

Fundamentación inicial de la informática¹ y la ciencia cognitiva²

Initial rationale of computer and cognitive science

Fondamento iniziale dell'informatica e la scienza conoscitiva

*Lira Isis Valencia Quecano**

Artículo de reflexión

RESUMEN

Abordar los inicios de la informática lleva también a tocar las bases de la ciencia cognitiva, comprendiéndola como el conjunto de saberes interdisciplinares que han aportado para el entendimiento del comportamiento neuronal y su reflejo en los procesos mentales. De esta manera, se tiene que los acercamientos iniciales sobre las propiedades de la mente, se inician en el siglo XVII, (Maldonado, 2007), propiciando la base para lograr interpretar las funciones cerebrales y con ello generar un amplio camino para la experimentación mental. Con la oportunidad de profundizar en este aspecto se observa como el estudio de la cognición ha permitido el desarrollo en los campos de la matemática, la computación, la psicología, la neurofisiología, la interactividad y la virtualidad.

Palabras clave: ciencia cognitiva, procesamiento, información, interactividad.

¹ La Informática es una disciplina científico tecnológica encargada de estudiar la estructura, comportamiento e interacciones de los sistemas computacionales naturales o artificiales. (Barchini, 2006).

² La Ciencia Cognitiva es una disciplina creada a partir de una convergencia de intereses entre los que se persiguen el estudio de la cognición desde diferentes puntos de vista. Su meta es comprender los principios de la conducta cognitiva e inteligente, permitiendo una mejor comprensión de la mente humana, de la enseñanza y el aprendizaje de las habilidades mentales y el desarrollo de aparatos inteligentes que puedan aumentar las capacidades humanas de manera importante y constructiva. Norman (2001) citado por Iglesias (2006).

* Psicóloga, trabaja actualmente en la Fundación Universitaria Cervantina San Agustín, en la dirección del Programa de Psicología en la Fundación Universitaria Cervantina San Agustín.

Recibido: 05-04-16 // Aprobado: 01-10-16

ABSTRACT:

Addressing the beginnings of computer science takes also to cover the foundations of cognitive science, understanding it as a set of interdisciplinary knowledge that has contributed to the understanding of neuronal behavior and its reflection in mental processes. That way, it is known that the first approaches to mind properties start in the XVII century, (Maldonado, 2007), fostering the basis to get to interpret the brain functions and thus generating a wide path to mental experiment. Given the opportunity to go deep into this aspect, it is evidenced how the study of cognition has led to the development in the fields of Mathematics, Computer studies, Psychology, Neurophysiology, Interactivity and Virtuality.

Key words:

Cognitive science, processing, information, interactivity.

RIASSUNTO:

Affrontare gli inizi dell'informatica porta pure a toccare le basi della scienza conoscitiva, capirla come l'insieme di saperi interdisciplinari che hanno contribuito alla comprensione dell'atteggiamento neurale ed i loro riflessi nei processi mentali. In questo modo, si considera che gli avvicinamenti iniziali sulle proprietà della mente, hanno inizio nel secolo XVII, (Maldonado 2007), propiziando la base per riuscire ad interpretare le funzioni cerebrali e con quello generare un ampio sentiero per la sperimentazione mentale. Con l'opportunità di approfondire in questo aspetto, si osserva come lo studio della cognizione ha permesso lo sviluppo nei campi delle matematica, l'informatica, la psicologia, la neurofisiologia, interattività e la virtualità.

Parole chiavi:

scienze cognitive, accesa, informazione, interattività.

INTRODUCCIÓN

Los primeros acercamientos del hombre por querer ahondar más sobre las propiedades de la mente, se inician en el siglo XVII, como lo manifiesta Maldonado (2007), filósofo y teórico del diseño. Este se concibe como un momento en el que cobran importancia los problemas relacionados con el entendimiento humano, con la memoria y con la identidad, abordados éstos por John Locke, quien confiere especial relevancia al fenómeno *memoria* como factor diferencial junto con la conciencia, entre el ser humano y el animal.

