



Enero 2018 - ISSN: 1988-7833

## **REFLEXIONES PRELIMINARES DESDE LA CIENCIAS COGNITIVAS Y LA CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN COMO FUNDAMENTO DE GENERACIÓN DE ARTEFACTOS SOFTWARE**

### **Preliminary reflections from Cognitive Sciences and Computer Science as the foundation of educational software artifacts construction**

**Sonia I. Mariño**

Universidad Nacional del Nordeste

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Departamento de Informática

9 de Julio 1449, Corrientes, Argentina

[simarinio@yahoo.com](mailto:simarinio@yahoo.com)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Sonia I. Mariño (2018): "Reflexiones preliminares desde la ciencias cognitivas y la ciencias de la computación como fundamento de generación de artefactos software.", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (enero-marzo 2018). En línea: <http://www.eumed.net/rev/cccs/2018/01/generacion-artefactos-software.html>

#### **Resumen**

Las Tecnologías de la Información y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento se representan de numerosos artefactos que apoyan el desarrollo de procesos, algunos se basan en las tecnologías inteligentes para modelar y simular el pensamiento humano. Este trabajo aborda un estudio transdisciplinar preliminar situando a la Inteligencia Artificial desde la Ciencias Cognitivas y la Ciencia de Computación.

**Palabras clave:** Cambio tecnológico; Investigación y desarrollo (I+D) - Inteligencia Artificial - Ciencias Cognitivas - Ciencia de Computación - artefactos software

#### **Abstract**

The Information and Communication Technologies in the Knowledge Society is manipulated to support the development of different processes. Some are based on intelligent technologies in order to model and simulate human thought. In this paper, a preliminary transdisciplinary study placing Artificial Intelligence from the Cognitive Sciences and Computer Science.

**Key words:** Technological change; Research and development (R+D) - Artificial Intelligence - Cognitive Science - Computer Science - software.

## **1 Introducción**

En este trabajo se emprende un estudio transdisciplinar orientado a establecer vinculaciones preliminares entre las Ciencias Cognitivas y la Ciencia de la Computación, siendo la Inteligencia Artificial (IA) la disciplina común entre ambas.

Lo relevante de la temática incide en que las tecnologías de la IA son ampliamente utilizadas en diferentes campos del conocimiento, siendo el educativo uno de los que mayor connotación representa en la sociedad del conocimiento. Entre algunas de las diversas aplicaciones se mencionan los software educativos, las ontologías, la web semántica y los Entornos Personales de Aprendizaje (PLE, por sus siglas en inglés).

Indagar y comprender algunas de las vinculaciones teóricas entre Ciencias Cognitivas y la Ciencia de la Computación redundan en el diseño y desarrollo de artefactos software como mediadores de procesos de aprendizajes significativos.

## **2. Metodología**

La indagación se desarrolló considerando referentes teóricos desde las Ciencias Cognitivas y desde las Ciencias de la Computación, centrándose en el modelo computacional de la mente. Este recorte lógico-metodológico se sostiene en que el eje de estudio es la Inteligencia Artificial como disciplina común entre ambas ciencias.

## **3. Resultados**

Se exponen una síntesis de las indagaciones en torno a la Inteligencia Artificial como estrategia superadora para el diseño y desarrollo de herramientas software para mediar procesos de enseñanza-aprendizaje, centrando el enfoque desde una mirada que incorpora el aporte de las Ciencias Cognitivas y de la Ciencia de la Computación

### **3.1 La Ciencias Cognitivas**

A continuación se expone una síntesis del estudio abordado como sustento teórico-metodológico para el tratamiento de la Inteligencia Artificial desde una mirada transdisciplinaria que media entre Ciencias Cognitivas y Ciencias de la Computación. Es decir, es un estudio preliminar para tratar a la Inteligencia Artificial como una estrategia para el desarrollo de software educativo.

