



EVOLUCIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CONCEPTUAL DE LA FÍSICA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS Y PRE-UNIVERSITARIOS

Esther Vargas Medina¹ y Celia Calzada Ugalde²

¹Área de Investigación Educativa, Escuela de Ciencias de la Educación
²Escuela Preparatoria, Universidad La Salle.

RESUMEN.

Un problema central en el estudio de los procesos de aprendizaje, es contar con técnicas y teorías que expliquen la adquisición y estructura conceptual de un conocimiento en particular.

En este trabajo, se utiliza la teoría y técnica de "Redes Semánticas Naturales", para estudiar cuál es el conocimiento de Física, que tienen los estudiantes al inicio de su proceso educativo a nivel preparatoria. Se analizan los supuestos al respecto de que el proceso de conformación de estructuras cognitivas firmes al respecto de la Física, es anterior al proceso de formación como físico. Esto tiene serias implicaciones para la educación formal, dado que el conocimiento y manejo de las propias estructuras informacionales (esquemas) juega un papel preponderante en el uso de estrategias de aprendizaje acordes con la dinámica de este proceso (por ejemplo, la construcción de "mapas conceptuales" y el uso de técnicas de aprendizaje significativo en el salón de clase).

INTRODUCCIÓN.

Una de las situaciones más paradójicas en la educación, sobre todo en los países desarrollados, es la gran cantidad de literatura, publicaciones especiales y esfuerzo que se hace en analizar el problema de la enseñanza de la Física; sin embargo, los resultados y las soluciones prácticas y directas son muy escasas. A pesar de este gran esfuerzo, no se encuentran demostraciones contundentes y significativas, de que un procedimiento de enseñanza de la Física es mejor que otro.

En general, lo que se realiza es la creación de formas novedosas de presentación de material y experimentos, -con diferentes grados de complejidad- o bien, se presenta cierta parte muy específica de los formalismos de la Física y de sus teorías en forma accesible, recomendando que se utilicen estas técnicas; sin que se presenten demostraciones controladas de que éstas tengan algún efecto significativo en el cambio de las estructuras de conocimiento de los estudiantes.

Una de las pocas ideas novedosas que existen en la enseñanza de la Física, es la de los "preconceptos" y su efecto en el conocimiento de los estudiantes. Esta idea se origina de una serie de trabajos de los años 60's en los Estados Unidos, en donde se encontró que los estudiantes manejaban una serie de conceptos que correspondían a diferentes épocas del desarrollo de la Física; en este sentido, se habló de conceptos aristotélicos, conceptos galileanos, conceptos newtonianos, etc. Al utilizar el término "preconceptos", se pretende afirmar que el conocimiento que tienen los sujetos, corresponde a esas épocas de teorías físicas.

Un aspecto importante de esta concepción fue, que muchas de estas "visiones del mundo", aparecen antes del proceso escolar y estas ideas se encuentran fuertemente organizadas en su conocimiento general. Esta es la razón principal de que, en la actualidad, se hace un gran esfuerzo por estudiar la forma en cómo cambiar y reorganizar estos conocimientos -muchas veces incorrectos- que interfieren con el nuevo material que se les enseña.

