

## Memoria Semántica. Evaluación del Conocimiento en Carreras de Ingeniería

Francisco Lizarralde\*, Constanza Huapaya\* & Jorge Vivas<sup>1\*\*</sup>

\*Laboratorio de Inteligencia Artificial, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Mar del Plata.  
Argentina.

\*\*Centro de Investigación en Procesos Básicos, Metodología y Educación. Facultad de Psicología. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.

---

**Resumen.** El método Distsem (Vivas, 2004; Vivas, 2008) constituye un procedimiento específico de evaluación de la memoria semántica basado en la aplicación de Análisis de Redes Sociales sobre la distancia semántica entre conceptos. Se ha sugerido que su utilización resulta especialmente apropiada para la evaluación de la organización semántica en contenidos académicos fuertemente conceptuales (Vivas, 2008a; Vivas, J., Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G., Comesaña, A, Vivas, L., García Coni, A., 2009). En esta comunicación se presentan los resultados de su utilización sobre contenidos que combinan el uso de la memoria semántica y procedimental y se analiza los alcances de esta técnica y sus restricciones como método complementario de evaluación en asignaturas de Ingeniería.

**Palabras clave:** Evaluación; Memoria Semántica; Ingeniería.

**Title:** Semantic Memory. Knowledge assessment in Careers of Engineering

**Abstract:** The Distsem method (Vivas, 2004; Vivas, 2008) constitutes a specific procedure of semantic memory assessment based on the use of Social Network Analysis to the analysis of semantic distance between concepts. It has been suggested that it is especially adequate for the evaluation of the semantic organization in strongly conceptual academic contents (Vivas, 2008a; Vivas, J., Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G., Comesaña, A, Vivas, L., García Coni, A., 2009). This communication shows the results of its application on contents that combine the utilization of semantic and procedural memory. Furthermore, there are analyzed the scope and limitations of this tool as a complementary method of assessment in Engineering career courses.

**Key Words:** Assessment; Semantic Memory; Engineering.

---

### 1. Introducción.

Bajo la misma denominación, evaluación del conocimiento, se agrupa un heterogéneo conjunto de reportes y experiencias. De acuerdo a la perspectiva sostenida por los autores el objeto de la evaluación varía en un amplio rango que ajusta sus procedimientos e instrumentos a distintos niveles de especificidad. Sin embargo, más allá de esta diversidad, es norma o consistencia en todo proceso de evaluación propuesto el intentar determinar una distancia, un nivel de discrepancia entre un objeto, fenómeno, o proceso y otro objeto, fenómeno o proceso considerado deseable. Como en toda mensura la operación cognitiva de base es una comparación y para realizarla, se requiere un patrón o un cero relativo contra el que se pueda comparar y establecer el nivel de coincidencia o discrepancia.

La operación fáctica y cognitiva de la evaluación es invariante, a pesar de los cambios de escala en los diversos universos de aplicación. La operación es la misma en los

---

<sup>1</sup> Por favor dirigir la correspondencia relacionada con este artículo a:  
Dr. Jorge Vivas, [jvivas@mdp.edu.ar](mailto:jvivas@mdp.edu.ar).

distintos campos, sea la evaluación de carácter cualitativo o cuantitativo, sea permanente o sumatoria, sea una evaluación concebida y ejecutada por agentes externos al sistema en estudio o sea un proceso de autoevaluación, sea una evaluación aplicada a un aspecto abstraído y puntual o a un macrosistema complejo. En todo caso, la complejidad del objeto, fenómeno o proceso a evaluar, restringe o amplía el nivel de formalización y complejidad de los instrumentos que se utilizan, el margen de error y la probabilidad de su propagación.

Evaluar resulta, entonces, establecer la discrepancia entre un estado esperado y un estado efectivo de realización y una vez bien definido el estado esperado de la situación el proceso avanza por un camino de valoración diagnóstica. Esta valoración es el proceso de coleccionar información o evidencias (tomar muestras) dentro de un dominio de contenidos y habilidades y en un intervalo determinado del tiempo. La hipótesis subyacente de la valoración es que ésta provee una muestra representativa de las habilidades del estudiante. El tipo de muestra permite hacer inferencias sobre los procesos, los logros, potenciales, aptitudes, inteligencia, actitudes y/o motivaciones. Esta tasación del conocimiento permite inferir el entendimiento del estudiante de una parte del dominio que está siendo explorado. La muestra puede incluir comportamientos, productos y conocimiento. La valoración es un proceso continuo que involucra examinar y observar el comportamiento de los alumnos, escuchar sus ideas y analizar el contexto para promocionar el entendimiento conceptual.

Podemos señalar como los propósitos generales de la evaluación los siguientes puntos:

- Asistir al aprendizaje del estudiante
- Identificar fortalezas y debilidades del estudiante
- Valorar la efectividad de una estrategia instruccional particular
- Valorar y mejorar la efectividad de la currícula.
- Valorar y mejorar la efectividad de la enseñanza.
- Proveer datos para apoyar la toma de decisiones.

La evaluación es el proceso de juzgamiento de la calidad del trabajo del estudiante (juicio del maestro sobre los resultados de la valoración), estableciendo un criterio, y seguida por la asignación de un valor (i.e. nivel, nota numérica, etc.) que representa tal calidad. Este juicio se hace en relación al logro del currículo y objetivos, expectativas y resultados, usando la información recogida mediante una variedad de herramientas de valoración.

