

Una aproximación a la biología de la comprensión

Sergio R. Torres Ochoa✉

Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.

Resumen

Se hace una revisión parcial de la relación entre el conocimiento sobre el sistema nervioso central y algunas de las posturas relevantes sobre teoría cognitiva. Se intenta establecer un conjunto de relaciones interpretativas entre ambos campos teóricos con el afán de señalar los aspectos biológicos que están comprometidos con la comprensión. Aun y cuando todo lo relacionado con la mente no está resuelto científicamente los avances, en neurociencias y en psicología cognitiva, permiten vislumbrar componentes sistemáticamente desentrañados en cuanto a patrones de jerarquía en la organización de la información. Ésta se procesa para establecer cognitivamente relaciones significativas entre ideas o conceptos. En el caso del conocimiento científico es particularmente relevante este planteamiento relacional teórico en función de que la generación de conocimiento a partir de la investigación posee rasgos semejantes al proceso cognitivo. Es decir, el establecimiento de relaciones lógicas entre un nuevo conocimiento y otro previo es el soporte principal de la construcción teórica, con base en conceptos, en el campo de su competencia. Por otro lado, el modelo explicativo de la cognición establece que hay procesos en que la información percibida por el cerebro establece relaciones no contradictorias con el conocimiento previo para dar pauta a lo que se conoce como asimilación del conocimiento. La expresión de éste último en forma de habilidades o competencias es lo que denominamos aprendizaje. La puesta en práctica de estos mecanismos de construcción de conocimiento deviene en apoyo inestimable de los procesos formativos escolarizados, fundados científicamente, con especial énfasis en el nivel superior donde el conocimiento científico es el eje estructurador curricular.

Palabras clave: *Biología, comprensión, cognición, ciencia, formación*

Abstract

It is a partial review of the relationship between the knowledge of the central nervous system and some of the relevant positions on cognitive theory. It seeks to establish a set of interpretative relations between these two theoretical fields in an effort to point out the biological aspects that are committed to understanding. Even when everything about the human mind is not scientifically resolved, advances in neuroscience and cognitive psychology, allow us to perceive systematically unraveled components, regarding patterns of hierarchy in the organization of information. This information is processed to establish cognitively meaningful relationships between ideas and concepts. In the case of scientific knowledge, it is particularly relevant that this relational theoretical approach according to generation of knowledge from research has similar features to the cognitive process. That means that the establishment of logical relationships between new and prior knowledge is the mainstay of the theoretical construction, based on concepts in the field of competence. Furthermore, the explanatory model of cognition states that there are processes in which the information received by the brain establishes not contradictory relationships with prior knowledge to give direction to what is known as assimilation of knowledge. The expression of the latter in the manner of skills or competencies is what we call learning. The implementation of these mechanisms in building knowledge becomes an invaluable support of learning scientifically founded processes, with special emphasis on the upper level where scientific knowledge is the curricular structuring axis.

Key words: *neurons, understanding, cognition, science, training*

Neuronas y conciencia

El Sistema Nervioso Central (SNC), fisiológica y anatómicamente, regula y almacena los procesos cognitivos a partir de múltiples conexiones neuronales (sinapsis) particularmente en corteza cerebral y también en otras importantes regiones del cerebro como el hipocampo (Alison *et al.*, 2004: 148; Shohamy & Wagner, 2008: 378-379). Estos procesos, dentro de los que destacan la memoria y la asimilación de conocimiento (aprendizaje), son responsables de la conducta; se entiende ésta como el conjunto de relaciones orgánicas con el entorno a partir de percepciones particulares del sujeto. Se asume que las innumerables sinapsis, a partir de estímulos externos, interactúan con información (conocimiento) previo para promover el reacomodo de intrincadas redes neuronales. Éstas no necesariamente están

