinación crea una Clave Compuesta que es usada para comparar con otras combinaciones anteriormente almacenadas en la memoria a largo plazo. Como las palabras semánticamente relacionadas coexisten más frecuentemente que las palabras no relacionadas, la familiaridad entre las palabras identificadas y su representación en la memoria aumenta la velocidad de procesamiento comparada con pares de palabras no relacionadas anteriormente. Este modelo explica el efecto de priming significativo para relaciones asociativas no necesariamente semánticas. Por otra parte, estos autores sugieren que este efecto constituye un proceso relativamente tardío, pues para construir la Clave Compuesta deben haber sido procesados tanto el prime como la palabra objeto.

3. Los modelos Conexionistas Distribuidos (Plaut, 1995; McClelland y Rumelhart, 1988) proponen la organización de la memoria como una red neuronal cuyo funcionamiento es distribuido y en paralelo. En estas redes, los conceptos no son representados como una unidad simbólica sino como un patrón de activación específico de un gran número de unidades de proceso (neuronas). Cada nodo puede ser pensado como codificando un rasgo semántico particular que puede participar de varios conceptos. Estos rasgos, no se corresponden necesariamente con los atributos verbalizables de cualquier concepto. Los conceptos relacionados presentan un patrón de activación similar. En el procesamiento de una palabra, las unidades de proceso cooperan y compiten entre sí de acuerdo al peso de sus conexiones hasta que la red como un todo alcanza un estado de estabilidad en el patrón de actividad. Este estado se corresponde con la representación del significado de una palabra. Luego, si la red comienza a procesar una segunda palabra desde este estado de estabilidad, llegará más rápido a estabilizarse si la nueva palabra se encuentra relacionada con la anterior que si no se halla vinculada. Esto se explica porque varias de sus unidades de proceso ya se encuentran activadas al comenzar el segundo proceso.

4. Los modelos basados en la Co-ocurrencia de ítems lexicales (Lund, Burgess y Atchley, 1995; Burgess y Lund, 2000), se basan en la coexistencia de términos lexicales en un corpus de texto. Se dice que dos términos lexicales co-ocurren cuando aparecen juntos en una cadena de 10 términos. Con los valores de co-ocurrencia de cada término en el corpus, que en algunos casos utilizaron 160 millones de palabras (Burgess y Lund, 2000), se genera una matriz sobre la que se calculan los vectores semánticos para cada término. Así, dos palabras que aparecen en contextos similares poseen vectores similares y, por lo tanto, poseen una alta similaridad semántica. De este modo, es posible calcular los vectores semánticos para un importante número de palabras y establecer la distancia semántica entre ellos.

Además de citar los modelos propuestos para la explicación del priming semántico, es importante distinguir entre priming semántico automático y estratégico. Posner y Snyder (1975) y Nelly (1977), distinguieron empíricamente dos tipos de estrategias utilizadas por las personas en tareas de priming estratégico: la generación de expectativas prospectivas y la verificación de relaciones retrospectivas.

La generación de expectativas prospectivas se produce cuando la persona anticipa, al serle presentado el prime, posibles pares de objetos relacionados con el prime. De este modo, el efecto priming se ve amplificado, pues la persona genera posibles cadenas con términos relacionados, no utilizando cadenas con términos no relacionados.

La verificación de relaciones retrospectivas se produce cuando la persona evalúa la relación prime - objetivo, una vez que han sido presentados pero antes de producir la respuesta. En tareas de decisión lexical, la evaluación de una relación significativa entre prime y objeto funciona como clave para facilitar la respuesta.

Relaciones y distancias semánticas en la evaluación educativa

En una red semántica clásica (Collins y Loftus, 1975) dos conceptos se hallan semánticamente relacionados si se encuentran juntos próximos en la red. Podemos medir la “proximidad” como la distancia literal entre ambos, esto es la longitud del camino que ambos comparten. El modelo se presenta adecuado para abordar el problema planteado.

En el modelo de Clave Compuesta de Ratcliff y McKoon (1988), la distancia semántica se explica por la probabilidad con que dos palabras coexistan relacionadas más frecuentemente que palabras no relacionadas. Esta circunstancia explica la existencia del efecto de priming significativo para relaciones asociativas no necesariamente semánticas. Este proceso es, sin embargo, transparente cuando se

solicita a las personas que estimen la proximidad semántica entre dos términos relacionados semánticamente por relaciones de distinta naturaleza y con diferente peso en su asociación.

Los modelos Conexionistas Distribuidos (Plaut, 1995; McRae y Boisvert, 1988) proponen que los conceptos relacionados presentan un patrón de activación similar. Si bien el método Distsem aquí propuesto, no se muestra, en principio, incompatible con este modelo, sugerimos que la mensura de la distancia semántica dentro de esta perspectiva probablemente encuentre un instrumento adecuado y coherente para su ejecución, por medio de la utilización de los algoritmos Self-Organizing Map (SOM), introducidos por T. Kohonen (1988, 1997).

Los modelos basados en la co-ocurrencia de ítems lexicales (Lund, Burgess y Atchley, 1995; Burgess y Lund, 2000), se basan en la coexistencia de términos lexicales en un corpus de texto. La distancia semántica, en este caso, se calcula de acuerdo a la similitud entre los vectores semánticos calculados para cada término. Este modelo está orientado a obtener la organización semántica de grandes corpus de términos lexicales y facilitan el reconocimiento de lo que tienen en común ciertas comunidades. Poco nos aportan sobre la organización particular de la memoria semántica de un individuo particular.