Las pruebas más usadas comúnmente son la correspondencia, la respuesta corta, el ensayo corto, la solución computacional, etc. En todos los casos existe una secuencia finita de decisiones: primeramente, se especifica cuáles son los objetivos de aprendizaje (estado esperado del aprendizaje) a fin de medir determinadas aptitudes de los estudiantes; en segundo lugar, se decide posibles pruebas para medir el logro; y finalmente, se diseña las tareas específicas ya sean preguntas en una prueba o actividades de una tarea que armonicen con los objetivos de aprendizaje.

Tradicionalmente, en Ingeniería se presentan dos usos primarios de la evaluación. El primero es decidir unos logros específicos a fin de seleccionar que estudiante aprobó la materia y quién no. En segundo lugar, puede usarse como instancia de retroalimentación, tanto para el docente como para el mismo alumno. La valoración del progreso en la construcción del conocimiento del estudiante es una guía al docente en su actividad de enseñanza. En este caso, el enfoque presenta tres tipos: la evaluación de representaciones previas diagnóstica, la evaluación formativa y la final o acumulativa. Los tres casos son conceptualmente diferentes, implican roles educativos distintos y conviene manipularlos separadamente.

El objetivo de la evaluación de representaciones previas diagnóstica es establecer, antes de la intervención educativa, las fortalezas, debilidades, conocimiento y destrezas de cada estudiante. El conocimiento del perfil del estudiante permite al docente sortear obstáculos epistemológicos y facilitar el aprendizaje según las necesidades del alumno.

La valoración formativa es el monitoreo del progreso del estudiante durante la enseñanza y aprendizaje, no son juicios finales, debe transcurrir regularmente durante el proceso de enseñanza. Lo podemos visualizar como “diagnósticos en transición” a fin de decidir cuál es el próximo paso en la enseñanza o cual es la respuesta a la necesidad creada en el. En su forma pura, esta valoración del progreso del estudiante, es usada para modificar y mejorar la enseñanza de acuerdo a las necesidades y progresos de los alumnos.

La valoración final o acumulativa es una prueba cuya finalidad es determinar el nivel de logro alcanzado por un estudiante. Usualmente es tomado a la finalización de un período de tiempo o de una unidad de estudio. Esto es, luego de completar todas las clases y actividades de aprendizaje se desea ver, si finalmente y sin ayuda, un estudiante puede “resolver solo los problemas”. En este contexto, la autenticación del conocimiento del

estudiante es importante. El propósito de esta valoración es llegar a un indicativo válido y confiable sobre las capacidades del estudiante.

Sin embargo, los evaluadores no se encuentran exentos de cometer errores cuando valoran el progreso académico de un estudiante. Una de las raíces de este problema se encuentra en una cuantificación insuficiente o inadecuada de la naturaleza abstracta de la cognición humana. Otro inconveniente se presenta como producto de los inevitables sesgos en la evaluación cualitativa de competencia de un alumno cuando la clasificación implica límites difusos (Huapaya, Lizarralde, Arona y Vivas, 2010). Y un inconveniente no menor se encuentra cuando los aprendizajes evaluados comprometen a diversas memorias, que implican distintos modos de procesamiento, de recuperación y de almacenamiento.

La propuesta que se presenta a continuación busca subsanar parcialmente este problema, apuntando específicamente a la memoria semántica con un método objetivo, y proponiéndose como una metodología complementaria para actuar como control de la calificación tradicional. Usualmente, los docentes evalúan colocando una nota al logro de su estudiante. Casi nunca se usa un método de evaluación complementario para verificar esa nota final del curso, con la cual se da por aprobado o desaprobado. Un nuevo método eficiente de evaluación puede resultar de gran utilidad para confirmar o refutar la decisión tomada con métodos más tradicionales.

## **2. Método DistSem**

El método DistSem (Vivas, 2004; Vivas, 2008b, Vivas, Huapaya, Lizarralde, Arona, Comesaña, 2009) permite extraer la estructura de una red semántica en base a las distancias estimadas entre significados y representar esa información en una matriz de similitudes. Este método se aplica sobre conjuntos de  $n$  conceptos seleccionados para su evaluación y se desarrolla por etapas donde se realizan los siguientes tratamientos: conversión de las estimaciones a distancias geodésicas, escalamiento multidimensional, análisis de agrupamientos por medio del análisis de cluster de Johnson (1967), visualización y correlación de matrices. Los resultados de estos tratamientos dan lugar a la descripción, análisis y visualización de la red semántica. Asimismo, DistSem propicia la comparación entre redes semánticas. Por ejemplo es posible contrastar dos redes, considerando a una de ellas como patrón. La aplicación de DistSem a la educación, elicitó la red semántica de un estudiante y la del docente-experto (considerada patrón) siendo ambas representadas por las matrices de similitud.

Se ha sugerido que la utilización del método Distsem resulta especialmente apropiada para la evaluación de la organización semántica en contenidos académicos fuertemente conceptuales (Vivas, 2008a, Vivas, J., Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G., Comesaña, A, Vivas, L., García Coni, A., 2009). En esta comunicación se presentan los resultados de su utilización sobre contenidos que combinan conocimientos conceptuales y procedimentales y se analizan sus posibilidades y restricciones como método complementario de evaluación en asignaturas de Ingeniería.