Gardner (1987, p. 21) define a las Ciencias Cognitivas como:

*“un empeño contemporáneo de base empírica para responder a interrogantes epistemológicos de antigua data, en particular los vinculados a la naturaleza del conocimiento, sus elementos componentes, sus fuentes, evolución y difusión.”*

Las Ciencias Cognitivas surge de la intersección de disciplinas —tanto teóricas como empíricas—, las cuales aportan en referencia a los procesos cognitivos. La Filosofía, Psicología

Cognitiva, Lingüística, Inteligencia Artificial, Antropología y Neurociencia, conformando el Hexágono Cognitivo introducido por Howard Gardner (1985). Éste describe las interrelaciones de los seis campos científicos que la constituyen, y adopta posturas intermedias y conciliatorias entre estos (Gardner, 1987; Norman, 1987; Samaja, 2006).

Entre ellas se establecieron vínculos interdisciplinarios, algunos fuertes y otros débiles. Se identifican los siguientes: de la Psicología y la Lingüística con las demás ciencias; de la Filosofía con la Psicología y la Lingüística; de la Antropología con la Lingüística, la Psicología y la Neurociencia; de la Neurociencia con todas, excepto con la Filosofía; y de la Inteligencia Artificial con todas, excepto con la Filosofía y la Antropología.

Por su parte, Martínez-Freire (1995, p. 56) distinguió entre las disciplinas que constituyen el núcleo de la CC, como son la Psicología Cognitiva y la Inteligencia Artificial, y aquellas implicadas de manera instrumental.

Gardner (1985) consideró que la Ciencias Cognitivas se constituyeron a partir del recorte teórico-metodológico de su objeto de estudio —la mente—, excluyendo factores afectivos, emocionales, históricos, culturales, sociológicos y contextuales.

Históricamente, la CC surge con los aportes visibles de la Inteligencia Artificial, mediados por las computadoras. Su desarrollo se vincula a la Teoría del Procesamiento de la Información, al Modelo Computacional de la Mente. Es decir, cuando es posible modelizar y simular algunos procesos cognitivos mediante la utilización de artefactos construidos por los humanos, o encontrar un sistema formal de tipo computacional lo más similar posible para emular cómo opera la mente.

En el año 1948, se celebró el Simposio “Los Mecanismos Cerebrales en la Conducta”, en Padena, y patrocinado por la Fundación Hixon. Von Neumann presentó la analogía entre el computador y el cerebro humano. Por su parte, McCulloch disertó respecto a cómo el cerebro humano procesa información. Además, Lashley estableció que la conducta procede del interior del organismo, no siendo impuesta por el exterior (Martínez-Freire, 1995, p. 54, citando a Gardner, 1985).

En el año 1956, en el Simposio sobre Teoría de la Información o Simposio de Darmouth, realizado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, las CC se conforman como tal. Organizado por John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon, se presentaron los inicios del proyecto de la IA vinculado con la Psicología Cognitiva (PC), donde se expusieron abordajes prácticos (Riviere, 1991; Gardner, 1985). En la década de 1970 la creación de una sociedad científica de investigación cognitiva y una revista, consolidaron su constitución (Martínez-Freire, 1995).

Norman (1987) estableció que el aspecto crítico de la Ciencias Cognitivas es la búsqueda de la comprensión de la cognición, sea ésta real o abstracta, humana o mecánica. Su meta es comprender los principios de la conducta cognitiva e inteligente. Thagard (1998) sostuvo que su propósito principal es explicar cómo se piensa.

Samaja (2006) estableció tres etapas en la Ciencias Cognitivas: i) la cognición pura, la cognición entrañada, iii) el paso de la disciplina a la transdisciplina. Éstas se sintetizan a continuación.

La primera o la “cognición pura”, se identifica con el surgimiento de la computadora. Newell y Simon (1972) establece que estas disciplinas se centraron principalmente en los sistemas de procesamiento de la información. Por ello se pueden citar como antecedentes el Simposio de 1948 y los trabajos expuestos en el Simposio del Colegio de Dartmouth en el año 1956, que afianzaron su surgimiento.