Con este horizonte, importantes experimentos sobre la mente se llevaron a cabo en siglos pasados, en que los científicos, en su afán de hacer viable una manera de replicar la memoria humana y otros atributos propios de los seres humanos, de manera legítima o no, idearon lo que Maldonado (2007), denominó la *moda de la filosofía quirúrgica* o el *bisturí de la metafísica*.

Esta tendencia estuvo fundamentalmente dirigida por filósofos ingleses y americanos, e incluyó, además de estudios serios, la propuesta, por demás *macabra*, –no solamente al decir de Maldonado (2007), sino a los ojos propios del ser humano del común–, de realizar el trasplante cerebral, parcial o total, de una persona a otra, tal como fue propuesto por Robert White, neurocirujano de la Case Western Reserve University de Cleveland, que trabajó como consultor científico de bioética para el Papa Juan Pablo II, manifestando pleno convencimiento de que después de una cirugía de trasplante de cabeza todo quedaría como antes en el individuo trasplantado.

En estudios sobre la exploración de la existencia de la memoria humana, y su funcionamiento en el cerebro, varios científicos y filósofos, entre 1885 y 1905, llegaron a la conclusión primero, que ésta es un proceso y no un objeto y segundo que no existe una única memoria sino múltiples memorias parciales. En su decir, plantearon

que la memoria humana total está conformada por varias memorias particulares y que los procesos asociados a la memoria, son operaciones que integran, distribuyen e involucran complejas interrelaciones por parte de los circuitos neuronales.

Algunos otros hechos significativos ocurridos de manera fundamental en el pasado siglo XX, se constituyeron en hitos históricos en lo referente al cambio de paradigmas relativos al enfoque filosófico y científico de la nueva ciencia de la cognición (Gardner, 1988), o a la perspectiva de la interpretación de las funciones cerebrales y la experimentación mental (Maldonado, 2007). Estos valiosos aportes interdisciplinarios apoyaron la cimentación del acelerado cambio científico, tecnológico y técnico, informático y comunicacional del siglo XX, que trajo como consecuencia la evolución de los procesos en el acceso a los saberes y en la apropiación del conocimiento y la cultura, a finales del siglo pasado y en el nuevo milenio.

De hecho, esas radicales transformaciones se concretaron durante la centuria anterior, considerada el siglo de los mayores y más acelerados descubrimientos, invenciones e innovaciones científicas, tecnológicas, técnicas, y posturas humanistas-ecológicas y socio-políticas y se han venido perfeccionando a inicios del tercer milenio.

Como resultado de lo anterior, se ha logrado, entre muchos avances destacables, el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación –TICs–, que han ocasionado, como resultados palpables, incesantes creaciones y prácticas sociales que tienen lugar en los diversos entornos del ser contemporáneo y del quehacer cotidiano. En ese complejo ámbito, se ha generado, paralelamente, un impacto trascendental sobre la educación universal en todas las modalidades y niveles formales; en la formación para el trabajo y el desarrollo humano; así como en la educación informal. En esa transformación social globalizada, cualitativamente diferente a la de las etapas históricas anteriores, se destaca la participación e influencia de diversas disciplinas que, a través de los años, han unido esfuerzos para producir grandes avances en la ciencia cognitiva, en la informática, en la cultura, en las comunicaciones y en la educación.

Se plantean a continuación las contribuciones más relevantes realizadas por teóricos pertenecientes a diferentes disciplinas del saber, que de manera interdisciplinaria permitieron la fundamentación de la ciencia cognitiva, la informática y sus derivados como la cibernética, la inteligencia artificial y la robótica, entre otros.

EN LOS CAMPOS DE LA MATEMÁTICA Y LA COMPUTACIÓN

De los aportes iniciales en el área de las matemáticas se hallan los desarrollados por el alemán Gottlob Frege (citado por Iglesias, 2006), quien llevó a cabo la creación de una nueva forma de lógica, basada en la manipulación de símbolos abstractos, a la que denominó lógica de predicados, que consistía en asignar valores de falso o verdadero a cierta proposición, generando un cálculo algebraico. Sin embargo, el modelo lógico empleado presentaba algunas inconsistencias que el mismo Frege reconoció.