Ahora bien, cuando una persona estima la similitud semántica entre dos o más ideas puede establecer entre ellas diferentes tipos de relaciones semánticas. Su proximidad puede estar dada porque ambos conceptos presentan una relación inferencial entre sí, de modo que evocar un concepto supone la propagación de la activación hacia otro concepto con el que se halla vinculado lógicamente. Pero también ambos conceptos pueden compartir numerosos atributos por medio de los cuales se establezcan relaciones no necesariamente lógicas. Las semejanzas en los atributos compartidos entre dos

conceptos pueden promover el establecimiento de relaciones analógicas - identificaciones por el predicado - que se hallan facilitadas por la presencia de activación en las etiquetas respectivas.

Del mismo modo y tal como lo han señalado algunos estudios sobre relaciones semánticas (Bejar, Chaffin y Embretson, 1991; Mayor y López, 1995) distintos procesos cognitivos permiten elicitar relaciones parte-todo, contraste, causa-propósito, etc. De hecho, estos estudios recuperan trabajos que proponen taxonomías de, al menos, trece sistemas de clasificación diferentes, que varían, en el marco de la teoría de la propagación de la activación, del control ejecutivo que la persona pueda ejercer cuando produce un prime de la red semántica.

El método Distsem (Vivas, 2004) utilizado en este trabajo, consiste en una aplicación sui generis del Análisis de Redes Sociales (Wasserman y Faust, 1998), donde los nodos a ser tratados son conceptos académicos propuestos por los docentes y las relaciones entre conceptos fueron capturadas en base a la similitud semántica estimada por los participantes.

Este método permite capturar y colocar en una matriz, visualizar y comparar cuali y cuantitativamente, las redes semánticas de los participantes con un nivel de restricción aplicado a un número limitado de conceptos previamente definidos.

El objetivo del presente trabajo es comunicar los resultados de aplicar el Método de evaluación de Distancias Semánticas (Distsem) sobre nueve conceptos de Psicología Cognitiva administrado a un curso regular de Psicología, mostrando ilustrativamente la evolución de las redes de los participantes antes, durante y después de la resolución grupal.

El método Distsem

El Método permite extraer la constitución de una red semántica en base a las distancias entre significados, constituir su matriz semántica, describir, analizar y visualizar su relación y distribución en 2 dimensiones y comparar distintas matrices entre sí y evaluar su proximidad con la configuración propuesta como correcta.

El procedimiento se desarrolla según las siguientes etapas:

Etapas 1: Confección de matrices y planillas

Se seleccionan los n conceptos cuya vinculación semántica se desea conocer. Se genera una matriz cuadrada de conceptos contra conceptos.

De acuerdo a la naturaleza del problema, se decide la mejor consigna de escalamiento de pares de conceptos según su similitud / disimilitud y se confecciona la Planilla de Administración. Se coloca en una planilla cada par de conceptos resultante del cruce de todos contra todos. La cantidad de pares resulta de aplicar $(n * n-1) / 2$ para relaciones no direccionales. Se agregan cuatro pares repetidos con orden invertido para evaluar consistencia interna. Los pares son ordenados al azar para su presentación.

Etapas 2: Administración

Se solicita, tanto a los expertos como a los alumnos, que estimen la similitud (proximidad) entre los pares de conceptos presentados en la Planilla de administración.

Etapas 3: Evaluación

Como en la matriz resultante cada concepto queda definido por un vector constituido por los valores respecto a los otros n conceptos, estimados por cada sujeto, se aplica un procedimiento de escalamiento métrico multidimensional de objetos, en este caso conceptos, para generar un espacio semántico bidimensional para cada participante.

Para conocer los agrupamientos semánticos producidos por cada participante, se aplica Análisis de Cluster Jerárquico a cada matriz en base al proceso propuesto por Johnson's

(1967). De este modo se generan los agrupamientos por mayor cohesión (menor distancia) entre subgrupos y su relación con la totalidad.

Se presenta en pantalla o se imprime, el gráfico de redes de la matriz seleccionada. Esto permite visualizar y analizar cualitativamente la configuración de la matriz de distancias para cada participante.

Para comparar cuantitativamente la similitud entre las matrices producidas por los participantes entre sí o contra la matriz del experto, se aplica el método QAP (Quadratic Assignment Procedure) propuesto por Hubert y Schultz, (1976). Esta operación permite obtener el coeficiente de correlación de Pearson entre ambas matrices, la cantidad de apareamientos estrictos o modulados por el coeficiente de Jaccard y el valor gama de Goodman-Kruskal.

Etapa 4: Análisis de los resultados

El procedimiento descrito permite diferentes perspectivas y niveles de análisis según los intereses del investigador:

Descriptivos

Visualizar la red semántica que vincula los conceptos. Ver su distancia relativa en el plano. Apreciar la fortaleza de sus conexiones en función del color y trazo de los lazos. Las relaciones que constituyen ideas asociadas se agrupan en nodos con igual color.

Evaluación cualitativa

Se puede visualizar ausencias, excesos e impertinencias de enlaces entre los conceptos.

Evaluación cuantitativa

Permite medir el nivel de similitud entre la red semántica de cada participante en diferentes momentos, su grupo y con una matriz considerada correcta.

Aplicación al problema

Con el objeto de poner a prueba la potencialidad de este instrumento para la evaluación semántica objetiva de contenidos académicos, se organizó una experiencia en la que se seleccionaron 9 conceptos de la cursada regular de la Asignatura de Psicología Cognitiva de la UNMDP, pertenecientes a Piaget (1978), Fodor (1985) y Chomsky (1983). Fueron presentados en 40 pares al azar y los 225 estudiantes y los 4 jueces debieron estimar su similitud con una escala de 7 puntos.