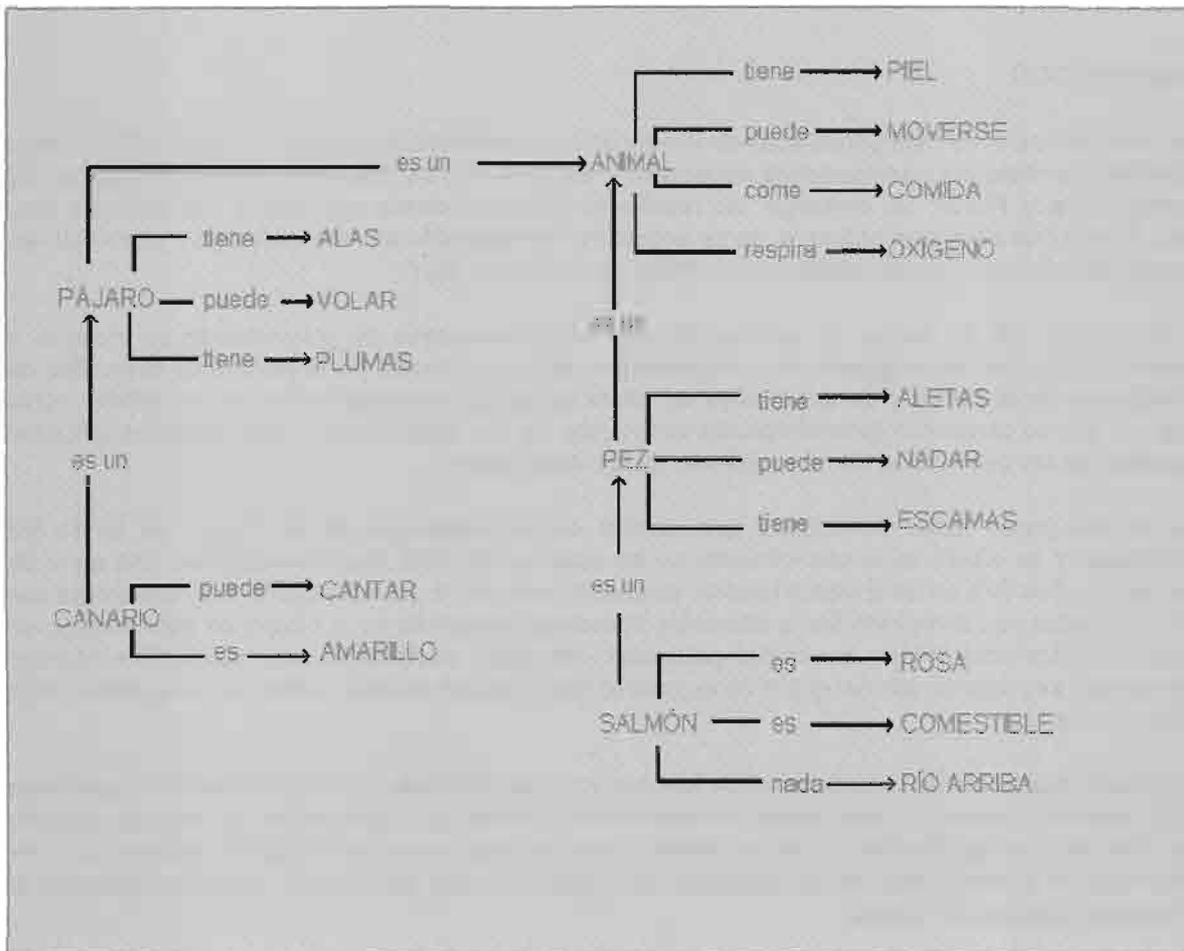


La idea de hablar de preconceptos, fundamentalmente viene de la experiencia educativa práctica (en el salón de clases), pero el fundamento psicológico teórico no se ha analizado con precisión, para explicar cómo operan estos preconceptos a nivel cognitivo.

En la teoría cognitiva moderna (1,2), se pueden encontrar modelos de extraordinaria solidez que explican la estructura del conocimiento humano, y que sin embargo, las personas dedicadas a la enseñanza -y en este caso particular de Física-, no las toman como punto de partida o base teórica, en sus implementaciones pedagógicas.

Los estudios contemporáneos en memoria humana, en especial las teorías de representación del conocimiento, pueden ser una poderosa herramienta para entender y analizar en forma detallada "eso" que los dedicados a la enseñanza de la Física refieren como "preconceptos". Los primeros en postular un modelo de organización en la memoria fueron Collins y Quillian (3) (Ver referencia 4 para una bibliografía completa), quienes sugirieron que la información estaba representada en una memoria semántica y que el significado se almacena a través de redes de conceptos. Esta simple forma de organización permite codificar grandes cantidades de información por medio de redes que están compuestas de unidades (nodos) y vínculos de asociación (relaciones semánticas jerárquicas); de ahí el concepto de redes de información. Un ejemplo es la red original usada por Collins y Quillian (3) para predecir que ciertos tipos de respuestas son más rápidos o lentos, dependiendo del nivel en que se encuentren en la red.