### **3. Software Infosem**

La concepción teórica del método Distsem ha sido llevada a un sistema informático ágil y amigable con la finalidad de facilitar la comunicación con el usuario. El objetivo inicial, durante el análisis del sistema, fue informatizar los algoritmos que surgen de Distsem. Pero, posteriormente, durante la etapa de decisión sobre los requerimientos del sistema informático y entrega de información procesada al usuario, el propósito original se transformó para arribar a metas más ambiciosas. El objetivo, entonces, fue desarrollar un sistema de *evaluación cognitiva del conocimiento*, llamado Infosem, donde el conocimiento es la información entregada al sistema por diversos usuarios, ya sea un estudiante, un paciente, expertos de disciplinas específicas, etc. La decisión sobre el nivel de conocimiento alcanzado por el evaluado depende de varios criterios, entre los cuales Distsem es su componente más importante. La presentación de los resultados obtenidos se hace, claramente, siguiendo los requerimientos del usuario evaluador.

### **4. Experiencia académica**

El objetivo de esta experiencia académica fue medir, mediante una prueba de vinculación semántica entre conceptos, la evolución del aprendizaje de los estudiantes antes y después del estudio propio de las carreras universitarias de los temas a evaluar. La valoración diagnóstica sirvió a la cátedra para ajustar algunas estrategias tutoriales de la segunda parte de la asignatura. La valoración formativa fue usada para contrastar los resultados obtenidos con las pruebas tradicionales.

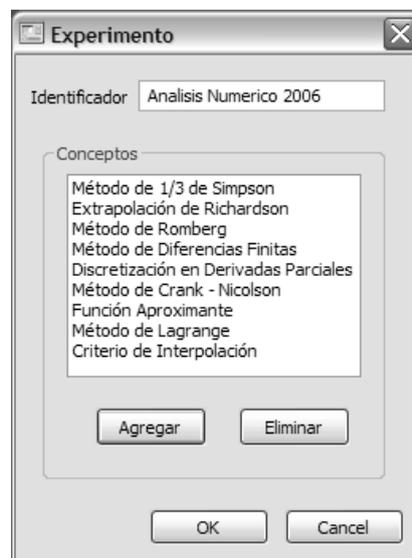
La experiencia comprendió el diseño, administración y procesamiento de las pruebas con Infosem. Por otra parte, los resultados de ambas pruebas, se compararon a su vez con una prueba de control, denominada “interjueces”, elaborada por docentes expertos en el tema, para evaluar si las transformaciones observadas, fueron en el sentido deseado o no.

Los participantes del experimento fueron 15 alumnos voluntarios de segundo y tercer año de las carreras de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Materiales e Ingeniería de Alimentos de la UNMDP, que en el momento del experimento se hallaban cursando la asignatura “Análisis Numérico para Ingeniería”.

## 5. Diseño de la prueba

En el experimento, los estudiantes respondieron a una prueba de 36 ítems construida en base a la combinación de nueve conceptos extraídos de diversos temas de la asignatura: Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales, Aproximación de Funciones e Integración numérica.

Se seleccionaron nueve conceptos cuya vinculación semántica se deseaba conocer. En base a dichos conceptos se generó una matriz cuadrada de estimaciones de distancias. De este modo se conformó una matriz de Análisis de Redes Sociales (ARS) como las descriptas por Wasserman y Faust (1998), donde en lugar de la tradicional relación entre agentes sociales se coloca tanto en las filas como en las columnas los conceptos seleccionados. Para facilitar la administración de la prueba y la posterior adquisición de los datos en un formato fácilmente procesable se implementó un módulo de Infosem. En la Fig. 1, se observa el ingreso de los conceptos que integran la prueba.



**Fig. 1.** Ingreso de Conceptos

Este módulo entrega, a partir de los conceptos establecidos, todos los pares de conceptos resultantes del cruce de todos elementos de las filas y columnas, eliminando la diagonal porque representa la identidad de dos conceptos. Como se trata de una matriz

cuadrada y las relaciones no son direccionales, el número de ítems resultantes será  $n*(n-1)/2$ . Estos pares de conceptos son automáticamente reordenados al azar para su presentación. En la Fig. 2 se observa la lista de los 36 pares de conceptos creada por el módulo.

Item	Concepto A	Concepto B
1	Método de Lagrange	Método de Crank - Nicolson
2	Método de Romberg	Función Aproximante
3	Extrapolación de Richardson	Método de Romberg
4	Método de 1/3 de Simpson	Discretización en Derivada...
5	Método de 1/3 de Simpson	Método de Crank - Nicolson
6	Método de 1/3 de Simpson	Función Aproximante
7	Criterio de Interpolación	Extrapolación de Richardson
8	Criterio de Interpolación	Método de Lagrange
9	Método de Diferencias Fini...	Discretización en Derivada...
10	Método de Romberg	Criterio de Interpolación
11	Extrapolación de Richardson	Discretización en Derivada...
12	Extrapolación de Richardson	Método de 1/3 de Simpson
13	Extrapolación de Richardson	Función Aproximante
14	Método de Diferencias Fini...	Extrapolación de Richardson
15	Método de Romberg	Método de 1/3 de Simpson
16	Método de Romberg	Método de Diferencias Fini...
17	Extrapolación de Richardson	Método de Lagrange
18	Método de Romberg	Método de Lagrange
19	Método de Lagrange	Método de 1/3 de Simpson
20	Método de Crank - Nicolson	Método de Romberg
21	Criterio de Interpolación	Método de Crank - Nicolson
22	Criterio de Interpolación	Discretización en Derivada...
23	Método de Diferencias Fini...	Criterio de Interpolación
24	Método de Diferencias Fini...	Función Aproximante

Fig. 2. Planilla de Administración

Tanto los conceptos como la creación de la planilla es tarea del evaluador-docente de la asignatura en evaluación. Las planillas pueden ser usadas en dos modalidades para adquirir las respuestas de los estudiantes: impresas o con un módulo en Infosem. En la planilla impresa el estudiante estima una medida de similitud entre 1 y 7 (7 es la identidad). Posteriormente los datos son cargados en el sistema. Un ejemplo es presentado en la Fig. 3.