Para observar la evolución de las redes semánticas de los participantes luego de la interacción social con pares, se propuso una tarea de negociación de significados donde, integrados en grupos de 5 alumnos, debieron arribar por consenso a una solución grupal sobre el problema planteado y resuelto primero individualmente. Finalmente, para observar la red semántica final de cada participante, cada alumno debió resolver por tercera vez el mismo problema.

En todos los casos se compararon las redes semánticas producidas por los participantes con la producida por los jueces, de manera de disponer de un parámetro para evaluar su adecuación a lo enseñado.

Los resultados permitieron evaluar diferentes aspectos:

1. Nivel de discrepancia entre los participantes y los jueces

Se obtuvo el nivel de similitud entre las respuestas individuales iniciales de los alumnos y la clave de corrección, expresado por medio del coeficiente de correlación de Pearson. Complementariamente se graficó cada una de las matrices para analizar semejanzas y diferencias entre la red semántica inicial y la red considerada correcta.

Por razones naturales de limitación de espacio y a título ilustrativo seleccionamos un caso para ejemplificar los resultados. En los Gráficos 1 y 2 pueden apreciarse la similitud entre los grafos de los jueces y un participante tomado al azar.

Gráfico 1: Visualización de la red de generada por los jueces

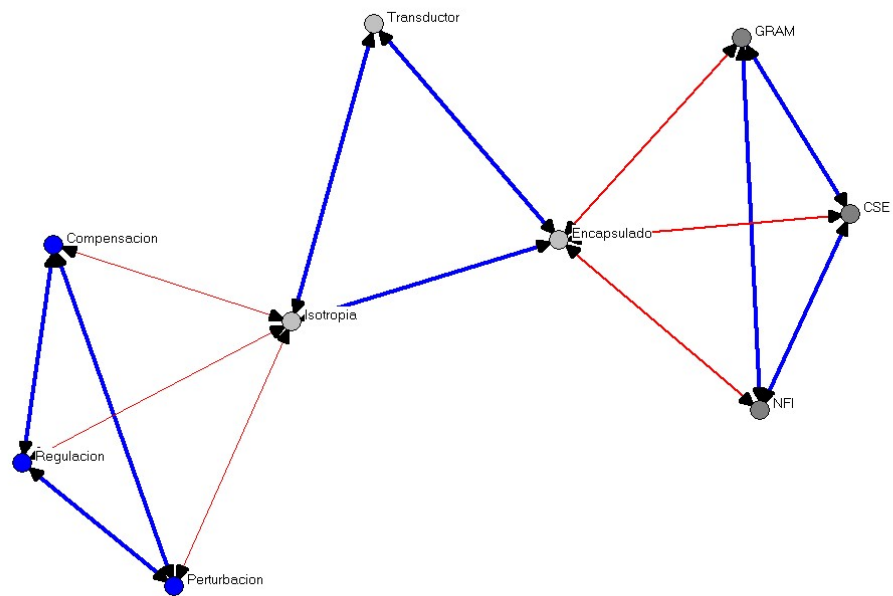
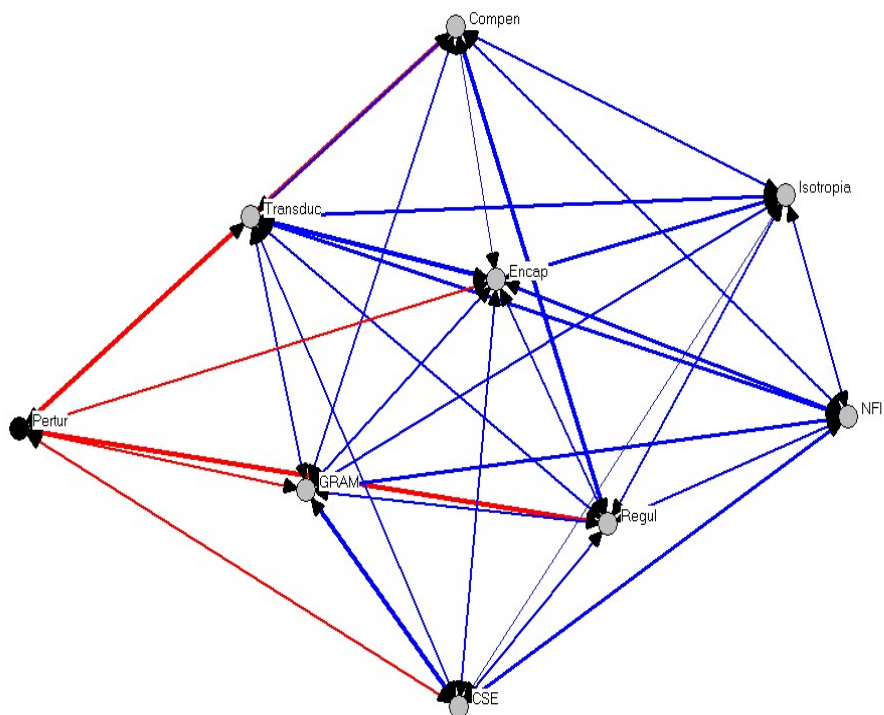