EJEMPLO DE UNA RED SEMÁNTICA ARTIFICIAL DE COLLINS & QUILLIAN (1969)



Una de las utilidades que han tenido los modelos de redes semánticas es la de los sistemas para contestar preguntas; por ejemplo: un sistema desarrollado por Carbonell (5) consiste en información geográfica de Latinoamérica, y contiene los datos de ríos, lagos, montañas, su localización geográfica y sus principales características. Un ejemplo de información contenida en él sería: el río Amazonas, que está situado en Brasil, es el más largo y ancho de los ríos de Latinoamérica. Después de cargar toda la información, se podía preguntar a la computadora: ¿cuál es la montaña más alta, cuyo nombre comienza con "A", que no está en Chile?. El problema general en la aproximación semántica consiste en ver como tiene que estar almacenada la información y cuáles mecanismos de manipulación de la misma se tienen que introducir para que se pueda dar respuesta, en especial cuando ésta no está almacenada directamente como información en la máquina. Por ejemplo, la pregunta: ¿dónde está el río Amazonas?, es muy fácil de contestar con la información directa de la computadora; no así la pregunta acerca de la montaña.

En general, la idea de "memoria semántica" trata de describir la riqueza de las relaciones que se tienen en la memoria humana (6,7,8,9). El aspecto que más caracteriza a estas teorías es el enunciado de que son las redes las que determinan el significado del concepto, en donde un concepto es definido por otros conceptos y a su vez sirve como definidor de otras situaciones -es decir, los conceptos son definidos y definidores al mismo tiempo, dependiendo de qué parte de la red se active-.

En este estudio nuestro interés fue analizar, utilizando la teoría y técnica de "redes semánticas naturales" (10,11), las estructuras de conocimiento al respecto de conceptos que definen a la Física, en estudiantes del primer semestre de nivel preparatoria. Lo que se pretende conocer y analizar es cómo están las redes de Física antes de entrar al proceso de enseñanza de la misma, a nivel preparatoria y comparar esta información con las formas de estructuración de conocimiento en estudiantes avanzados (utilizando como criterio las respuestas de sujetos expertos: investigadores en Física).

MÉTODO.

SUJETOS: Participaron como sujetos (Ss.) tres grupos de alumnos de primer año de preparatoria de la ULSA, seleccionados entre 7 grupos en función de la disciplina y disposición para el trabajo en clase mostrados por los mismos.

GRUPO 1: Formado por 44 alumnos: este grupo presenta problemas de disciplina y orden en clase, con poca disposición de llevar a cabo la tarea escolar. Cabe señalar que existen, en este grupo, algunos Ss. que destacan por su participación e interés, que constantemente hacen preguntas y aportan ideas.

GRUPO 2: Formado por 48 alumnos y caracterizado por tener un "buen nivel académico" (según evaluación de dos de sus profesores). Si bien su disciplina no es ejemplar, no les crea problemas para el desempeño del trabajo escolar.

GRUPO 3: Formado por 46 alumnos, observa buena disciplina y orden en clase, una buena disposición para abordar el trabajo escolar y en el que algunos Ss. demuestran especial interés.

PROCEDIMIENTO.

TAREA 1. A cada grupo, se les instruyó para que, en forma individual, generará en forma de lista los 10 conceptos que considerara fundamentales de la Física. Una vez concluido esto, se les pidió ordenar los conceptos, dando el número 1 al que consideraran como el más importante; el 2, al siguiente en importancia, y así sucesivamente con los demás conceptos generados. La tarea la realizó cada grupo en un salón de clases, sin comunicación entre ellos y sin límite de tiempo.



TAREA 2. Se les presentó uno a uno la lista de 10 conceptos considerados como los más importantes y representativos de esta disciplina, según el criterio de investigadores del Instituto de Física de la UNAM. La tarea consistió en definir cada uno de los conceptos, según la técnica clásica de "redes semánticas naturales" antes descrita.

La lista de conceptos fundamentales generados por los investigadores del Instituto de Física se presentan en la Tabla 1 (12,13).

TABLA 1

1. TIEMPO	169
2. ENERGÍA	159
3. ESPACIO	120
4. FUERZA	114
5. MASA	111
6. CARGA	99
7. CAMPO	87
8. MOVIMIENTO	59
9. RELATIVIDAD	47
10. SIMETRÍA	45

ANÁLISIS DE DATOS.

TAREA 1. JERARQUIZACIÓN. Se realizó un análisis de frecuencias de los conceptos dados por los grupos de estudiantes, obteniéndose las jerarquías generadas para cada grupo.