	Concepto A – Concepto B	Elija su opción: 1- NO relacionado / 7- Identidad
1	Método de Lagrange - Método de Crank-Nicolson	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
2	Método de Romberg – Función aproximante	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
3	Extrapolación de Richardson – Método de Romberg	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
	.....	
	.....	
35	Discretización Der. Parciales – Método de Romberg	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7
36	Función aproximante – Método de Dif. Finitas	1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7

Fig. 3: Planilla impresa donde el estudiante elige la medida de similitud

Un módulo de Infosem permite la adquisición de las respuestas de los estudiantes a través de una ventana. En esta, se presenta un par de conceptos por vez y se le solicita que establezca su criterio la distancia semántica entre los mismos, es decir, que determine cuál es, a su criterio, el grado de proximidad entre los mismos. Para que el ingreso de esta valoración fuera más sencillo e intuitivo se utilizó una barra de desplazamiento (slider), como se aprecia en la Fig. 4.



**Figura 4:** Adquisición de datos en Infosem

Tanto a partir de la planilla impresa como la digital, Infosem almacena matrices modo-1 (Simétricas) como la mostrada en la Fig. 5.

PRUEBA 1	Método 1/3 Simpson	Extrapolación de Richardson	.....	Método de Lagrange	Criterio de Interpolación
Método 1/3 Simpson	7	3	.....	2	1
Extrapolación de Richardson	3	7	.....	1	5
.....	.....	.....	.....	.....	.....
Método de Lagrange	2	1	.....	7	6
Criterio de Interpolación	1	5	.....	6	7

**Fig. 5.** Matriz de similitudes

## 6. Procedimiento de evaluación

La evaluación diagnóstica se llevó a cabo a mitad de la cursada antes de comenzar el estudio de los temas del segundo parcial a partir del cual se creó la prueba. En esa instancia

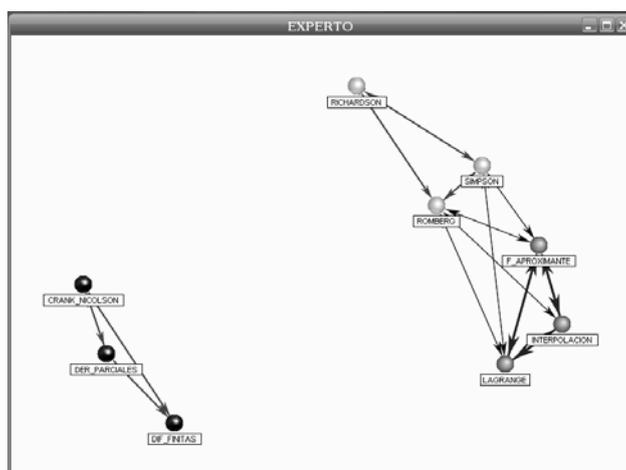
los estudiantes sólo contaban con poca información sobre estos temas y desconocían técnicamente varios de los conceptos. Así se evaluó las representaciones previas.

Posteriormente se volvió a administrar una versión equivalente, una vez rendido el segundo parcial, en un momento en el cual se espera que los alumnos ya poseen los conocimientos relacionados con los conceptos estudiados. Esta valoración formativa proporcionó un diagnóstico más ajustado del logro de los estudiantes, principalmente en los objetivos instruccionales de *conocimiento* y *comprensión*.

Asimismo, con Infosem, se desarrolló un matriz modo-1, denominada matriz Interjueces, como clave de corrección. Esta matriz es la resultante de la valoración de las relaciones y proximidades entre conceptos, realizada por expertos en el tema. Luego se procedió al análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos.

## 7. Análisis cualitativo

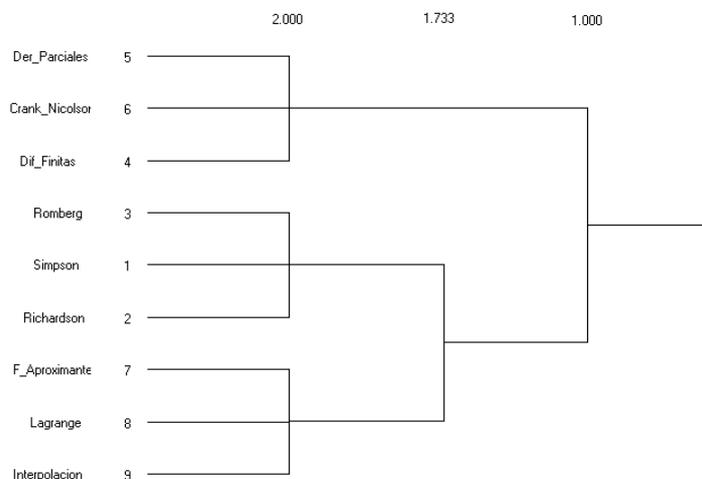
La inspección visual de la similitud conceptual de los nodos es de gran importancia para el entendimiento de la red semántica del experto o del novicio. Por tal motivo, Infosem ha desarrollado un módulo de visualización de las redes semánticas contenidas en las matrices como la mostrada en la figura 5. El procedimiento algebraico comprende su transformación a distancias geodésicas sobre las cuales se aplica la técnica de MDS (Multi Dimensional Scaling). Por ejemplo, en la figura 6, se muestra la matriz Interjueces, denominada del experto, usada en este desarrollo a fin observar la distribución de los conceptos sobre un plano, sus posiciones relativas y las relaciones entre conceptos.