La segunda, “se caracteriza por una revisión de la idea de cognición pura y el paso a la idea de la cognición vinculada a la vida” (Samaja, 2006). Implica la mente entrañada con sus condiciones simultáneas o de contorno (Clark y Chalmers, 1998).

La tercera, avanza desde el Paradigma de Procesamiento de la Información hacia una “perspectiva transdisciplinaria” para su incorporación al tratamiento de los objetos de indagación científica (Samaja, 2006).

### **3.2 La Inteligencia Artificial**

La Inteligencia Artificial surgió en el Simposio del Colegio de Dartmouth en el año 1956. John McCarthy, Marvin Minsky, Allen Newell y Herbert Simon —quienes influyeron en su desarrollo entre otros— discutieron la simulación de la inteligencia humana mediada por computadoras, con el objeto de lograr con el procesamiento de la información mayor aplicabilidad de las computadoras en las tareas realizadas por los humanos.

Newell y Simon formularon la hipótesis de los sistemas de símbolos físicos, establecieron como una computadora dispone de los medios necesarios y suficientes para emular la inteligencia humana. Sin embargo posteriormente la desmintieron.

Por ello, el intento de generar una máquina inteligente se inspiró en la mente humana como modelo (Rich y Knight, 1997; Nilsson, 2001; Norman, 1987; Rusell y Norving, 2004). Existen muchas definiciones referentes a la Inteligencia Artificial (Castillo et al., 1997; Nilsson, 2001; Rusell y Norving, 2004).

McCarthy en el año 1956 acuñó la expresión Inteligencia Artificial. La definió como:

*“la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cómputo inteligentes”.*

Martínez Freire (2007) trata a la Inteligencia Artificial como una ciencia híbrida, formada por la conjunción de una ciencia formal (a la que aportan la Lógica y la Matemática), la ciencia natural (por el aporte de la Física) y la tecnología (mediante los aportes de las ingenierías), constituyendo una compleja tecno-ciencia.

Thagard (2005, p.25) define a la IA “como la rama de las Ciencias de la Computación que se ocupa de los sistemas inteligentes”. Por lo expuesto, se considera de relevancia entender —a priori— a la Inteligencia Artificial en las Ciencias Cognitivas y a la Inteligencia Artificial en las Ciencias de la Computación.

### **3.3 La Inteligencia Artificial en las Ciencias Cognitivas**

Thagard (2007, p. 1005) expone que

*“En los primeros días de la Ciencia Cognitiva, la Inteligencia Artificial fue un importante contribuyente en el intento de comprender cómo la mente trabaja”.*

Para abordar la Inteligencia Artificial como disciplina tecnológica de la Ciencias Cognitivas se trata el Modelo Computacional de la Mente y los Paradigmas representacionalistas.

Dado el enfoque asumido en este trabajo, como antecedentes tecnológicos en la Ciencias Cognitivas, se menciona a dos disciplinas que surgieron en la década de 1940 y que en la actualidad se encuentran comprendidas por la Computación. Una de ellas es la "Cibernética", impulsada por Norbert Wiener y John von Neumann, y definida como la Ciencia de la Complejidad por Ashby (1976). La segunda, es la Teoría de la Información, iniciada por Claude E. Shannon y Warren Weaver. Ambas se caracterizaron por intentar explicar el funcionamiento del cerebro desde los modelos surgidos por los avances en el campo de la construcción de computadoras.

El interés del paradigma cibernético radicó en la construcción de una mente mecánica (Samaja, 2006). En sentido amplio, puede definirse que "la Cibernética pertenece a la ciencia de la pauta y la organización, es el arte de gobernar". Este término fue acuñado por André-Marie Ampere en el año 1834.