TAREA 2. REDES SEMÁNTICAS NATURALES. Para evaluar a cada grupo se generaron los siguientes valores para analizar los datos obtenidos:

1) **VALOR J** - Se enlistan todas las palabras definidoras diferentes generadas por un grupo de Ss. para cada concepto y se obtiene el número total de definidoras, es decir, se cuantifica la **RIQUEZA DE LA RED.**

2) **VALOR M** - Se hacen columnas a la derecha de la lista de las palabras definidoras y se numeran del 1 al 10. A continuación, se toman los protocolos de los Ss. y se localiza cada definidora y su jerarquía en la lista hecha anteriormente, marcando una frecuencia en la columna que indica el número dado en el protocolo.

De esta forma, en la tabla se concentra el número de veces que a cada palabra definidora se le asigna "x" lugar de importancia. Se obtiene el valor de cada una de las palabras definidoras multiplicando la frecuencia de cada una de ellas por la posición que ocupa de acuerdo al orden asignado por los Ss., dándole un valor de 10 a los conceptos ordenados en primer lugar, 9 al segundo lugar y así sucesivamente hasta llegar al valor de 1 cuando el concepto se ha jerarquizado en décimo lugar; se van sumando los productos parciales.

Este sistema de puntuación permite cuantificar y diferenciar la importancia que dan los Ss. a cada una de las palabras definidoras en la red semántica generada para un concepto específico, por lo que indica el **PESO SEMÁNTICO** de cada definidora.

3) **CONJUNTO SAM** - es el grupo de las 10 definidoras de valor M más alto generadas por un grupo para cada concepto, con estas definidoras se construyen las REDES SEMÁNTICAS básicas de los conceptos.

4) **VALOR G** - se toma el conjunto SAM y se obtiene el promedio de las diferencias entre los valores M de las definidoras de la siguiente manera: al valor M que se encuentra en primer lugar se le resta el valor M del segundo lugar, y así sucesivamente para después sumarse y dividirse entre 9. Este valor permite cuantificar la **DENSIDAD** de la red semántica.

5) **VALOR FMG** - se toma el conjunto SAM para cada concepto y a la primera palabra definidora -es decir, a la de valor M más alto- se le asigna un valor de 100% y se determina el porcentaje de las siguientes palabras definidoras con respecto a la primera. Este valor permite cuantificar la **DISTANCIA** entre las palabras.

6) **VALOR Q** - se toman los conjuntos SAM de dos grupos diferentes y se calcula el **ÍNDICE DE CONSENSO** que hay entre ellos. Si una definidora aparece en el mismo lugar del conjunto se asignan 10 puntos y por cada lugar que se aleje se resta un punto. Se suman los puntos obtenidos en cada palabra y se calcula el porcentaje con respecto al máximo puntaje posible, que es 100.

7) Se obtuvo una matriz de doble entrada en donde se muestran cuantas definidoras comunes tiene cada par de conceptos resultantes de todas las combinaciones posibles. Esto indica las **DEFINIDORAS QUE CONECTAN** a los conceptos de las redes y, por lo tanto, su interrelación. Con esta información, se graficaron las REDES SEMÁNTICAS por concepto para cada uno de los grupos y en general.

RESULTADOS.

TAREA 1. En la Tabla 2 se muestran las jerarquías de importancia de los tres grupos de la ULSA. Se puede observar que son 7 conceptos en que coinciden los grupos, la riqueza de la red es similar entre los 3 grupos y el consenso entre grupos (valor Q) es del 65%, lo cual nos muestra la alta consistencia entre ellos.

El total de conceptos diferentes en cada grupo fue de 71,70 y 70 respectivamente, lo cual muestra mucha variabilidad y riqueza conceptual, sin embargo, los 10 conceptos con mayor frecuencia tienen alta consistencia; es decir, dieron "muchos" conceptos, pero los más importantes fueron consistentemente mencionados en los primeros lugares.

En la tabla 3 se comparan estos resultados con los del estudio de Bravo *et.al.* (12) tomando como criterio de referencia los datos del grupo de investigadores de la UNAM en primer lugar, los de los estudiantes de la Facultad de Ciencias (UNAM) y los de un grupo de estudiantes de 11o. trimestre de CBI de la UAM-I. La tabla nos muestra que la jerarquía de los grupos de la Preparatoria ULSA son en su estructura muy similares a la de los estudiantes universitarios y algunos conceptos como "tiempo", "energía" y "fuerza" son considerados como los más importantes de la Física -tanto por los investigadores, los estudiantes de la Facultad de Ciencias, los estudiantes de CBI de la UAM-I y los 3 grupos de preparatoria de la ULSA-.