**Fig. 6.** Representación de la Matriz Interjueces

De este modo, se puede observar claramente que existe un grupo de conceptos bien diferenciado. Los conceptos correspondientes a Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales (Diferencias Finitas, Crank-Nicolson, Derivadas Parciales), se hallan separados del resto y están fuertemente relacionados entre sí y no poseen vinculación con los demás conceptos. En cambio, los conceptos correspondientes a Integración Numérica (Romberg, Richardson, Simpson) y a Aproximación Numérica (Función Aproximante, Interpolación y Lagrange), no solo poseen fuertes lazos entre sí, sino que además evidencian una clara vinculación entre ambos grupos, debida fundamentalmente a que los métodos de Integración Numérica están basados en la integración de funciones aproximadas, como los polinomios de Interpolación de Lagrange.

Otra forma de representar el análisis cualitativo de los grupos (Clusters) es por medio de un diagrama denominado Dendograma, que muestra claramente en una forma jerárquica las relaciones existentes entre los diferentes conceptos. En la Fig. 7, se muestra el dendograma correspondiente a la matriz Interjueces, transformada a distancias geodésicas.



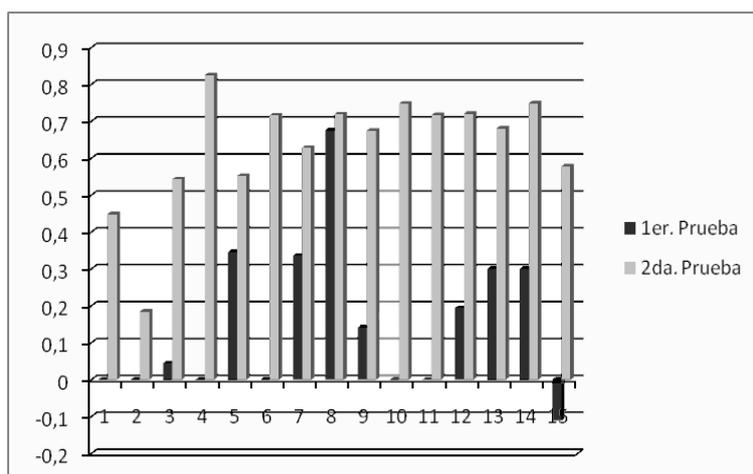
**Fig. 7.** Dendograma de la Matriz Interjueces

## 8. Análisis Cuantitativo

Además del análisis cualitativo que se puede desarrollar a partir de la comparación visual de los grafos que corresponden a matrices de distintas personas, nuestro algoritmo propone un análisis cuantitativo de las redes semánticas. Para alcanzar tal fin, se aplicó el método QAP con el coeficiente de correlación de Pearson como una forma de medir la

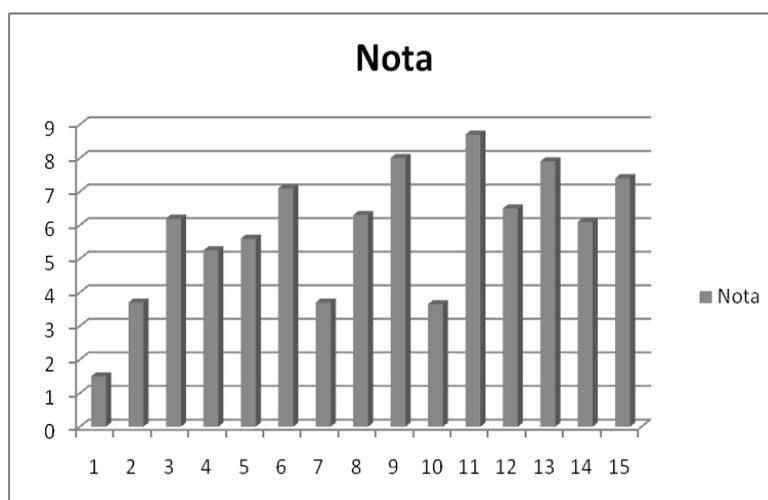
similitud de la matriz Interjueces con las matrices que ingresaron los alumnos en ambas pruebas.

En la figura 8 se aprecia el coeficiente de correlación entre las pruebas diagnósticas en relación a la propuesta por los expertos (1er. Prueba) y las pruebas formativas en relación a la de los expertos. (2da. Prueba).



**Fig. 8:** Coeficientes de correlación de Pearson (QAP) en las dos pruebas

En todos los casos se observa una mejora notable en los valores obtenidos entre la 1ra. y la 2da. prueba. Se advierte que no existe una correlación directa entre dichos valores y la nota obtenida por los alumnos en el examen parcial que contenía los temas en cuestión.



**Fig. 9:** Nota de la prueba tradicional del segundo parcial

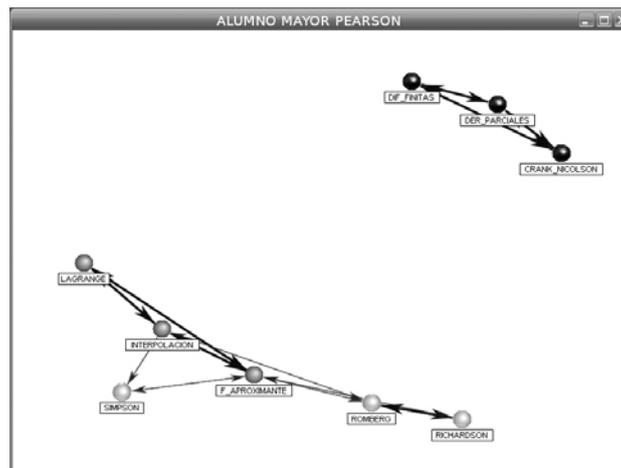
Esto puede obedecer a diferentes factores, pero en este caso particular nos interesa destacar el tipo de memoria sobre el que se asientan los aprendizajes. La prueba semántica