Maturana y von Foerster (1988) han sintetizado el desarrollo de la Cibernética como un proceso de tres niveles de complejidad. La Cibernética de "0 orden", implícita, la Cibernética de "1er. Orden", reflexión explicitada por Norbert Wiener en 1948. Por su parte, Maturana (1988) define la Cibernética de "2do Orden", como "reflexión sobre la reflexión de la Cibernética". Estos abordajes de la Cibernética conciben al sujeto en distintas perspectivas: mientras que en la cibernética de primer orden, o de los sistemas observados, el sujeto se sitúa en el exterior del sistema observado; en la cibernética de segundo orden, o de los sistemas observadores, se incluye al observador en el sistema observado.

### **El modelo computacional de la mente**

El objeto de estudio de la Psicología Cognitiva son los mecanismos básicos y profundos que intervienen en la elaboración del conocimiento —desde la percepción, la memoria y el aprendizaje, hasta la formación de conceptos y el razonamiento lógico—. Los tres primeros, son temas de la IA, y, el último, un mecanismo para la representación y recuperación del conocimiento de un sistema cognitivo artificial.

En el año 1950 Alan Turing, planteó la prueba denominada "el Test de Turing" (Cole, 2004-2014; Norman, 1987; Rusell y Norvin, 2004), antecedente del Modelo computacional de la mente. Considerado como el precursor de la Psicología Cognitiva del procesamiento de información y desde esa perspectiva de la IA, definió a la mente como un sistema simbólico abstracto que procesa información. Su prueba consistió en idear un sistema que automatizara información antes de la existencia real de las computadoras, por ello desconcertó a la comunidad académica dada la predominante creencia filosófica y teológica referente a que una máquina carece de pensamientos.

En el Simposio de Darmouth (1956) sobre Teoría de la Información, desarrollado en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), se formalizó el paradigma cognitivo, como sucesor del paradigma cibernético. Los científicos reunidos postularon la analogía mente-software o también denominada la metáfora del ordenador. Ésta establece la similitud entre la mente humana y los computadores, originando la Teoría de la Computación (Norman, 1987; Rusell y Norving, 2004; Samaja, 2006).

La metáfora del ordenador —como modelo teórico por excelencia en su génesis— supuso el estudio de las representaciones mentales en un nivel propio, independizado del abordaje neuro-biológico y socio-cultural (Apud, 2014), privilegiando los mecanismos relativos al procesamiento de información, y realizando una simplificación para su abordaje científico.

Por lo expuesto, este paradigma ha intentado reproducir la mente por medio de algoritmos, dado que ésta se ha considerado como estados mentales procesados en el cerebro, en analogía a los programas software ejecutados en una computadora..

El Paradigma de Procesamiento de la Información (PPI) de la Psicología Cognitiva diferencia entre IA débil e IA fuerte, propuesta formulada en el año 1984 por Searle (2000), originando una serie de posturas.

La IA fuerte ha planteado que una máquina programada adecuadamente puede entender un idioma y tener otras capacidades mentales similares a las exhibidas por los seres humanos. Es decir, argumenta que los procesos realizados por una computadora son idénticos a los ejecutados por el cerebro, y por lo tanto si éste genera consciencia, las computadoras deben ser conscientes, y capaces de razonar, imaginar, y ejecutar otras funciones cognitivas humanas (Searle, 2000; Rusell y Norving; 2004).

La IA débil ha sugerido que las computadoras son herramientas útiles para simular las capacidades mentales. Es decir, sólo emulan el razonamiento humano y únicamente actúan de forma inteligente. Por lo expuesto, sus seguidores se mantienen en que un software simula un proceso cognitivo pero no un proceso cognitivo en sí mismo, y por ello la imposibilidad de construir computadoras conscientes (Searle, 2000; Rusell y Norving, 2004).