relacionadas topológicamente pero implican plasticidad cerebral: “la adquisición de información (aprendizaje) y el almacenamiento de la misma (memoria), dependen de cambios estructurales que se suscitan en el sistema nervioso central” (Prado, 1991: 503). Prado también sugiere que “durante situaciones de aprendizaje, el cerebro puede modificar su morfología”. El proceso es continuo y permanente, esto es, ocurre desde la formación embrionaria de lo que será el SNC ininterrumpidamente, incluyendo el sueño, hasta la muerte del individuo. En el ser humano alrededor de 10^{11} (cien mil millones) neuronas cumplen esa delicada función estableciendo circuitos (redes) que se apagan y encienden sólo para volver a encenderse y apagarse. Cada estímulo moldea o modula su estructura que, a fin de cuentas, es temporal: esa multiplicidad de redes puede ser de corto (de tan sólo unos segundos de duración) o largo plazo (temporalidad indefinida); no hay claridad de por qué se toma una u otra de estas rutas de temporalidad. En lo que hay certeza es que: “un grupo de neuronas puede ser excitado mediante la activación de sinapsis

✉ **Autor de correspondencia:** Sergio R. Torres Ochoa. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán. Email: storres@umich.mx

excitadoras, pero esto sólo podrá ocurrir si la excitación es suficiente para alcanzar el umbral de disparo, es decir, si supera la inhibición que las sinapsis inhibitorias puedan estar ejerciendo sobre ese grupo neuronal” (Tapia, 1998: 149). Esta multiplicidad de conexiones hace prácticamente aleatoria la (des)estructuración permanente de redes conectadas, desconectadas y vueltas a conectar (modificadas). No puede haber dos cerebros iguales y, más aún, un mismo cerebro no será el mismo en diferentes estadios de vida. Lo anterior está relacionado con el desarrollo del pensamiento, el cual puede conceptuarse abreviadamente como: “el desarrollo de habilidades de discernimiento y de automatización del procesamiento de la información” (Sánchez, 2002: 6). Descriptivamente se puede agregar que es la expresión integral de mapas complejos de redes neuronales y que confluye en lo que llamamos conciencia. El control de cierta parte de conocimiento escapa a la vorágine de conexiones que, a su vez, se desconectan y que conocemos como olvido; otros ciertos grupos de redes permanecen invariantes y se constituyen en memoria y su manejo (o expresión controlada), por parte del sujeto, se asume teóricamente, es la conciencia. Así, la conciencia es un proceso que modula la información: más concretamente, un subconjunto o forma de procesamiento de información, aunque existen instancias de percepción, aprendizaje, elaboración y ejecución motora sin su mediación (Díaz, 1998: 335-336). Además, la compleja interacción de *inputs* (estímulos de todo orden) y *outputs* (percepciones de todo orden también), prácticamente aleatorios, no permiten proyecciones predictivas.

Organización de la información y el entorno

Las percepciones, hoy sabemos, están mediadas por interpretaciones que, a su vez, son producto de representaciones. Surgen cuando el sujeto contrasta, un enorme archivo de información, con todo nuevo conocimiento que, a juicio (conciencia) del propio sujeto, tiene alguna relación. Así que las percepciones median la relación con el entorno (conducta). Asimismo éstas son mediadas por las representaciones que el sujeto construye a partir de su propia historia de vida (*inputs* histórico-culturales) y que le imprimen identidad a partir del contexto en que se desenvuelve.

Pero ¿cómo ocurre el proceso mediador arriba señalado? Ya sabemos que las imágenes visuales (ejemplo clásico de estímulo) no se proyectan desde la retina hacia el cerebro “imprimiendo” una imagen virtual en el cerebro, a manera de una fotografía. Se presume, más bien, que las señales nerviosas enviadas como pulsos eléctricos, donde la frecuencia de éstos es la clave, determinan tipo y número de sinapsis cerebrales que se concentran en macro-redes neuronales. La fisiología de los impulsos está bien clara desde hace un tiempo. Lo que es sumamente difícil es esquematizar los tipos, números y regiones de las sinapsis. La explicación más propia es que la información que transita neuronalmente se jerarquiza, es decir, se organiza, y para ello interviene lo que reconocemos como organización lógica. Para ello intervienen mecanismos, fisiológicos, del tipo inferencial semejantes a los que maneja la lógica formal. Esto no resulta extraño dado que el lenguaje cibernético funciona de manera similar. Pero la lógica formal no es suficiente para explicar la cognición pues es determinante también el tipo de lenguaje utilizado (igualmente incorporado en la cibernética). Por suerte, hay planteamientos teóricos que