Luego se manifestaron, los avances de Bertrand Russel y Alfred North Whitehead para reducir la aritmética a las proposiciones de la lógica elemental, postulando la “Principia mathematica”. Este trabajo consiguió la consistencia que Frege buscaba para resolver las paradojas de su sistema; no obstante, utilizaba razonamientos que no se concebían del todo lógicos, generando inquietud respecto a la validez de la consistencia de los sistemas lógicos (Iglesias, 2006).

Los anteriores elementos sirvieron de base para las aplicaciones realizadas por Alan Turing, en la creación, demostración práctica y prueba de una máquina computadora que fue ideada buscando adelantar todo tipo de cálculos y ejecutar cualquier tarea programada previamente, mediante pasos explícitos expresados en un código binario (ceros y unos), a la que denominó función computable.

La “Prueba de la máquina de Turing” y su teorema, estaba basada en la idea de que era posible programar este tipo de mecanismos, de tal manera que nadie diferenciara sus respuestas a un interlocutor, de las que pudiera dar un ser humano. Esto permitió, *primero*, abordar el problema decisorio (problema del detenimiento), perteneciente a la metamatemática, concluyendo en la no existencia de un algoritmo

que lograra resolver el problema decisorio. *Segundo*, inspiró la construcción del computador digital de propósito general, dando origen a la disciplina científica y a la tecnología de la informática. Y, *en tercer* lugar, a lo largo de los años ha permitido a los científicos cognitivistas la construcción del modelo más útil para el desarrollo de posteriores investigaciones en materia de ciencia cognitiva (Barchini, 2006).

Por otro lado, John Von Neumann, basado en las ideas de Turing, previó la creación de un programa almacenado en la memoria de la computadora, de tal modo que no tuviese que ser reprogramada para ejecuciones repetidas, lo que llevó a ejecutar el proyecto de construcción del primer ordenador de propósito general, el EDVAC. Centrarse en la elaboración de la máquina propició que Neumann, realizara comparaciones con la estructura del sistema nervioso, centrándose en el concepto de las neuronas como elementos de un autómata corporal de acuerdo con Iglesias (2006)

EL SIMPOSIO DE HIXXON

El Simposio de Hixxon, celebrado en septiembre de 1948, fue uno de los primeros eventos científicos que congregaron expertos que estuvieran adelantando temas sobre la inteligencia, la cognición y la conducta humana desde diferentes disciplinas y enfoques experimentales. En este Simposio el tema central tratado fue “Los mecanismos cerebrales de la conducta”, con el cual se pretendía obtener explicaciones creíbles sobre como controlaba el sistema nervioso la conducta humana. Como conclusión, contrario a lo esperado, los investigadores invitados confrontaron las explicaciones mecanicistas de la conducta y la actividad humana, estableciendo una ruptura epistemológica con el paradigma conductista, que hasta entonces se había adueñado de la fundamentación científica y la investigación en los campos de la psicología y la educación. En especial, se destacaron las siguientes intervenciones (Iglesias 2006):

- a) El ya mencionado matemático John Von Neumann, quién hizo alusión a la analogía entre la recién inventada computadora y el cerebro, cuyo estudio y el de los procesos mentales había sido dejado de lado por los conductistas, centrados en la observación del comportamiento humano y en su explicación mecanicista.

En cuanto a sus aportes, Neumann presenta la complejidad de los autómatas en el que plantea cómo la dinámica cerebral es más lenta que el computador, pero presenta una mayor cantidad de conexiones complejas en paralelo, así como la dificultad en identificar el tamaño y organización que debe tener el cerebro para poder asumir un determinado proceso mental.

- b) El matemático y neurofisiólogo Warren McCulloch, cuya intervención versó sobre la manera en que el cerebro procesa la información, estableciendo analogías entre el funcionamiento del sistema nervioso y los procesos lógicos que desarrolla el ser humano para percibir el mundo. McCulloch, observó la similitud entre las operaciones lógicas expresadas con los valores falso o verdadero y la forma en que las conexiones neuronales transmiten o no la corriente electroquímica.