Gráfico 2: Red generada por un participante tomado al azar



Como puede apreciarse, los jueces estimaron una gran proximidad semántica al interior de los conceptos producidos por cada autor involucrado. En este caso tres conceptos de Piaget, tres de Fodor y tres de Chomsky. Las líneas azules más gruesas y de color intenso son indicativas de la fortaleza del vínculo estimado entre los nodos involucrados. El color de los nodos, en este caso tres grupos de color diferente, reflejan los agrupamientos producidos por el análisis de cluster, que discriminan las ideas de los diferentes autores. Las líneas rojas, de distinto grosor e intensidad, representan la estimación de similitudes de menor fortaleza. En este caso, los jueces han encontrado similitudes semánticas leves entre el concepto de Isotropía de Fodor y los 3 conceptos de Piaget y proximidades semánticas más destacadas entre la idea de Encapsulamiento de Fodor y los conceptos de Gramática, Núcleo Fijo Inicial y Condición de Sujeto Especificado propuestos por Chomsky.

De este modo, el grafo de los jueces podría leerse como una configuración constituida por tres agrupamientos semánticos, correspondientes a las teorías de cada uno de los autores señalados. Las relaciones entre los agrupamientos muestran relaciones menos intensas y no llegan a constituir subagrupamientos. Las líneas rojo más intenso muestran cierta similitud entre algunas ideas de Chomsky y Fodor.

La red de un participante tomado al azar, muestra una configuración muy diferente. La comparación con la matriz correcta arroja un bajo nivel de asociación $r = .39$ en una población con una media de $r = .50$ con $DS = .25$. La visualización del grafo permite apreciar la constitución de solo dos agrupamientos producidos por el análisis de cluster de la estimación de similitud semántica. El concepto de perturbación de Piaget y el resto de los conceptos propuestos en la prueba.

Una mirada más detallada permite visualizar que el concepto de Perturbación se vincula con seis conceptos por medio de lazos de fortaleza variable. Perturbación,

Compensación y Regulación se vinculan entre sí con un peso moderadamente intenso (líneas rojas gruesas), lo que no alcanza, no obstante, para alcanzar a constituir un subagrupamiento que separe del resto las ideas pertenecientes a Piaget.

También podemos observar que este participante vinculó semánticamente y con distinta intensidad el concepto de Perturbación con Gramática, Condición de Sujeto Especificado, Encapsulamiento y Transductor. Conocer el origen de estas estimaciones no resulta inmediato ni evidente; requiere una entrevista personalizada con el alumno.

En el segundo grupo se puede apreciar que el participante estima una fuerte, aunque variada en su intensidad, vinculación entre los conceptos involucrados (líneas azules débiles e intensas). Una primera interpretación de dicha configuración sugiere que el participante no ha logrado discriminar adecuadamente los conceptos de Fodor y de Chomsky, con el consecuente aglutinamiento semántico entre los conceptos de ambos.

2. Comparación entre las redes individuales y grupales

Luego de su resolución individual los participantes fueron asignados aleatoriamente para la conformación de grupos de cinco personas que, con su planilla individual en mano, acordasen una configuración consensuada.

Los Gráficos 3 y 4 muestran la red de otro participante y la del grupo en la que participó.

Se eligió un participante que mostrara una evolución en la constitución de su red semántica que facilitara su interpretación con el objetivo de favorecer, de este modo, la ilustración que pretendemos.

Gráfico 3: Visualización de la red de generada por un participante

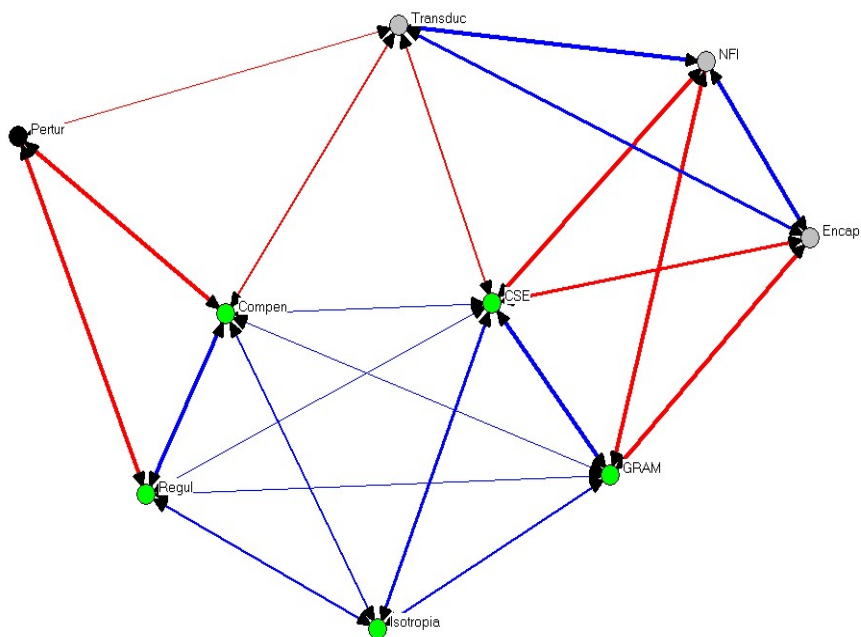
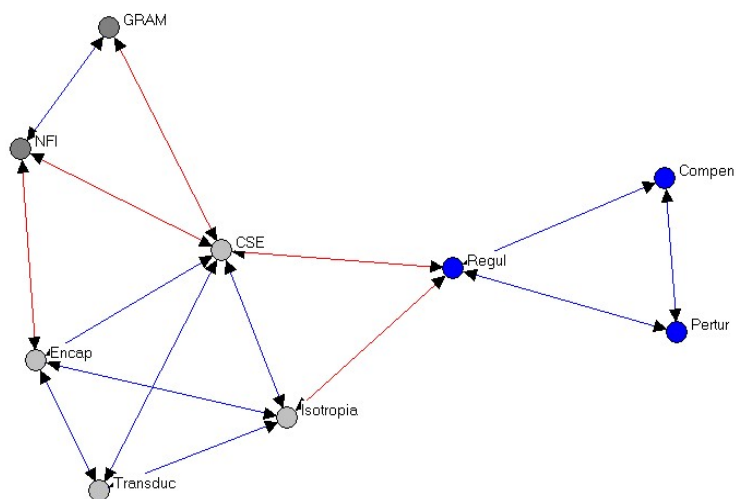