Desde la diferenciación entre IA fuerte e IA débil, y siguiendo a Searle (2000) y Cole (2004-2014), surgió el interrogante que aún perdura: si se reproducía la mente humana en una máquina, ésta ¿sería consciente?:

Searle (1984) diseñó el test de la Habitación China para argumentar la imposibilidad de crear consciencia basada en la simulación computacional. Centró su trabajo en la distinción entre sintaxis y semántica. Para complementar su argumento definió las siguientes premisas, siendo la tercera la que sintetiza el experimento y su demostración al proponer el escenario de la Habitación China (Searle, 2000; Cole, 2004-2014; Rusell y Norving, 2004).

- Los programas son puramente formales, es decir, sintácticos.
- Las mentes humanas tienen contenidos mentales, es decir, semántica.
- La sintaxis no constituye ni es suficiente para el contenido semántico.

Este experimento se diseñó para demostrar la falsabilidad de la hipótesis de la IA fuerte, que sostiene que la computación formal con símbolos puede producir pensamiento.

La propuesta de Searle (Cole, 2004-2014) generó un debate en la comunidad, y en sucesivos trabajos, Searle refutó las críticas de otros investigadores estableciendo consistentemente que lo sintáctico no es suficiente para generar comprensión, es decir, diferencia entre sintaxis y semántica. Además de estas respuestas específicamente a la situación de la Habitación China, otros críticos han argumentado de manera independiente contra la afirmación de la carencia de semántica, es decir, de significado asignado a la manipulación de símbolos sintácticos.

A partir de la década de 1960 diversos autores propusieron un enfoque de filosofía funcionalista centrado en el análisis de los estados mentales (estados internos y relación causal con la conducta). El Funcionalismo Computacional, corriente filosófica materialista, ha concordado con la Inteligencia Artificial fuerte (Minsky 1985; Boden 1984 en Cole 2004-2014). Plantea que la mente se relaciona con el cuerpo del mismo modo que un software lo hace con el hardware, siendo por ello los estados mentales estados computacionales del cerebro. Una función o una estructura son independientes de su realización material. Es decir, las operaciones mentales podrían ser funciones computacionales (elaboración de información) capaces de realizarse de modo múltiple (realizabilidad múltiple) en diversos soportes materiales, o, en otras palabras, el software puede ejecutarse en distintos tipos de hardware. Entre algunas críticas se mencionan las enunciadas por Putnam (2001) y Searle (2004), quienes han manifestado que aun cuando un robot emula computacionalmente a un hombre, por ejemplo, en sus movimientos o en la resolución de problemas, carece de sentimientos, de intencionalidad (Searle, 2004; Cole, 2004-2014).

A modo de síntesis, se destacan los aportes de Turing y Searle. El primero abrió el camino en esta área del conocimiento e ideó un sistema que procesara datos generando información, sosteniendo la existencia de máquinas que simularan la mente humana antes de la existencia real de las computadoras. Searle se enfocó en demostrar y argumentar que los sujetos están dotados de intencionalidad, capacidad humana vinculada con el conocimiento y semántica a diferencia de las máquinas. Estas posturas y las que se sucedieron permitieron avanzar en dominios teóricos y experimentales, posibilitando el aporte transversal de las tecnologías y de la Computación en la sociedad de la información y del conocimiento.

### **Paradigmas de la Ciencias Cognitivas**

Un estrecho vínculo entre la Psicología Cognitiva y la Inteligencia Artificial, se sitúa en el modelo computacional de la mente o la metáfora mente-software, también denominado Paradigma del Procesamiento de la Información, que originó la diferenciación entre: el paradigma simbólico-computacional clásico y el paradigma conexionista, comprendidos en el enfoque representacional de las CC y el paradigma alternativo entendido desde su enfoque no representacional.