En su valoración de este especial evento, Howard Gardner (1988) señala:

Estas ideas, –estos datos de entrada claves para los esfuerzos contemporáneos de la Ciencia Cognitiva– ya eran bien conocidos por los participantes en el Simposio de Hixxon y otros estudiosos que intervinieron en los primeros empeños concertados para fundar la Ciencia Cognitiva en las décadas del cuarenta y cincuenta (p. 66).

EN EL CAMPO DE LA PSICOLOGÍA

Teniendo en cuenta a Iglesias (2006), el psicólogo Karl Lashley, también invitado al Simposio de Hixxon, puso en tela de juicio, por primera vez en un escenario académico, el “*dogma*” conductista y, en particular, la explicación del orden serial de la conducta que estaba fundamentado en la aplicación positivista del método científico al campo de lo social. (Los conductistas sostenían que todos los individuos no actuaban basados en sus propias convicciones, razonamientos, motivaciones y propósitos, sino que respondían exclusivamente a los estímulos del medio, al cual estaban condicionados por el arco reflejo y, por tanto, su educación no debería ser otra cosa que un

debido acondicionamiento, mediante estímulos que suscitaban las respuestas comportamentales previstas por quienes fijaban los objetivos educacionales-comportamentales).

Dentro de los postulados realizados por Lashley, se encontraba que el sistema nervioso estaba constituido por unidades permanentemente activas, organizadas en forma jerárquica, ubicando la función de control en el centro, más que en la periferia.

Lashley enfatizó en que para lograr avances en el estudio analógico del cerebro y las computadoras era necesario investigar los procesos y problemas del lenguaje humano como actividad cerebral. Igualmente, que se requería superar la visión conductista, centrándose en la profundización del conocimiento sobre las operaciones mentales complejas que no admiten la posibilidad de la explicación serial de la conducta, cuando se desarrollan operaciones mentales que implican la simultaneidad en la producción de ideas, la ejecución de tareas y otras labores cerebrales y neurológicas paralelas.

DESDE LA NEUROFISIOLOGÍA Y LAS MATEMÁTICAS: PLANTEAMIENTO DE LA RED NEURONAL Y SU REPRESENTACIÓN MEDIANTE PROCESOS LÓGICOS

Años más tarde, Warren McCulloch y el especialista en lógica matemática Walter Pitts, demostraron que las operaciones de las neuronas y la sinapsis con otras células, que constituyen la red neuronal, pueden ser representadas a través de modelos lógicos.

Los nervios eran equiparables a enunciados lógicos, y su propiedad de ser o no activados (“todo o nada”) era comparable a las operaciones de cálculo proposicional, donde un enunciado es bien, falso o verdadero. Según este modelo, una neurona era activada, y a su vez, activaba otra neurona, del mismo modo que un elemento o proposición de una secuencia lógica puede implicar alguna otra proposición. Así, ya se tratase de enunciados lógicos o neuronas, la entidad A mas la entidad B puede implicar la entidad C. Además, era verosímil establecer una analogía entre las

neuronas y la lógica en términos de electricidad, vale decir, con referencia a señales que pueden o no pasar a través de un circuito (Heims, 1980, p. 33).

Sobre la base de las incipientes ideas y demostraciones señaladas, los inventores de la época se centraron en posibles desarrollos de la maquina de Turing, combinando los conocimientos sobre la red neuronal y su principio de “todo o nada” y la emulación de las operaciones del cerebro humano para construir una computadora que pudiera materializar procesos previstos, aplicando los principios de la lógica.

Según Von Neumann, citado por Bernstein (1981), la demostración de McCulloch y Pitts permitía inferir que “Todo lo que pueda describirse (previamente) de manera exhaustiva e inequívoca es materializable (transmisible, ejecutable) mediante una red neuronal finita adecuada” (p. 44).

LA APARICIÓN DE LA CIBERNÉTICA

La colaboración entre el matemático Norbert Wiener –experto en servomecanismos y procesos de retroalimentación, autocorrección y autorregulación mecánica y humana– y el pionero del desarrollo de las computadoras Vannevar Bush, condujo al primero de ellos a considerar que los avances científicos y tecnológicos de entonces permitían establecer analogías y congruencias entre el sistema nervioso y la creación artificial de un sistema de conexiones lógicas.