apuntan hacia una gramática genética. Ella se refiere a estructuras de organización de procesos lingüísticos que están incorporados a la genética humana. Facultan el aprendizaje de lo que se conoce como lengua materna: códigos que determinan la gramática específica a la que el sujeto estará ligado en su contexto cultural. Es lo que, de acuerdo a Chomsky, nos hace lingüísticamente competentes: “...la gramática generativa es el conjunto de reglas que permiten generar todas y cada una de las manifestaciones lingüísticas de una lengua” (Aguilar, 2004).

La lógica formal cognitiva tiene que complementarse con los mecanismos gramaticales de la lengua propia del sujeto para la organización de la información. De otra manera no podríamos explicarnos el que el flujo, prácticamente aleatorio, de información proveyera estructuras jerarquizadas de conocimiento susceptibles de interconexión con otro sujeto.

Como el proceso arriba descrito es cotidiano, todo ser humano lo procesa, pero las representaciones se alejan entre sujetos conforme la distancia en la historia de vida aumenta. La particularidad del sujeto hace que hasta con sus congéneres más cercanos las interpretaciones medien de diferente manera las representaciones. Lo anterior da como resultado diferencias cognitivas que apenas si encuentran conexión inequívoca. Las pocas que lo hacen, tienen por fuerza que ser superficiales para lograr el “entendimiento” entre sujetos. Es a lo que llamamos sentido común.

Cambio cognitivo y ciencia

Si los planteamientos anteriores son correctos, el cambio cognitivo puede ser regulado desde el exterior si se presenta la información debidamente jerarquizada. Esto adquiere especial importancia en el proceso formativo escolarizado. La intervención docente tiene la posibilidad de incidir de manera directa en la regulación de la administración de información. Cuando se trata de información científica, esta posibilidad se maximiza. Los componentes teóricos de las diferentes ciencias se organizan jerárquicamente de conformidad con estructuras conceptuales cuya base de organización es la lógica formal y la gramática. Los investigadores científicos generan conocimiento a partir de su práctica que les aproxima a segmentos modelados de realidad, interrogándolos. Esto es, el investigador parte del hecho de una demanda de información en un espacio y tiempo específicos de la realidad que le compete a su campo científico de acción. Genera así una pregunta a la cual se compromete a responder bajo un procedimiento sistemático y riguroso. La respuesta encontrada, experimental u observacionalmente, es registrada cuidadosamente para su interpretación. Esta última tiene que ser contrastada con la información previa de su campo. Ello lo hace en función de relaciones lógicas que el propio investigador establece. Estas relaciones se dan fundamentalmente entre la información recabada durante el proceso de investigación que él mismo interpreta y codifica y aquellos contenidos jerarquizados. Éstos, históricamente, han sido construidos de manera semejante por colegas suyos en espacio y tiempo diferentes. La aparición de contradicciones o relaciones de afinidad de la nueva interpretación (información generada) determina el aporte de nuevo conocimiento (heurística) al cuerpo teórico previo. Cuando ese nuevo conocimiento se hace explícito lo reconocemos

como un nuevo concepto. De ahí que la verdadera función de la ciencia sea la generación de conocimiento. Éste se concreta, gramaticalmente, en forma de conceptos (ideas) específicos, no contradictorios y relacionados con su campo de competencia. Esta visión epistemológica de acreción de la ciencia no está exenta de rupturas y conflictos donde las contradicciones juegan un papel relevante. Una contradicción previa puede resultar no serlo a la luz de nuevo conocimiento que, contrastado con la realidad, reivindica un planteamiento teórico aparentemente sin sustento lógico. Ello no es la norma en la ciencia pero ocurre eventual y recurrentemente incidiendo en lo que ya se acepta de manera general como una revolución científica. No resulta raro que puede ser pauta para el origen de nuevos campos científicos.