En relación con estos paradigmas, Varela (1990) expuso tres categorías relacionadas con el conocimiento. La primera, se vincula con la representación simbólica, los mecanismos de aprendizaje explícitos. La segunda, aborda los sistemas subsimbólicos y procesos cognitivos de naturaleza explícita. La tercera, presenta un enfoque de “síntesis”, conciliando las debilidades y fortalezas de las anteriores. Esta última categoría, significada en los denominados sistemas inteligentes artificiales híbridos, ha combinado los aspectos sobresalientes de las tecnologías pertenecientes a los sistemas simbólicos y subsimbólicos y ha propuesto una mejora en el procesamiento de la información. Los PLE pueden aplicar alguna de estas categorías relacionadas con la representación y el procesamiento el conocimiento para apoyar procesos de enseñanza y aprendizaje significativos.

### **3.4 La Inteligencia Artificial en la Ciencias de la Computación**

La Informática (Red UNCI, 2006; ACM, 2013) ha sido denominada como Ciencias de la Computación por la escuela estadounidense. Denning et al. (1999, p. 11) definen a la Computación como “el estudio de la representación del conocimiento y su implementación”.

La Red UNCI (2006, p. 2) define a la Computación como la disciplina que

*“comprende el estudio de procesos algorítmicos que describen y transforman a la información; estudian su teoría, análisis, diseño, eficiencia, implementación y aplicación”.*

La Ciencias de la Computación ha nacido en la década de 1940 con “la conjunción de la teoría de los algoritmos, lógica matemática y la invención de la computadora electrónica con programa almacenado.” (Red UNCI, 2006, p. 2). La pregunta fundamental subyacente en toda computación es: “¿qué puede ser automatizado (en forma eficiente)?” (Denning et al., 1999, p. 16).

Como disciplina científica, la Ciencias de la Computación abarca una diversidad de temas, desde los estudios teóricos así como la aplicación práctica para la resolución de problemas vinculados a la implementación de sistemas computacionales en hardware y software.

Como se expresó previamente, la Inteligencia Artificial tratada por la Ciencias Cognitivas y la Ciencias de la Computación— establece vinculaciones entre las mismas.

Rusell y Norving (2004) han propuesto una tipología inherente a las definiciones de la IA en función de: ¿Razonar -> Actuar? o ¿Actuar -> Razonar?. En el sentido elaborado por estos autores se consideran: i) el Razonamiento que implica la Lógica para llegar a conclusiones y ii) el Comportamiento, como acciones para llegar a objetivos. Una explicación de la caracterización expuesta por Rusell y Norving (1996; 2004) puede encontrarse también en Oporto Díaz (2008), distinguiéndose entre: Actuar como las personas, Razonar como las personas, Razonar racionalmente, y Actuar racionalmente.

Nilsson (2001) expresa que el objeto de estudio de la Inteligencia Artificial es el comportamiento inteligente en las máquinas, en este caso, la simulación de procesos de enseñanza-aprendizaje adecuados a un perfil de estudiante.

Espinosa y García Valdivia (2008) encuadran a la IA como un complemento de la computación tradicional porque ofrece técnicas para enfrentar dos clases de problemas: i) los que carecen



de un algoritmo conocido para resolverlos, y ii) los que por su dimensión hacen inaplicable algún algoritmo conocido para solución.

Por lo expuesto, los sistemas artificiales inteligentes son diseñados para resolver problemas específicos y complejos para los que se desconocen soluciones convencionales satisfactorias.

En este sentido, Simon (1990) sostiene que el número de partes y sus relaciones no es la única forma de caracterizar la complejidad. Son más complejos aquellos sistemas que presentan interdependencia entre las componentes, aquellos indecibles (indemostrables o no formalmente calculables o no deterministas), y con numerosas componentes. Considera que los seres humanos, vistos como sistemas de comportamiento, son muy simples. La aparente complejidad de su comportamiento en el tiempo representa en gran medida un reflejo del entorno en el cual se desempeñan. Establece que la complejidad depende del sistema observado y del "ojo del observador".