Sus aportes en coautoría con Rosenblueth y Bigelow expusieron la idea de que los problemas de la ingeniería de la comunicación y la ingeniería del control eran inseparables, y que los mensajes podían ser transmitidos por el sistema nervioso al igual que por medios eléctricos o mecánicos. Vislumbraron, igualmente, que las máquinas que tuvieran retroalimentación podrían perseguir metas, calcular las diferencias entre metas y desempeños efectivos reduciendo tales diferencias. Posteriormente, Wiener publicó su libro *Cibernética*, en el que destaca los paralelismos entre la comunicación neuronal de los seres vivos y el funcionamiento de las máquinas computadoras, denominando “cibernética” a todo el campo de la teoría del control y la comunicación en las máquinas y los seres vivos.

Iglesias (2006), considera que el término cibernética lo toma Wiener del griego, que significa timonel, como un ejemplo de sistema autorregulado formado por el timonel y la nave, ya que el timonel permite corregir el rumbo en función de sus variaciones teniendo en cuenta el objetivo.

LA TEORÍA DE LA INFORMACIÓN

Después de haber observado que se podían aplicar los principios de la lógica para describir los estados de “encendido” y “apagado” de las llaves de relés electromecánicas utilizables en las computadoras, el ingeniero electricista Claude Shannon planteó que los circuitos eléctricos existentes en esas máquinas podían abarcar operaciones fundamentales similares al pensamiento humano.

Más tarde, en colaboración con Warren Weaver, Shannon pudo establecer la noción clave de la teoría de la información, es decir, el bit (*binary digit*), concepto de unidad básica de información, o cantidad de información requerida para seleccionar un mensaje entre dos alternativas igualmente probables.

Su postulado “*La información es información, no es materia, ni energía*”, hizo que ésta pudiera concebirse independientemente de los dispositivos para su transmisión. De otra parte, permitió a los psicólogos pioneros de la ciencia cognitiva explorar los procesos mentales involucrados en el ejercicio del pensamiento, la inteligencia y la comunicación de mensajes.

EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN Y LA EXPRESIÓN ESCRITA DEL PENSAMIENTO EN LA ACTUALIDAD

Teniendo en cuenta todo el proceso científico para la comprensión interdisciplinar de los procesos mentales y su relación con las máquinas, tanto la informática como la psicología cognitiva plantean, como punto de encuentro, que tanto la programación de los computadores, como la solución de problemas en el ser humano, pertenecen al género SPI o Sistema de Procesamiento de Información, al ser ambos sistemas que procesan símbolos como lo sugiere Miquel – Verges (2006) (Figura 1).

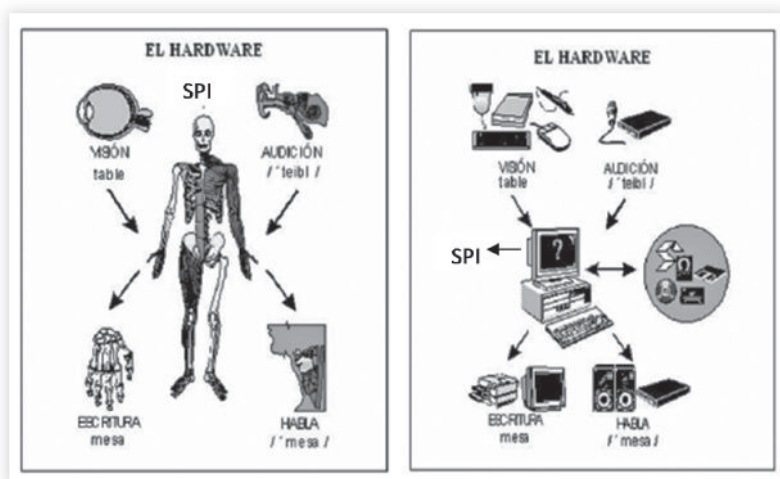


Figura 1.

Comparación entre el hombre y la computadora como sistemas de procesamiento de información.