Gráfico 4: Visualización de la red del grupo del mismo participante



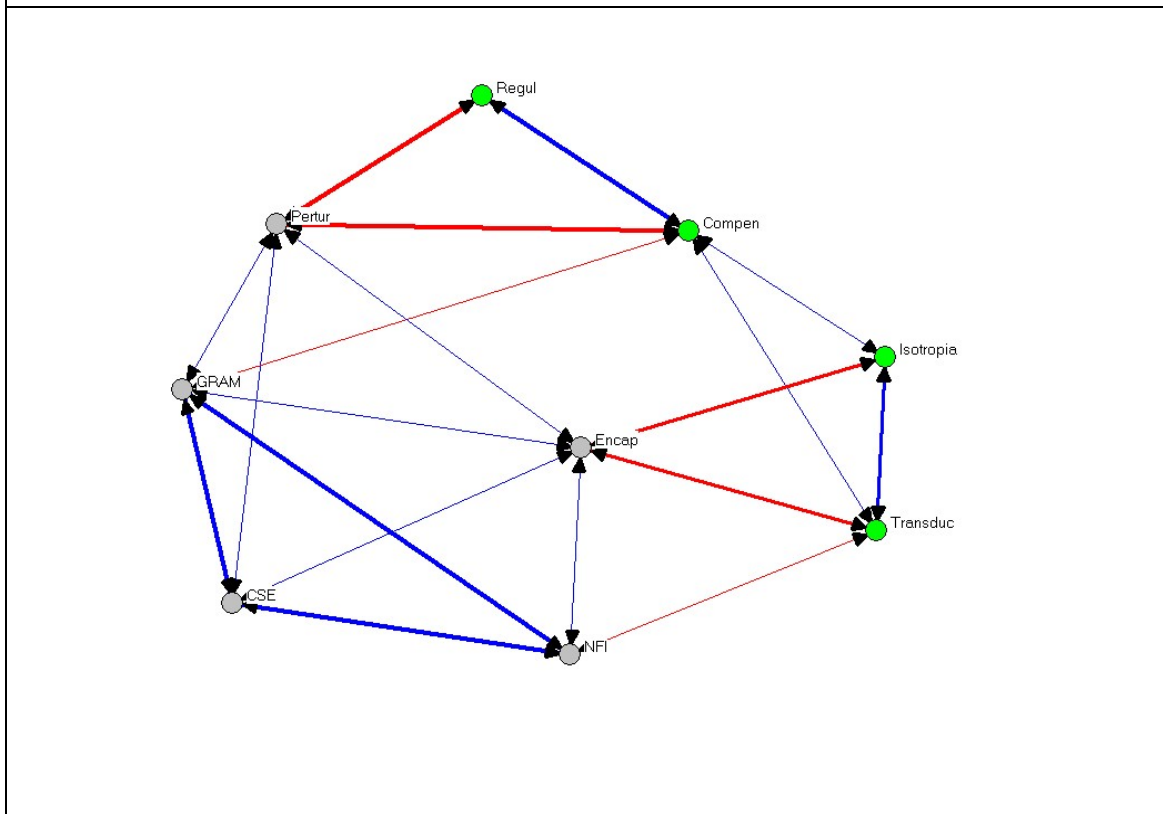
Como se puede observar en el Gráfico 3 el análisis de cluster producido sobre esta matriz discrimina tres agrupamientos diferenciales de ideas, cuyos nodos se encuentran coloreados en verde, gris y negro. Una primer mirada de abordaje para su interpretación permite apreciar que, si bien el participante no llega a discriminar agrupamientos temáticos por autor bien diferenciados, una aproximación que considere la fortaleza de los vínculos no agrupados (líneas rojas gruesas) sería indicativa de una relación semántica correctamente considerada. Se advierte que las ideas piagetianas se hallan considerablemente vinculadas entre sí y, en menor medida, lo mismo sucede con las ideas de Chomsky y de Fodor. Una observación más detenida muestra que el principal obstáculo para la calificación de esta Red Semántica al compararla con la matriz de corrección, resulta de la inadecuada estimación del concepto de Isotropía, cuyas similitudes semánticas con los conceptos con los que se halla vinculado se encuentran sobreestimadas por el participante. El nivel de asociación entre esta matriz y la utilizada como clave de corrección muestra una correlación de $r = .69$ en una población con una media de $r = .50$ con $DS = .25$.

La visualización del grafo perteneciente al grupo en el que trabajó el participante (Figura 4) muestra tres clusters y un alto nivel de asociación con la clave de corrección utilizada $r = .91$. El análisis de cluster de la red producida por el grupo permite observar que logró discriminar claramente el subgrupo de ideas pertenecientes a Piaget, dos de las tres ideas propuestas por Chomsky y las tres ideas de Fodor. En este último caso el agrupamiento se encuentra debilitado por la inclusión intrusiva de la idea restante perteneciente a Chomsky (CSE).