presentada a los alumnos, sólo requería que los mismos tuvieran un conocimiento acerca de las relaciones entre los conceptos, mientras que en un examen parcial tradicional se evalúan además y fundamentalmente, otros aspectos, no solo teórico-conceptuales, sino también prácticos y vinculados a la resolución de problemas. Es decir que en el examen parcial tradicional se comprometieron también adquisiciones de la memoria procedimental, que no es evaluada por el método puesto a prueba ya que por Infosem se evaluó fundamentalmente el conocimiento teórico obtenido. Por ello es interesante ver algunos casos particulares.

## 9. Estudio de casos

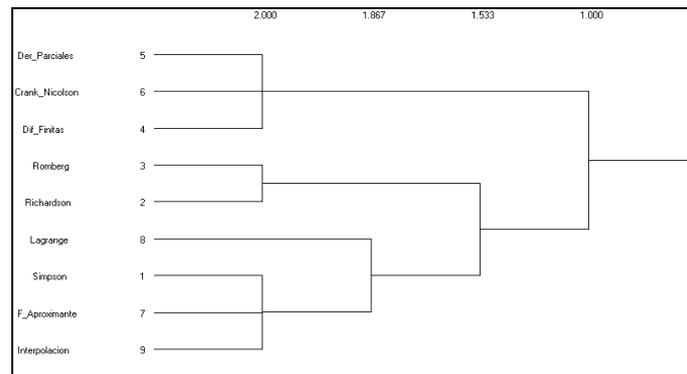
Para analizar con más detalle los resultados obtenidos se decidió inspeccionar cuatro casos testigo. El mayor y menor valor del coeficiente de correlación de Pearson en la segunda prueba y la mayor y menor nota obtenidas en la evaluación tradicional.

### 9.1. Caso 1 (estudiante 4): Mayor coeficiente de correlación de Pearson. (0,825)



**Fig. 10.** Red semántica del estudiante 4

Se observa una clara separación de los conceptos correspondientes a Resolución Numérica de Ecuaciones Diferenciales, de los demás conceptos. También establece fuertes vínculos entre los conceptos de Integración y Aproximación. Sin embargo, como se puede observar en el dendograma de la Fig. 11, a pesar de ser Simpson un claro ejemplo de método de integración numérica, no lo relaciona directamente a otro como podría ser Romberg (son dos métodos que responden al mismo concepto teórico), cosa que sí es sencillo de apreciar muy claramente en el dendograma de la Fig. 7 (Interjueces).

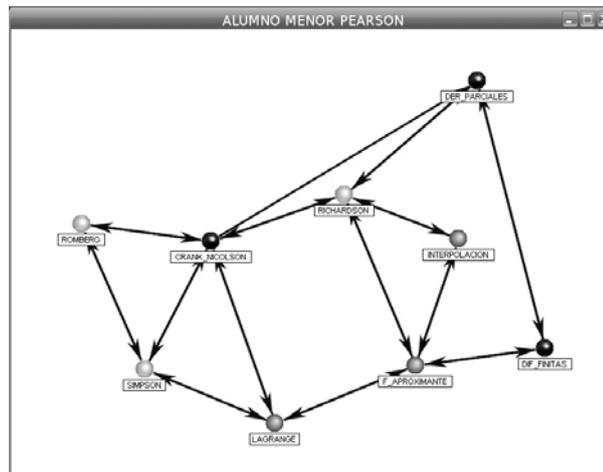


**Fig. 11.** Dendrograma del Alumno, con mayor coeficiente de Pearson.

Es interesante señalar que el coeficiente de correlación de Pearson de la primera prueba es cero (ver alumno 4 de la Fig. 8), lo que nos indica que este alumno no poseía conocimientos previos de los temas tratados, lo que permitiría inferir un salto cualitativo de gran jerarquía en la comprensión de las clasificaciones de los temas tratados.

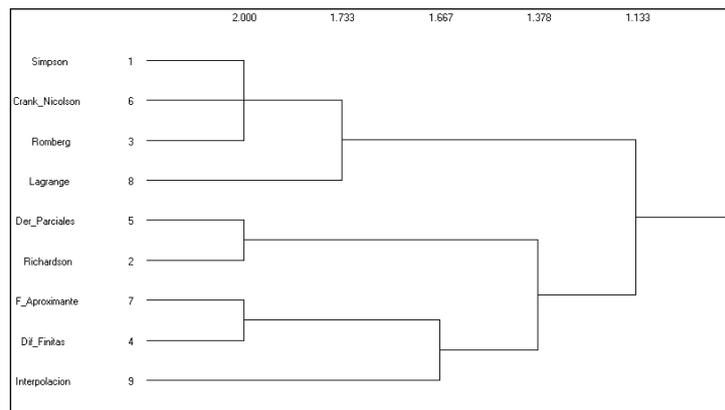
#### 9.2. Caso 2 (estudiante 2): Menor coeficiente de correlación de Pearson (0,185)

Contrastando con el resultado anterior, el estudiante 2 de la Fig. 8 que obtiene el menor coeficiente de correlación en la segunda prueba, también presenta un coeficiente de correlación de Pearson en la primera prueba igual a cero, lo mismo que el alumno 4. O sea que tampoco este alumno poseía conocimientos previos de los temas tratados. Sin embargo, al evaluar la comprensión por medio del análisis de cluster (Fig. 12) observamos que en este caso no se aprecia una clara diferenciación de los grupos de nodos anteriormente mencionados, sino que por el contrario, aparecen relaciones de gran peso entre conceptos que poca vinculación tienen entre sí.