Esto nos muestra cómo los estudiantes que inician el nivel de preparatoria tienen, en lo general, una idea clara de los conceptos básicos dados por sujetos especialistas. Las jerarquías de los sujetos de preparatoria son parecidas a las dadas por Ss. "expertos": 8 de los conceptos (80%) de nuestros grupos de nivel preparatoria son los mismos que los dados por los estudiantes de la UAM-I; 5 de los 10 (50%) son iguales entre nuestros grupos y los investigadores de la Facultad. de Ciencias de la UNAM y 4 de los 10 conceptos de nuestros grupos son iguales a los conceptos considerados como los más importantes por los investigadores del Instituto de Física de UNAM.



TABLA 2

CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE LA FÍSICA CON LOS CONCEPTOS JERARQUIZADOS SEGÚN ORDEN DE IMPORTANCIA

GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3		
	M	FMG		M	FMG		M	FMG
Movimiento	274	100	Fuerza	176	100	Energía	179	100
Fuerza	226	82	Velocidad	171	98.27	Fuerza	176	98.32
Energía	211	77	Energía	171	98.27	Velocidad	160	89.38
Gravedad	199	73	Movimiento	138	79.31	Gravedad	119	66.48
Velocidad	174	64	Tiempo	131	75.29	Materia	119	66.48
Tiempo	147	54	Aceleración	130	74.71	Movimiento	109	60.89
Aceleración	111	41	Óptica	130	74.71	Tiempo	107	59.78
Electricidad	109	40	Gravedad	123	70.69	Trabajo	77	43.02
Materia	101	37	Distancia	112	64.37	Masa	75	41.90
Trabajo	97	35	Trabajo	112	64.37	Distancia	74	41.34

J= 71

G=19.44

Q(1-2)*= 64%

J= 70

G=6.55

Q(1-3)= 64 %

J=70

G=11.67

Q(2-3)=66%

En la tabla 4 se presenta a manera de ejemplo las definidoras de las redes semánticas para el concepto TIEMPO.

Con los resultados de estas tablas y con el objeto de poder generar las redes semánticas de los grupos, se obtuvo una matriz triangular para cada grupo, en donde se cuantificó la cantidad de definidoras compartidas (comunes) para los conceptos

En la tabla 5 se observan los conceptos que además de ser definidos sirven como definidores de otros, éstos son: fuerza, espacio, tiempo, energía y movimiento; y a la vez muestra claramente que son pocas las definidoras que conectan el concepto TIEMPO con otros. Los conceptos adicionales que se utilizan como

definidores son: trabajo, lugar, eléctrico, potencia, velocidad, dimensión, peso, cuerpo, medida, similitud, y cambio

TABLA 3
JERARQUIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS MAS IMPORTANTES DE LA FÍSICA, ENTRE Ss. NOVATOS
(Nivel Preparatoria) VS. EXPERTOS

SUJETOS EXPERTOS			SUJETOS NOVATOS (PREPARATORIA)			
INST. FÍSICA UNAM	FAC. CIENCIAS UNAM	UAM-1	CONCEPTOS	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3
4		3	FUERZA	2	1	2
		5	VELOCIDAD	5	2	3
2	2	1	ENERGÍA	3	3	1
8	4	1	MOVIMIENTO	1	4	6
1	6	2	TIEMPO	6	5	7
		7	ACELERACIÓN	7	6	11
	7		ÓPTICA		7	
		10	GRAVEDAD	4	8	4
		9	DISTANCIA		9	10
	1		MECÁNICA	15	10	12

NOTA: Los números en la tabla corresponden al orden de importancia dado por cada grupo de Ss.

Los 3 grupos coinciden en utilizar los mismos conceptos que son definidos como definidores, (a excepción de masa que sólo es usado por el grupo 2 y movimiento que aparece únicamente como definidora en los grupos 1 y 2) y destaca el concepto FUERZA como el más recurrido para definir. Es notable también observar que el concepto TIEMPO es muy utilizado como definir pero que es pobremente definido en los 3 grupos.

Los conceptos adicionales que son utilizados para definir y que son compartidos por los 3 grupos son: trabajo, lugar, peso, cuerpo y medida. Coinciden además los 3 grupos en utilizar LUGAR para relacionar campo y espacio, CUERPO para relacionar carga y masa y MEDIDA para relacionar simetría y tiempo.