3. Evolución de la Red Semántica antes y después de la interacción grupal

Los Gráficos 3 y 5 ilustran la evolución individual antes y después del trabajo en grupo.

Gráfico 5: Red del mismo participante después de la interacción grupal



Esta instancia de resolución final individual fue utilizada como manera de neutralizar los efectos no cognitivos de influencia social que operan naturalmente durante la resolución grupal de situaciones problema. Si bien las consignas entregadas a los participantes del trabajo grupal, solicitaban constituir el consenso en base a argumentaciones y evitar la resolución de conflictos por medio de estrategias de concesiones mutuas o votación por mayoría, experiencias previas y la literatura sobre el tema, señalan que resulta inevitable la irrupción de situaciones explícitas o implícitas del uso de este tipo de recursos. De este modo la resolución final individual es la que mejor representa el estado de la red semántica de cada uno de los participantes al finalizar la experiencia.

Vemos en este grafo que la red ha evolucionado favorablemente. Su nivel de asociación con la propuesta por los jueces ha alcanzado un $r = .78$ cuando su

calificación inicial era de $r = .69$. Su observación permite visualizar que, si bien el análisis de cluster discrimina dos agrupamientos, el cluster cuyos nodos se encuentran coloreados en gris presenta claramente un subagrupamiento que se corresponde con las ideas de Chomsky y el cluster coloreado con verde agrupa diferencialmente las ideas de Fodor y Piaget.

Discusión de la aplicación

Comparación jueces - alumnos

Dada las características particulares de los conceptos utilizados, es legítimo presumir que los jueces, docentes de la cátedra, privilegiaron las relaciones inferenciales por sobre similitudes, igualmente posibles, para vincular los nodos. De este modo estimaron mayor proximidad semántica entre los conceptos asociados a los diferentes modelos teóricos. Los jueces estimaron juicios de proximidad semántica lo suficientemente fuertes al interior de cada teoría, los que, en la graficación del análisis de cluster, se pueden discriminar visualmente como tres subagrupamientos.

También se puede observar en la producción de los jueces, relaciones menos potentes entre la noción de Encapsulado y los tres nodos chomskianos. Estas relaciones, aunque discutibles desde una taxonomía estrictamente lógica, aluden a propiedades generales comunes que vinculan dichos nodos. Una posible interpretación de estos resultados es que, la noción de informativamente encapsulado que Fodor utiliza para caracterizar las propiedades esenciales de los sistemas de entrada, guarda una cierta relación de analogía con las propiedades del dispositivo innato de acceso al lenguaje formulada por Chomsky. La Condición de Sujeto Especificado es una propiedad del Núcleo Fijo Inicial y este, a su vez, la condición estructurante del acceso a todas las gramáticas humanamente accesibles. Chomsky la define como un órgano mental que se

despliega a partir de la exposición a la experiencia pertinente, pero que contiene, en estado potencial, todas las gramáticas humanas posibles. Esta gramática universal es una competencia intrínseca del humano que se define como un sistema que especifica las propiedades fonéticas, sintácticas y semánticas de una clase infinita de frases posibles. Fodor, por su parte, define como poseyendo la propiedad de computabilidad a los sistemas de entrada y al lenguaje, rasgo que caracteriza a los sistemas modulares.

Como se puede observar, las propiedades definidoras utilizadas por ambos autores para predicar acerca de su ontología, coinciden parcialmente y las propiedades que de ellas se derivan también. Si a este hecho agregamos la ya conocida coincidencia global de la perspectiva de ambos autores en el tradicional debate entre Chomsky y Piaget (ver Piatelli Palmarini, 1983) y los trabajos complementarios que se han hecho sobre el mismo, es plausible suponer que los jueces utilizaron estas coincidencias para formular la estimación de similitudes que hallamos bajo estudio.

Complementariamente, el concepto de Isotropía fodoriano fue puesto en relación semántica con los tres conceptos de Piaget. Esta estimación es aún más débil que la anterior y, creemos, que también tiene su origen en una analogía pero de características menos potentes que la mencionada. El concepto de Isotropía es utilizado por Fodor para describir los mecanismos necesarios para fijar una idea en el Sistema Central de Creencias. Sugerimos que la analogía utilizada por los jueces se deriva de dos circunstancias: 1) La Teoría de la Equilibración es la construcción intelectual más potente de la teoría piagetiana para dar cuenta de los procesos funcionales de la evolución cognitiva, para intentar explicar el pasaje de un estado de menor a otro de mayor conocimiento. La noción de Isotropía, complementariamente, es un concepto que, como su nombre lo indica, alude a algo que va en el mismo sentido que otra cosa con el objetivo de fijar una creencia. Que avanza como un movimiento forzado en la

misma dirección de una creencia ya establecida. 2) Por otra parte, y como contraste respecto a la relación con Chomsky, los Sistemas Centrales son los mismos que estudia Piaget y no poseen la propiedad de encapsulamiento informativo formulada para los sistemas de entrada y el lenguaje.

La analogía es una relación que no necesariamente implica a las propiedades esenciales definidores de un concepto. Sugerimos que los jueces han utilizado, al menos parcialmente, estas relaciones cuando debieron estimar la proximidad semántica entre este grupo de ideas.