Datos obtenidos de Miquel - Verges (2006)

Aunque el trabajo conjunto entre la psicología cognitiva y la informática ha generado puntos de convergencia, la ciencia cognitiva no pretende ser determinista en la explicación de las funciones cerebrales y, de hecho, se plantean algunas diferencias entre el funcionamiento del cerebro y la analogía que ha sido aplicada a la explicación de la máquina computadora.

De acuerdo con Barchini (2006), las computadoras no pueden pensar en abstracto, función netamente humana; así como la manipulación de datos que la máquina realiza no contienen significado, pues estos datos son de índole cualitativa y requieren de una mente que los interprete. Igualmente, desde una perspectiva semántica, los símbolos arbitrarios que maneja un computador son simples señales que conducen a acciones, no son elementos de conocimiento ni de comprensión, como los verdaderos símbolos manejados por el ser humano.

No obstante, y aunque las máquinas aún presentan obstáculos como el no reconocimiento de objetos y el no entendimiento de los significados en el lenguaje, en la actualidad, la rama de la ciber-

nética que estudia la inteligencia artificial busca que las máquinas reproduzcan cada vez más el proceso inteligente, propiciando una interface continua entre máquinas y humanos, y el refinamiento de las capacidades propias de la mente humana, con la utilización del computador como herramienta de trabajo.

Referente a tal retroalimentación, Maldonado (2007) presenta como ejemplo el desarrollo gradual de la escritura, entendida como una habilidad adquirida mediante una práctica de aprendizaje en la cual los procesos cognitivos participan de manera importante. Siendo habilidad aprendida, la escritura ha sido susceptible a la influencia directa ejercida por las invenciones, descubrimientos, tecnologías y técnicas disponibles en el entorno social.

Se ha llegado a apreciar que el instrumento puede condicionar el resultado final de la escritura, de acuerdo con el grado de manejabilidad, adaptabilidad y precisión en su utilización por parte del usuario. Lo anterior ha conducido a algunos autores a concluir que existe una fuerte correlación entre el modo de pensar y actuar y el tipo de instrumento usado en la transcripción escrita de las ideas. Así, el cambio de la escritura manual a la escritura mecánica y más tarde a la escritura electrónica ha conllevado cambios implícitos surgidos de la forma de realizar los procesos diferenciados al escribir, de la manipulación de la nueva técnica o tecnología de escritura y como resultado de la transformación de los paradigmas inmersos en la práctica.

Al respecto, Maldonado (2007) cita las siguientes palabras de Nietzsche, primer filósofo en utilizar la máquina de escribir:

Un artículo del diario de Berlín sobre mi vida genovesa me ha divertido, ni siquiera han olvidado la máquina de escribir. Esta máquina es delicada como un cachorro, da mucha ansiedad, y alguna diversión. Ahora mis amigos deben inventarme una máquina para leer: de lo contrario estoy retrasado con respecto a mí mismo y no puedo alimentarme lo suficiente” y anota “el instrumento que usamos para escribir colabora con nuestros pensamientos” (p. 44).

INTERACTIVIDAD Y VIRTUALIDAD

Por último, dentro de los productos más destacados de la cibernética y la inteligencia artificial, se destacan la interactividad y la virtualidad, como formas de interface hombre-máquina para el procesamiento de la información y el manejo de las telecomunicaciones en todos los campos del saber, del quehacer y del ocio.

En lo referente a la virtualidad, la tecnología transforma la manera de relacionarse entre las personas. La teleinmersión propia de los mundos virtuales y la construcción de avatares, como representación física del propio ser, permiten la socialización en tiempo real con otros individuos que pueden estar en partes muy distantes del mundo.

Además, y de acuerdo con Kaku (2010), facilitan el cambio en los estilos de vida al llevar a cabo diversas actividades sólo con conectarse en la internet, estudiar en aulas virtuales, disfrutar de novedosas alternativas de entretenimiento, comprar, vender o realizar transacciones bancarias, entre otras.

Es indudable que la interacción entre investigadores filósofos, lingüistas, antropólogos, psicólogos, neurocientíficos, matemáticos e ingenieros dedicados al estudio de la inteligencia artificial a partir de los descubrimientos e invenciones referidas, dieron un vuelco a la información y la comunicación humana, al igual que al trabajo educativo, pedagógico y didáctico en la segunda mitad del siglo XX.