En Inteligencia Artificial se puede distinguir un conjunto principal de subdisciplinas identificadas como: Resolución de Problemas, Representación de Conocimiento y Razonamiento, y Aprendizaje Automático. Constituyen la base de otro conjunto de subdisciplinas "especializadas", denominadas como procesamiento del lenguaje natural, reconocimiento de habla, reconocimiento de imágenes, robótica, extracción de información, simulación cognitiva, programación lógica inductiva, entre otras (Castillo et al., 1997; Rusell y Norving, 2004).

Las áreas de investigación de la Inteligencia Artificial son tecnologías o paradigmas técnicos inspirados en la naturaleza como se mencionan en numerosos autores. Tradicionalmente, en Ciencias de la Computación, la Inteligencia Artificial se estudia desde sus paradigmas predominantes: el paradigma simbólico y el paradigma subsimbólico (Rusell y Norving, 2004; Castillo et al., 1999). En la actualidad, se evidencian avances en abordajes híbridos que adoptan en conjunto las ventajas de ambos paradigmas.

Se denotan como simbólicos aquellos artefactos vinculados con los sistemas basados en reglas y como aproximaciones numéricas, no simbólicas o inteligencia computacional aquellos que implementan la aplicación de las redes neuronales artificiales (RNA), lógica difusa y algoritmos genéticos. Siguiendo a Hopgood (2000), el campo de los sistemas inteligentes artificiales enmarca a sistemas basados en conocimiento, inteligencia computacional (soft computing) y sus híbridos.

Se adhiere a lo expresado por Peña Ayala (2006) y Espinosa y García Valdivia (2008) quienes adoptan como criterio que todo sistema que incorpora alguna tecnología de la IA, simbólica, no simbólica o híbrida es un Sistema Basado en Conocimiento (SBC). Estos autores mencionan como aplicaciones de los SBC los: Sistemas Expertos Basados en Reglas, Sistemas Expertos Basados en Probabilidades, Sistemas Basados en Casos, Redes Neuronales Artificiales, Sistemas Híbridos como una combinación de dos o más tipos de SBC, Lenguaje natural, Realidad virtual, Juegos, Robótica, Sistemas de planeación, Reconocimiento de imágenes, Traductores, Solución de problemas, Sistemas evolutivos, CAM Manufactura, Aprendizaje, Sistemas tutoriales.

Las actividades de I+D en la Inteligencia Artificial y en la Ingeniería del Software, facilitaron el desarrollo de herramientas computacionales objetivizadas en los denominados sistemas inteligentes artificiales (SIA), materializaciones software de los paradigmas de la IA y sus tecnologías, y que pueden tratarse desde la Ingeniería del Conocimiento (IC).

La Ingeniería del Conocimiento —campo de la IA vinculada a la generación de sistemas inteligentes y por ende a PLE—, se define como el conjunto de principios, métodos y herramientas que permiten obtener el conocimiento desestructurado de los expertos, y aplicar el saber científico y la experiencia en la utilización de los conocimientos y de sus fuentes, mediante construcciones útiles para el hombre (Britos; 2008, Espinosa y García Valdivia, 2008). El alcance de la Ingeniería del Conocimiento concierne a la adquisición, conceptualización, representación y aplicación de conocimientos, como una de las especialidades que necesita los métodos inteligentes artificiales (Russell y Norving, 2004). Surgió en la década de 1970 y en la actualidad se basa en métodos de la Computación y de la Información para representar el conocimiento y razonamiento humano en un determinado dominio tratado por un sistema artificial, es decir, el artefacto software.

#### **4. Conclusiones**

El estudio emprendido permite situar el abordaje de la Inteligencia Artificial desde la Ciencias Cognitiva y desde la Ciencia de la Computación. En el caso expuesto, estas indagaciones se constituyen en preliminares orientadas a la captura, almacenamiento y tratamiento de información con la finalidad de simular procesos de enseñanza-aprendizaje adecuados a un perfil de estudiante.