Las redes producidas por los participantes, a su vez, se constituyeron por los mismos nueve conceptos y por una selección muy diversa de las relaciones semánticas utilizadas para vincularlos. Una lectura minuciosa de las 225 redes iniciales de los participantes, imposible de presentar en toda su extensión en este trabajo, permite visualizar la existencia del establecimiento de relaciones lógicas, analógicas, relaciones parte-todo, relaciones por similitud fonológica, errores inferenciales, etc. El ejemplo de una red perteneciente a uno de los participantes tomada al azar (Gráfico 2) nos ilustra sobre esto. Este alumno presenta un grafo que muestra un nivel elevado de falta de discriminación conceptual. El ploteo del análisis de cluster pone de manifiesto la existencia de dos grandes subagrupamientos; uno constituido por un solo nodo (Perturbación) y el resto de los conceptos fuertemente entrelazados.

La proximidad semántica entre este nodo y los otros conceptos piagetianos se puede discriminar por la fortaleza relativa de sus vínculos (líneas rojo grueso). Estas relaciones semánticas no se hallan lo suficientemente afianzadas y, probablemente, este alumno tuvo un sesgo que lo llevó a sobreestimar todas las relaciones posibles (utilizar preponderantemente valores altos en la escala provocando baja discriminación).

Por otra parte se pueden apreciar sub subagrupamientos de a pares en función del grosor de las líneas azules. Allí convergen estimaciones inferencialmente plausibles (Transductor – Isotropía, Transductor – Encapsulado, Gramática – NFI, CSE – NFI) con estimaciones que posiblemente guarden un “parecido de familia” y otras totalmente arbitrarias. El conocimiento acabado del tipo de control de propagación de la activación producido por este participante requeriría la utilización de técnicas complementarias de tipo clínico y seguimiento individual.

Comparación entre los participantes y el grupo de pertenencia

Para la ilustración de esta aplicación se seleccionó intencionalmente un participante medio que facilitara la interpretación a ciegas de sus redes. La red inicial del mismo (Gráfico 3) permite visualizar un cluster compuesto por los conceptos NFI, Encapsulado y Transductor y otro compuesto por CSE, Gramática, Isotropía, Compensación y Regulación. La primera interpretación de este grafo permite afirmar que el participante no ha logrado discriminar las ideas de Fodor y de Chomsky. Las etiquetas de autor, que funcionan como instancia clasificadora, presentan límites difusos. El participante no ha logrado la reequilibración que Piaget denominaría por tematización. Posiblemente, buena parte de estas relaciones asociativas se deriven de circunstancias topológicas de contigüidad en el espacio y en el tiempo. Los conceptos de referencia se estudian solamente en esa asignatura de la carrera y en un mismo cuatrimestre en clases adyacentes.

Interpretamos que el principal obstáculo para la calificación de esta Red Semántica al compararla con la matriz de corrección, resulta de la inadecuada estimación del concepto de Isotropía, cuyas similitudes semánticas con los conceptos con los que se halla vinculado se encuentran sobreestimadas por el participante. Probablemente, una

intervención educativa adecuada resultaría de comenzar a trabajar pedagógicamente sobre este nodo.

La consideración de las estimaciones menos potentes (líneas gruesas rojas) permite observar que muchas de las relaciones lógicamente pertinentes se encuentran en estado naciente. Así, la tríada piagetiana y el agrupamiento chomskiano sólo presentan un déficit de grado de proximidad semántica. Naturalmente, también existen vínculos débiles que necesitan ser revisados debido a la clara ausencia de intersección de sus rasgos definidores (ej. Perturbación – Transductor).

La visualización de la fortaleza relativa de los vínculos presentes en esta red, que orientan la necesidad de intervenir produciendo el refuerzo de ciertas relaciones y la inhibición de otras, constituye, a mi entender, una buena representación figurativa de la instancia de mediación en la Zona de Desarrollo Próximo (Vygotsky, 1979).

El grafo producido por el grupo en el que interactuó el participante se presenta en el Gráfico 4. Allí se puede apreciar una evolución en el sentido descrito y producto de la negociación grupal. El grupo logró discriminar los conceptos piagetianos agrupados en un cluster cuyos nodos presentan color azul. Por otra parte, estimó correctamente la fortaleza del vínculo entre dos de los conceptos chomskianos presentes en la prueba (Gramática y NFI). El punto de intervención psicoeducativa crítico parece estar centrado en el concepto CSE. Probablemente, esa sola intervención sería suficiente para que se produzca una reorganización positiva del espacio reticular producido por el grupo.

Es necesario indicar en este punto, que una comprensión más acabada de las causales de la producción de estas relaciones semánticas en este ejercicio requiere una revisión clínica e individualizada para indagar su génesis y establecer el curso de acción pedagógica más pertinente en cada caso.

Comparación de las redes semánticas de un mismo participante en las dos fases de resolución individual

El Gráfico 5 muestra la red producida por el mismo participante que hemos analizado en el párrafo anterior. La primera observación, de orden cuantitativo, permite observar un avance significativo en la calidad de su red final. Visualmente, podemos constatar el avance producido en la constitución de los agrupamientos temáticos generados por el participante:

El análisis de cluster discrimina tres agrupamientos claramente diferenciables, con los conceptos correspondientes a los autores bajo estudio. Esta red muestra un cluster que separa los conceptos de Chomsky y vinculaciones débiles con el concepto de Encapsulado. Esta subestructura es coincidente con la estimada por los jueces.