**Fig. 12.** Representación del Alumno (MDS), con menor coeficiente de Pearson.

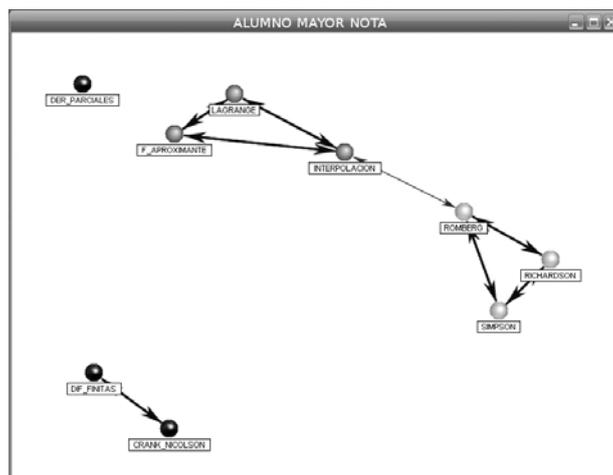
Por otra parte, conceptos muy cercanos entre sí como Crank-Nicolson, y Derivadas Parciales, o Romberg y Richardson no son percibidos como directamente relacionados.



**Fig. 13.** Dendograma del Alumno, con menor coeficiente de Pearson.

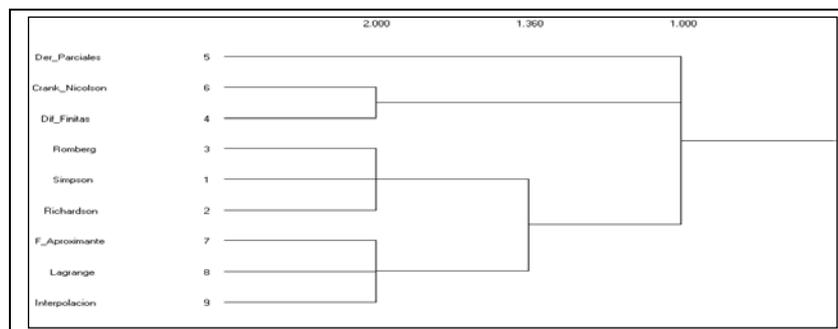
En este caso el escaso valor obtenido al comparar la matriz del alumno con la matriz Interjueces, se corresponde claramente con la nota obtenida en el examen parcial, ya que es uno de las más bajas. Sin embargo, la diferencia en la prueba tradicional con el alumno 4 es de un escaso punto y medio (3,60 vs. 5,10), lo que indicaría que el avance conceptual en éste último no se corresponde con un mejoramiento sustantivo en sus destrezas procedimentales.

9.3. Caso 3 (estudiante 11): Mayor nota en el examen parcial. (8,70)



**Fig. 14.** Representación del Alumno (MDS), con mayor nota en examen parcial.

En este caso, como en el caso 1 (máximo coeficiente de correlación de Pearson) se observa una clara diferenciación de los grupos, aunque solo aparece una vinculación entre Aproximación e Integración. Por otra parte, se observa que un concepto como Derivadas Parciales aparece completamente desconectado de Crank-Nicolson y Diferencias Finitas y a una distancia considerable de los mismos, siendo lo único que lo diferencia del dendograma de la matriz Interjueces, como se aprecia en la Fig. 15.



**Fig. 15.** Dendograma del Alumno, con mayor nota en examen parcial.

Este alumno parece ser quien ha obtenido los mejores réditos de su aprendizaje, ha logrado un avance sustantivo en la comprensión y ha desarrollado las habilidades procedimentales necesarias para resolver satisfactoriamente los problemas propuestos.

#### 9.4. Caso 4 (estudiante 1): Menor nota en el examen parcial. (1,50)

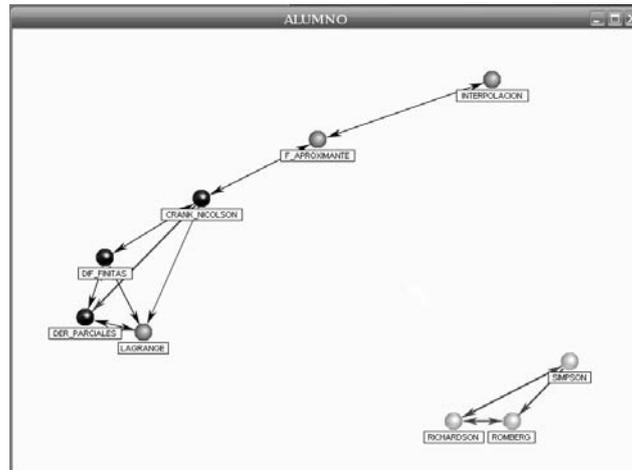


Fig. 16. Representación del Alumno con menor nota en examen parcial.

En este caso, el grupo Integración aparece bien diferenciado (Simpson, Romberg, Richardson), pero desconectado del grupo Aproximación. Por el contrario, aparecen relaciones cruzadas entre conceptos correspondientes a Resolución de Ecuaciones Diferenciales y Aproximación, lo que evidencia una confusión conceptual de los temas.