Igualmente, el posterior trabajo interdisciplinar facilitó acuerdos internacionales sobre los nuevos retos y contextos del III Milenio y sus alternativas fundamentadas en los nuevos pilares de la educación, en las teorías de las inteligencias múltiples, en los saberes fundamentales del siglo XXI y en los enfoques epistemológicos ecológico-humanistas que, aprovechando las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas de trabajo, propenden a la aplicación de la ciencia y la tecnología con conciencia, y al desarrollo humano, natural y social sostenible, basados en el aprendizaje significativo, con respeto por la diversidad cultural.

CONCLUSIONES

A partir de los aportes generados por los anteriores autores, se establece la necesidad permanente de reinventar y readaptar los paradigmas científicos a fin de comprender de manera diferencial y complementaria los fenómenos que rodean al ser humano y en este caso los fenómenos que contempla la misma naturaleza humana.

Igualmente se observa que comprender los fundamentos de la ciencia cognitiva permite entender el funcionamiento de la mente, haciendo énfasis en la manera en la que operan las funciones básicas de la cognición (la memoria, la inteligencia, el pensamiento, el lenguaje, entre otros).

De manera similar entender la cognición humana ha permitido su descentralización, logrando ser aplicada en escenarios técnicos y tecnológicos que van desde la computadora hasta los entornos de realidad virtual e inteligencia artificial.

Así mismo destaca el trabajo interdisciplinar que confluye en ampliar el entendimiento de los procesos cognitivos, generando un flujo de retroalimentación que permite el aporte sustancial a la ciencia cognitiva a la vez que aumenta los conocimientos propios de las disciplinas participantes como sucede con la matemática, la psicología, la informática, la filosofía, la neurofisiología, entre otras.

Finalmente, el abordaje de la ciencia cognitiva de manera interdisciplinar no solo ha generado mayor amplitud conceptual, sino además nuevas exploraciones en entornos aplicados como es el caso del neuromarketing que de acuerdo con Valdez (2014), se comprende como el estudio del procesamiento de la información, el manejo de las emociones entre otros procesos cognitivos, relacionados con la mejora de procedimientos de mercadotecnia en las empresas o el caso de la neuroeducación que en términos de Codina (2015), se entiende como el escenario para profundizar en cómo funciona el cerebro del aprendiz, permitiendo con ello el diseño de estrategias y materiales pedagógicos que faciliten el éxito de quien aprende.

REFERENCIAS

- Barchini, G. (2006). Una disciplina bio-psico-socio-tecno-cultural. *Revista Ingeniería Informática*, Edición 12. 2006, p. (12) 22-28.
- Bernstein, J. (1981). *Profiles: Marvin Minsky and Artificial intelligence*. New York.
- Codina, M. (2015). *Neuroeducación en virtudes cordiales. El mejoramiento humano: avances, investigaciones y reflexiones éticas y políticas*. México: Editorial Comares.
- Gardner, H. (1988). *La nueva ciencia de la mente. Historia de la revolución cognitiva*. Barcelona: Paidós.
- Heims, S. (1980). John. Von Neumann and Norbert Wiener. Cambridge: MIT press.
- Iglesias, L. (2006). *La ciencia cognitiva. Introducción y claves para su debate filosófico*. Trabajo de Investigación. Universidad de Navarra. Navarra: Universidad de Navarra.
- Kaku, M. (2010). *Visiones del Futuro*. History Chanel.
- Maldonado, T. (2007). *Memoria y conocimiento. Sobre los destinos del saber en la perspectiva digital*. Barcelona: Cibercultura. Gedisa Editorial.
- Miquel - Verges, J. (2006). La teoría de la computación y la ciencia cognitiva: atascos y barreras cognitivas en el proceso de adquisición de conocimientos de informática aplicada a la traducción. *Ciencia y Cognición*, (9) 22-28.
- Valdez, A. (2014). Neuro-Marketing Político. Obtenido de <http://mexicanadecomunicacion.com.mx/rmc/2014/01/20/neuro-marketing-politico/>