Los conceptos de Regulación y Compensación aparecen discriminados en otro cluster que, a su vez, presenta vinculaciones bastante fuertes con el concepto Perturbación. Aquí podemos apreciar una sobreestimación de las relaciones analógicas entre Perturbación y los conceptos chomskianos.

Los conceptos de Isotropía y Transductor se visualizan como discriminados configurando el tercer cluster. Ambos, a su vez, como en la tríada piagetiana, presentan vinculaciones bastante fuertes con el concepto Encapsulado. La calidad de la producción, en este agrupamiento, se ve perjudicada por la vinculación errónea con el concepto Compensación.

La intervención psicoeducativa requerida y suficiente es, a nuestro entender, una facilitación del proceso clasificatorio que permita al alumno una delimitación más precisa del alcance y restricciones impuesta por la naturaleza de los conceptos mencionados. Probablemente sólo esa pequeña revisión contribuiría a una muy acertada configuración final de la red del participante.

Consideraciones finales

Partiendo del problema de evaluación educativa de la comprensión en contextos de matrícula numerosa, se describieron sintéticamente los principales modelos de organización propuestos para la memoria semántica. Se presentó una técnica de captura, visualización y análisis de redes semánticas compatible con la Teoría de Propagación de la Activación de Collins y Loftus (1975).

Tratamos de mostrar como el Método Distsem constituye una herramienta eficaz para la evaluación docente de los procesos de comprensión. Por su intermedio fue posible visualizar la evolución de sus redes semánticas de los alumnos en diferentes fases del proceso educativo y guiar intervención docente, bien como instrumento de colaboración diagnóstica, facilitando la indagación de los motivos por los cuales se ha conformado cierta vinculación semántica, tanto como una intervención correctiva, que favorezca la inhibición de proximidades sobreestimadas tanto como el establecimiento de nuevas relaciones. En todos los caso fue posible obtener coeficientes de asociación con la articulación semántica reticular que se propone como correcta.

Sugerimos que el método también resulta eficaz para operativizar conceptos psicológicos potentes como la noción de Zona de Desarrollo Próximo. Por medio del mapeo de las redes en diversas instancias del proceso es posible determinar cuantitativamente la zona de desarrollo potencial de cada alumno en una temática.

La administración masiva de este instrumento con una cantidad de conceptos similar a la propuesta demanda aproximadamente 15 minutos y para facilitar su procesamiento, se esta desarrollando en la actualidad un software de aplicación, sencillo y amigable, para facilitar la administración y procesamiento masivo y / o personalizado.

Referencias

La Pregunta por la Mente: Aproximaciones desde Latinoamérica

- Bejar, I.I., Chaffin, R. y Embretson, S. (1991). A taxonomy of semantic relations. En I.I. Bejar, R. Caffin y S. Embretson (Eds.) *Cognitive and psychometric analysis of analogical problem solving*. pp. 56-91. New York: Springer-Verlag.
- Bueno, S. y Frenck-Mestre, Ch. (2002). Rapid Activation of the Lexicon: A Further Investigation with Behavioral and Computational Results. *Brain and Language*, 81,120-130.
- Burgess, C. y Lund, K. (2000). The dynamics of the meaning in memory. En E. Dietrich y A. Markman (Eds.). *Cognitive dynamics: Conceptual and representational change in humans and machines*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Comsky, N. (1983). A propósito de las estructuras cognitivas y su desarrollo: Una respuesta a Piaget. En M. Piatelli Palmarini (Comp.) *Teorías del Lenguaje. Teorías del Aprendizaje*. Barcelona : Crítica.
- Fodor, J. (1985). *La modularidad de la mente*. Madrid: Morata
- Hubert, L. J. & Schultz, J. (1976). Quadratic Assignment as a general data analysis strategy. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 29, 190-241.
- Johnson, S. C. (1967). Hierarchical Clustering Schemes. *Psychometrika*, 2:241-254.
- Kohonen, T. (1988). *Self-Organization and Associative Memory* NY: Springer-Verlag.
- Kohonen, T. (1997). *Self-Organizing Maps*. NY: Springer-Verlag.
- Lund, K., Burgess, C. y Atchley, R.A. (1995). Semantic and associative priming in high-dimensional semantic space. *Proceedings of the Cognitive Science Society* (pp. 660-665). Hillsdale, N.J.: Erlbaum Publishers.
- Mayor, R. y López, R. (1995). Relaciones Semánticas. En *Anexos de la Revista de Psicología del Lenguaje. Anexo 2*. Madrid: Departamento de Psicología Básica. U.C.M.

- McNamara, T. P. y Holbrook, J. B. (2003). *Semantic Memory and Priming*. NJ: John Wiley and Sons.
- McRae, K. y Boisvert, S. (1988). Automatic Semantic Similarity Priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 24, 3, 558-572.
- Neely, J. H. (1977). Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 226-254.
- Piaget, J. (1978) *La equilibración de las estructuras cognoscitivas*. México, Siglo XXI.
- Piatelli Palmarini (1983) (Comp.) *Teorías del Lenguaje. Teorías del Aprendizaje*. Barcelona: Crítica.
- Posner, M. I. y Snyder, C. R. R. (1975). Facilitation and inhibition in the processing of signals. En P. M. A. Rabbitt y S. Dornic (Eds.) *Attention and Performance: V* (pp. 669-682). NY: Academic Press.
- Vivas, J. (2004). Método Distsem: procedimiento para la evaluación de distancias semánticas. *Revista Perspectivas en Psicología*, 1 (1), 56-62.
- Wasserman, S. y Faust, K. (1998). *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.