TABLA 4

RED SEMÁNTICA PARA EL CONCEPTO: TIEMPO
(LAS 10 DEFINIDORAS CON VALOR "M" MAS ALTO)

CONCEPTO: TIEMPO

GRUPO 1			GRUPO 2			GRUPO 3		
	M	FMG		M	FMG		M	FMG
Horas	140	100	Medida	286	100	Medida	75	100
Medida	124	88.57	Espacio	72	25.17	Intervalo	75	100
Segundos	105	75	Horas	61	21.33	Instante	58	77.33
Minuto	87	62.14	Referencia	57	19.93	Tardanza	49	65.33
Reloj	75	53.57	Unidades	47	16.43	Espacio	48	64
Intervalo	67	47.86	Transcurso	46	16.08	Segundo	48	64
Día	65	46.43	Segundos	42	14.68	Unidad	46	61.33
Dimensión	65	46.43	Minutos	38	13.29	Período	34	45.33
Cambios	46	32.86	Día	32	11.19	Momento	33	44
Transcurso	45	32.14	Momento	28	9.79	Lapso	30	40

A continuación se presentan las "Redes Semánticas" generadas por los grupos de Ss. de nuestro estudio.

En términos generales podemos hacer las siguientes observaciones generales:

RED SEMÁNTICA 1 (GRUPO 1): Los conceptos que se encuentran formando bloques debido a que la "distancia entre palabras" es corta son: fuerza-energía, relatividad-tiempo y espacio-campo. Los conceptos de simetría, masa y movimiento se encuentran alejados de los demás bloques y alejados entre sí.

RED SEMÁNTICA 2 (GRUPO 2): Algunos conceptos, debido a que la "distancia entre palabras" es muy corta, se encuentran formando bloques de la siguiente manera: espacio-campo, energía-fuerza, carga-masa-relatividad y simetría-tiempo. En cambio el concepto movimiento a pesar de estar fuertemente relacionado, se encuentra alejado de los demás.

RED SEMÁNTICA 3 (GRUPO 3): Los conceptos que forman bloques son: campo-espacio, fuerza-energía, relatividad-tiempo, y carga-masa. Los conceptos que se encuentran aislados son: simetría y movimiento.

En las 3 redes se observa que los bloques de conceptos comunes son: fuerza-energía y espacio-campo; en cambio el bloque relatividad-tiempo sólo es compartido por los grupos 1 y 3 y el bloque carga-masa por los grupos 2 y 3. El concepto movimiento se observa en las 3 redes fuertemente relacionado con los demás conceptos pero aislado y alejado.

TABLA 5. MATRIZ DE DOBLE ENTRADA DONDE SE MUESTRAN LAS DEFINIDORAS COMUNES PARA LOS CONCEPTOS DADOS POR EL GRUPO 1

TIEMPO										
ENERGÍA										
ESPACIO	Dimensión									
FUERZA		Potencia								
MASA			Lugar	Peso	\					
CARGA		Fuerza Eléctrica Trabajo		Energía Trabajo	Cuerpo	\				
CAMPO		Fuerza Eléctrica	Lugar Tiempo		Espacio Lugar	Fuerza Eléctrica	\			
MOVIM.		Fuerza Trabajo	Tiempo	Energía Trabajo Velocidad		Fuerza Energía Trabajo	Fuerza Tiempo	\		
RELAT.		Movimiento	Tiempo	Movimiento Energía	Espacio	Energía Fuerza	Tiempo Espacio Fuerza	Tiempo Fuerza Cambio Energía	\	
SIMETRÍA	Medida		Lugar		Espacio Lugar		Espacio Lugar		Espacio Similit.	\
	TIEMPO	ENERGÍA	ESPACIO	FUERZA	MASA	CARGA	CAMPO	MOVIM.	RELAT.	SIMETRÍA



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.

Los resultados muestran que el proceso de organización del conocimiento acerca de los conceptos más importantes de la Física en una forma muy cercana al de Ss. expertos, ya se encuentran en los estudiantes de nivel preparatoria. Estos grupos de alumnos muestran una concepción muy clara y parecida a la de especialistas.