La anterior secuencia simplificada (pero no por ello simplista) del proceso regular de generación de conocimiento científico puede ser empatada con aquella que la teoría cognitiva asume que ocurre en el SNC. En éste se contrasta información previa con nuevo conocimiento. Eventual, y recurrentemente, puede presentar conflicto de comprensión (tensión cognitiva) pero, en todo caso, modifica el *quantum* de información previa al incorporar nuevo conocimiento. A ello se le denomina asimilación de conocimiento. Es así que tanto en la sistematización científica como en la cognición es aceptable hablar de construcción de conocimiento.

Llevados estos planteamientos al mundo de la formación intencionada de sujetos, es decir, la educación escolarizada, pueden encontrarse rutas de intervención que orienten procesos de asimilación de conocimiento. Mismos que pueden ser reconocidos, en el mejor de los casos, como expresiones de aprendizaje consolidado o, como educativamente se le llama, aprendizaje significativo. Entendiéndose así que la asimilación de conocimiento es un proceso biológico con mediación social (o cultural, si se quiere). Cuando de conocimiento científico se trata, y se sistematiza intencionalmente con asimilación consistente, se expresa un aprendizaje en forma de verbalización del discurso científico y el desarrollo de habilidades (cognoscitivas, motrices y hasta del propio pensamiento).

Lo que se plantea teóricamente es que tanto profesores como alumnos pueden acceder a un tipo de información estructurada teóricamente de manera semejante a como, asume el cognitivismo, se relacionan ideas (conceptos) entre sí para establecer redes cognitivas que devienen en lo que denominamos comprensión (Cherrier *et al*, 2006: 404). Cuando los sujetos intervinientes en el proceso formativo logran regular un flujo informativo con esas características es factible hablar de construcción de conocimiento. Lo anterior en razón de lo que teóricos del constructivismo (Ausubel *et al*, 2000; Pozo, 2002) señalan como el logro de aprendizajes significativos o asimilación de conocimiento (según la teoría consultada).

A Manera de conclusiones

Dentro de estos mecanismos comentados no es menor la importancia de la interacción entre sujetos y objetos: relaciones profesor-alumno, alumno-alumno, sujetos-textos, sujetos-problemas. Este contexto está muy cercano a la Zona de Desarrollo Próximo de Vygotski (Tormölen *et al*). De esa forma, el conjunto de factores operativos, alrededor de la intervención

docente, adquieren relevancia formativa en la enseñanza de las ciencias. La coincidencia teórica entre teoría cognitiva y teoría constructivista posee suficiente evidencia. Eso permite afirmar que la sistematización de la intervención docente tiene la fortaleza mínima requerida para que los demandantes de información puedan acceder a ella, jerarquizarla y, consecuentemente, construyan su propio conocimiento. Pero, sin duda, lo anterior exige esfuerzo interpretativo intencional del significado de ambas corrientes teóricas, por parte de los profesores por lo menos. Ello tendrá que aterrizar en la puesta en práctica de estrategias operativas. Éstas, que más que innovar aspectos didácticos o tecnológicos educativos requieren diseños sistemáticos de intervención que prioricen el manejo jerárquico de conocimientos como se describe arriba.

Actualmente hay abundantes argumentos y propuestas que auxilian a la puesta en práctica de estrategias constructivistas en la educación. Dentro de ellas sobresalen los mapas conceptuales, mapas mentales, resolución de problemas, interacción en línea (García *et al*, 2008, Tormölen *et al*, 2008: 71, del Valle y Curotto, 2008: 467).

La investigación educativa con apoyo teórico biológico también tiene cabida. Por ejemplo, los estudiantes del nivel superior, especialmente quienes se forman en el área biológica recurren a la asimilación cognitiva con fuerte carga visual. Las imágenes juegan un papel relevante en su formación.