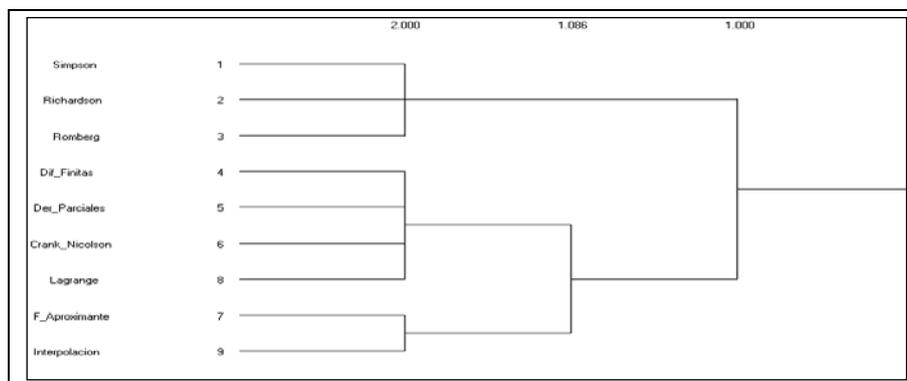


Fig. 17. Dendograma del Alumno con menor nota en examen parcial.

Este alumno parece haber sido uno de los que menos ha podido aprovechar los beneficios de la enseñanza proporcionada. Un pequeño avance en la comprensión conceptual (equivaldría a un cuatro en la clasificación convencional) y apenas un poco más de uno en la memoria procedimental.

## 10. Algunos comentarios finales

En el presente trabajo se aplicaron diferentes técnicas del Análisis de Redes Sociales (ARS) para medir la Distancia Semántica entre conceptos. Utilizando la metodología propuesta por el método DistSem, se llevó a cabo un conjunto de pruebas con alumnos de

diversas especialidades de Ingeniería, para conocer cómo evoluciona la representación del mapa semántico que los alumnos muestran antes y después de estudiar un conjunto de temas.

Los resultados arrojaron en todos los casos una mejora cuantitativa, medida por la correlación intermatrices por el método de QAP.

Con respecto a la comparación de los resultados obtenidos en la segunda prueba con respecto a la nota obtenida en el examen parcial, si bien no se puede establecer una correlación directa, se evidencia claramente una coherencia en los resultados.

La premisa pedagógica deseable de que un mayor conocimiento y comprensión de las relaciones entre conceptos, mostrado en la experiencia por medio de un coeficiente de Pearson alto, debería conducir a los alumnos a obtener mejores resultados en sus exámenes ha mostrado en esta experiencia no tener una vinculación tan directa. Más aún, se puede inferir que en ambas pruebas se evalúan diferentes habilidades y competencias. Con el método Distsem se evalúa la comprensión y categorización conceptual de los conocimientos tal como se organizan en la memoria semántica. Las pruebas tradicionales de Análisis numérico, mientras tanto, exploran y actualizan habilidades de tipo procedimental donde, una vez reconocido el tipo de problema a resolver –este sería en procedimiento común a ambas pruebas-, se aplica el algoritmo adecuado para su resolución y la calificación es heredera del logro obtenido en esta actividad.

Un punto importante a tener en cuenta para obtener resultados satisfactorios al aplicar el método DistSem, es la cuidadosa elección de los conceptos. Es muy importante que no existan ambigüedades que puedan conducir a posibles errores de interpretación por parte de los alumnos al momento de responder a la prueba.

Finalmente, de los resultados obtenidos en el presente trabajo sugieren la utilidad de aplicar instrumentos específicos de diferentes memorias y complementarios para una evaluación educativa más próxima a los aprendizajes facilitados. Creemos haber contribuido a señalar que el método DistSem se presenta como una valiosa herramienta complementaria para el docente cuando se hace necesario ampliar los métodos de evaluación tradicional.

**Referencias.**

- Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G. y Vivas, J. (2009) Sesgos en la evaluación del estudiante con bajo rendimiento. Un sistema de mejoramiento diagnóstico basado en Lógica Difusa. *Revista de Educación I*, 181-199
- Hubert, L.J. y 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.
- Vivas, J. (2004). Método Distsem: procedimiento para la evaluación de distancias semánticas. *Revista Perspectivas en Psicología*, 1 (1).
- Vivas, J. (2008a). Análisis de redes semánticas aplicado a contenidos académicos. Métodos e instrumentos. En Kronmüller, E. y Cornejo, C. (Comp.). *Ciencias de la Mente: Aproximaciones desde Latinoamérica*. Santiago, Chile: JCSáez Editor. 385-409.
- Vivas, J. (2008b). Distsem. Un Método de captura y graficación de Redes Semánticas. Aplicaciones a Educación y a Neuropsicología. *Revista Mexicana de Psicología*. Nro. Especial Octubre 2008, 27-31.
- Vivas, J., Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G., Comesaña, A. (2009). La evaluación semántica en entornos de nuevas tecnologías de la información y la comunicación. En M. Rodríguez y V. Padilla Montemayor (Comp.) *Interacción y medición en ambientes de aprendizaje electrónicamente mediados*. Monterrey: Trillas. 92-111.
- Vivas, J., Huapaya, C., Lizarralde, F., Arona, G., Comesaña, A., Vivas, L., García Coni, A. (2009). Distsem e Infosem: Evaluación de la Memoria Semántica. Método y aplicaciones. En M. Rodríguez y V. Padilla (Comp.) *Cognición y memoria, sus representaciones y mediciones*. Monterrey: UANL. 43-80.
- Wasserman, S. & Faust, K. (1998). *Social Network Analysis. Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.