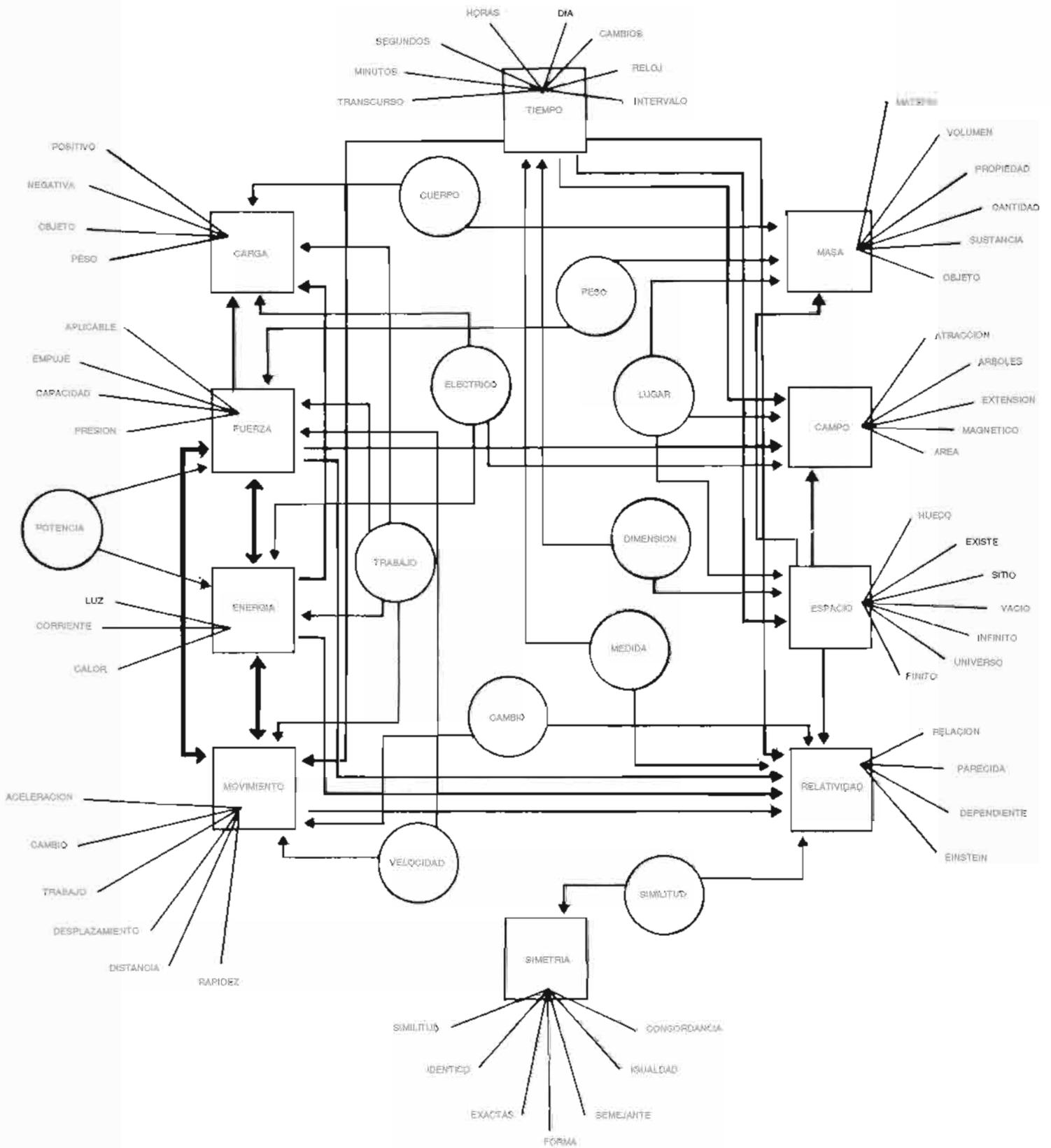
Esta técnica de "redes semánticas naturales" es muy útil para analizar la organización del conocimiento en memoria, nos permite además detectar conceptos mal definidos, distorsionados, falta de conocimiento y estructuras de información que no posibilitarán un conocimiento correcto de los contenidos académicos dados en un curso. Por ejemplo, en el estudio realizado en México por Bravo y cols. (12), que sobre el mismo objetivo se realizó en preparatorianos de una escuela de la UNAM (los cuales ya habían elegido "área de concentración": sociales, humanidades, químico-biológicas, básicas), se encontró que el concepto más importante para definir a la Física fue "Matemáticas". Esto nos habla (aunado a otros resultados detallados en el reporte respectivo) de la distorsión que se tiene de lo que es la disciplina, por Física se está entendiendo el trabajar matemáticas y con fórmulas -en una u otra forma- y se manifiesta muy poca comprensión de lo que constituyen las ideas centrales de la Física. Este aspecto de distorsión en este sentido, no se refleja en nuestros estudiantes de primer ingreso de la ULSA. Sería muy interesante analizar estos aspectos en semestres últimos, en donde los alumnos ya han elegido área de concentración (es decir, hay una idea de la carrera -o área por lo menos- que se va a estudiar) y medir si este hecho re-estructura la información y conocimiento (concepciones).