Estudiar la convergencia entre dos disciplinas posibilita desarrollos tecnológicos fundamentados teórica y metodológicamente, los que se traducen en artefactos adaptados a los usuarios finales. Particularmente, el estudio se sitúa en la tercera etapa de la Ciencias Cognitivas, así desde la perspectiva transdisciplinaria se propone el tratamiento de artefactos software como objetos de indagación científica-tecnológica.

#### **Referencias**

- ACM (2013): Computer Science Curricula 2013, Disponible en: <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf> [Consultado 18-04-2015]
- Aspud, I. (2014): “¿La mente se extiende a través de los artefactos? Algunas cuestiones sobre el concepto de cognición distribuida aplicado a la interacción mente-tecnología”. En Revista de Filosofía 39, 1, p. 137-161
- Britos, P. (2008): “Procesos de Explotación de Información Basados en Sistemas Inteligentes”, Tesis Presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Informáticas. Universidad Nacional de La Plata.
- Clark, A. y Chalmers, D. (1998): “The extended mind”, En: Analysis, 58, p. 7-19.

- Castillo, E., Gutiérrez, J. M. y Hadi, A. S. (1997): "Sistemas expertos y modelos de redes probabilísticas". Monografías de la Academia de Ingeniería. España: Academia de Ingeniería, p. 627.
- Cole, D. (2004, 2014): "The Chinese Room Argument", Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponible en: <http://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/> [Consultado 11-11-2016]
- Denning P. "Computer Science: The Discipline". Disponible en: <http://www.idi.ntnu.no/emner/dif8916/papers/denning.pdf> [Consultado 18-04-2015]
- Espinosa, M. L. y García Valdivia, Z. (2008) "La Inteligencia Artificial en la Informática Educativa", En: Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, 5(10), p. 11-18.
- Gardner, H. (1993): "La mente no escolarizada. Cómo piensan los niños y cómo deberían enseñar las escuelas". Barcelona: Paidós.
- Martínez Freire, P. (1995): "El Impacto de las Ciencias Cognitivas en la Filosofía del Conocimiento", Filosofía y Ciencias Cognitivas, p. 51-66.
- Maturana, H. y Von Foerster, H. (1988): "Biología, Cibernética y Comunicación", En: Seminario organizado por la Asociación Sistémica, Buenos Aires, Argentina.
- Nilsson, N. (2001): "Inteligencia Artificial. Una nueva síntesis". Ed. Mogan Kauffmann, San Mateo.
- Norman, D. A. (1987): "¿Qué es la Ciencia Cognitiva?". En: Perspectivas en Ciencia Cognitiva, Barcelona: Paidós.
- Peña Ayala, A. (2006): "Sistemas basados en Conocimiento: Una Base para su Concepción y Desarrollo". México: Instituto Politécnico Nacional.
- Red UNCI, Disponible en: <http://redunci.info.unlp.edu.ar/> [Consultado 18-04-2015]
- Rivière, Á. (1991): "Orígenes históricos de la psicología cognitiva: paradigma simbólico y procesamiento de la información". En: Anuario de Psicología, 51, p. 129-155.
- Russell, S. J. y Norving, P. (2004) *Inteligencia Artificial. Un enfoque práctico*. Ed. Mc Graw Hill.
- Samaja, J. (2006): "Las Ciencias Cognitivas como transdisciplina". En: Fundamentos teóricos de la orientación doctoral en Ciencias Cognitivas, UNNE, Resistencia, Argentina.
- Searle, J. (2000): "El misterio de la consciencia". Barcelona: Paidós
- Thagard, P. (2005): "Mind: Introduction to Cognitive Science", 2nd Edition, Ed. A Bradford Book.
- Thagard, P. (2007) "Theory and experiment in Cognitive Science", En: Artificial Intelligence 171, p. 1104–1106.