Resulta factible así, entre otras intervenciones indagatorias, la identificación de la búsqueda visual (BS). Ésta permite identificar la capacidad visual para el aprendizaje y su desarrollo durante un proceso formativo en específico. Los fundamentos de su aplicación son biológicos pero su operación es de orden psicológico (medición de velocidad de identificación de dígitos) (Gil-Gómez y Botella, 2010).

Se ha realizado ya un estudio sobre valoración de cambio cognitivo para conceptos de Microbiología en estudiantes de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Torres, 2012). Otro estudio sobre conceptos fundamentales de Bioquímica (Glucólisis) en la Facultad de Biología de esta misma universidad ya ha sido concluido (Torres, 2011). Ambos apuntan a la aplicación práctica de los fundamentos neurobiológicos y constructivistas referidos aquí. Ello evidencia la factibilidad práctica de incorporar científicamente estas construcciones teóricas en beneficio de la educación.

Referencias

- Aguilar AMA** (2004) Chomsky la gramática generativa. *Revista Digital Investigación y Educación*, 7(3). Consultado el 05 de septiembre de 2012 en: http://www.csub.edu/~tfernandez_ulloa/spanishlinguistics/chomsky%20y%20la%20gramatica%20generativa.pdf
- Alison RP, Shrager Y, Dudukovic, NM & Gabriel JDE** (2004) Hippocampal Contribution to the Novel Use of Relational Information in Declarative Memory. *Hippocampus*, 14: 148-152.
- Ausubel DP, Novak J y Hanesian H** (2000) *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Cherrier MM, Cañal P y Rodrigo VM** (2006) Las concepciones de los estudiantes sobre la fotosíntesis y la respiración: una revisión

sobre la investigación didáctica en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la nutrición de las plantas. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 24(3): 401-410.

- Del Valle CM y Curotto MM** (2008) La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje, 7(2). *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1): 463-479. Consultado el 29 de septiembre de 2012 en: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART11_Vol7_N2.pdf
- Díaz JL** (1998) El retorno de la conciencia. En de la Fuente R y Álvarez LFJ (eds.), *Biología de la mente*. México: CFE.
- García Cabrero B, Márquez L, Bustos A, Miranda GA y Espíndola S** (2008) Análisis de los patrones de interacción y construcción del conocimiento en ambientes de aprendizaje en línea: una estrategia metodológica. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(1). Consultado el 03 de octubre de 2012 en: <http://redie.uabc.mx/vol10no1/contenido-bustos.html>
- Gil-Gómez de LB y Botella J** (2010) Effects of memory load on visual search. *Psichotema*, 22(4): 725-731.
- Pozo JI** (2002) *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- Prado ARA** (1991) Fisiología del aprendizaje y la memoria. En Ninomiya JG (ed.), *Fisiología humana: Neurofisiología*. México: El Manual Moderno.
- Sánchez M** (2002) La investigación sobre el desarrollo y la enseñanza de las habilidades de pensamiento. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 4, (1). Consultado el 12 de septiembre de 2012 en: <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-amestoy.html>
- Shohamy D y Wagner AD** (2008) Integrating Memories in the Human Brain: Hippocampal-Midbrain Encoding of Overlapping Events. *Neuron*, 60: 378-389.
- Tormölen GS, Auth MA y Auler D** (2008) Contribuições de Freire e Vygotsky no contexto de propostas curriculares para a Educação em Ciências. *Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1): 63-85. Consultado el 29 de septiembre de 2012 en: http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART4_Vol7_N1.pdf
- Tapia R** (1998) Comunicación interneuronal. En de la Fuente R y Álvarez LFJ (eds.), *Biología de la mente*. México: CFE.
- Torres OS** (2011) Valoración estadística de cambio cognitivo en estudiantes de Biología, usando los conceptos fundamentales de la Glucólisis. *Revista de Educación Bioquímica*, 30(4): 149-155.
- Torres OS** (2012) *Rasgos de comprensión de conceptos de Microbiología en estudiantes universitarios*. Memorias del 7º Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación: Morelia, Octubre de 2012.