Nuestros resultados obtenidos con la utilización de estas técnicas derivadas de la investigación básica y fundamentadas en la teoría cognitiva moderna, permite estudiar fácilmente cuáles son las estructuras de conocimiento en estudiantes; en este caso, conocimiento al respecto de física. Además, esta técnica es lo suficientemente poderosa para describir una serie de detalles muy específicos de la concepción que tienen los diferentes grupos estudiados al respecto de una disciplina.

Uno de los puntos importantes del trabajo es el mostrar que eso que se denomina "preconceptos", en algunos casos se encuentran en una forma muy sistemática en los grupos de Ss. de nivel preparatoria que aún no han elegido carrera y en los que van para el área básica, lo cual no sucede en grupos que van para otras áreas. Si bien esto pareciera obvio, cuando se habla de preconceptos, no se analiza el hecho de que son los grupos de pertenencia de los Ss. Y NO SOLO EL ASPECTO COGNOSCITIVO, el que determina esas estructuras de conocimiento. En resumen, la parte central de nuestro trabajo fue mostrar que el estudio en forma detallada de las estructuras de conocimiento de los estudiantes, nos puede guiar fácilmente, para analizar en el plano de la docencia- qué es lo que se necesita modificar o reorganizar en el conocimiento que se les da a los grupos particulares, así como la posibilidad de utilizar el conocimiento apropiado y bien fundamentado para emplearlo como anclaje para los nuevos contenidos, lo cual nos permite un aprendizaje más significativo en los estudiantes.

RED SEMANTICA

GRUPO 1





REFERENCIAS.

1. De Vega, M. Introducción a la Psicología Cognitiva, México: Alianza Editorial, 1984.
2. Puente, A. Poggioli, L. y Navarro, A. Psicología Cognoscitiva. Desarrollo y perspectivas, México: Mc. Graw-Hill, 1989.
3. Collins, A. K. y Quillian, M. R. "Retrieval tipe for semantic memory". Journal of verbal learning and verbal behavior, 8, 1969, pp. 240-247.
4. Griggs, R. A. "Semantic Memory. A Bibliography 1968-1975". Perceptual and Motor Skills, 43, 1976, pp. 723-728.
5. Carbonell, J.R. Mixed initiative man computer instructional dialogues, Ph.D. dissertation, USA: MIT Press, 1970.
6. Brachman, R. J. "What's in a concept: structural foundations for semantic networks". International Journal of machine studies, 9, 1977, pp. 127-152.
7. Figueroa, J. G., González, E.C. y Dolis, V.M. "An Approach to the Problems of Meaning: Semantic Networks". Journal of Psycholinguistics Research, 5, 2, 1976, pp. 107-115.
8. Rips, I. J., Smith, E.E. y Shoben, E.J. "Semantic composition in sentence verification". Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior, 17, 1973, pp. 375-401.
9. Rumelhart, D. E. Introduction to Human Information Processing, New York: John Wiley & Sons, 1979.
10. Vargas Medina, E. "Estudios en percepción social: un análisis del proceso de representación de eventos físicos y sociales". IV International Conference of thinking, San Juan, Puerto Rico, june 17-20, 1989.
11. Vargas Medina, E. y Flores García, C. "La teoría de redes semánticas naturales como modelo de la organización de información en sistemas humanos y neurocomputacionales". Fifth International Conference: computers in institutions of education and of research, Mexico City: UNAM, november 14 to 16, 1989.
12. Bravo, P.A.; Vargas Medina, E. y Romero, M. "Estudio evolutivo de conceptos en Física en estudiantes preparatorianos y universitarios". Primer Seminario de Educación en materias con alto índice de reprobación: la física, México: CISE-UNAM, octubre 12-18, 1989.
13. Calzada Ugalde, C. y Vargas Medina, E. "Evolución de la representación conceptual de la Física en estudiantes de nivel preparatoria a licenciatura". XXXV Congreso Nacional de Física, Puebla: UDLA, México, 26-30 de octubre, 1992.