

Creatividad en los sistemas

Luis Carlos Torres Soler*

Creativity in computer systems

RESUMEN

La creatividad es una característica que pertenece al ser humano. Su implementación en un sistema artificial requiere de muchas cosas que aún desconocemos. Algunas de esas cosas deben claramente especificarse en un sistema creativo, como un sistema avanzado de percepción, una base de conocimiento empírica y procesos dinámicos para solucionar problemas de la vida real.

PALABRAS CLAVES:

creatividad, sistemas, conocimiento.

ABSTRACT

Creativity is a feature that actually belongs to the human condition. Its implementation on an artificial system requires so many things that even we do not know them all. Any way some of those things are clearly a must-have in a creative system, like an advanced perception system, an empiric based knowledge and a dynamic process for solving real life problems.

KEYWORDS:

creativity, computer systems, knowledge

* Matemático, maestría en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia. Maestría en Ciencias de la Educación de la Universidad de Sherbrooke (Canadá). Profesor del Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial de la Universidad Nacional de Colombia.

INTRODUCCIÓN

El manejo en los últimos tiempos de criterios como tecnología de punta, nanotecnología, procesos en tiempo real, inteligencia artificial, redes neuronales artificiales, *hardware* evolutivo, pensamiento complejo, entre otros, son apenas la punta del *iceberg* que denota cómo la condición humana en las últimas décadas ha logrado significativos adelantos que se suman día tras día al proceso constructivo de una sociedad del conocimiento cuyo soporte fáctico des cansa en un tipo de pensamiento tecnológico.

Todos estos paradigmas o tendencias generan preguntas como: ¿hasta dónde pueden llegar los avances científicos?; ¿se llegará a simular los procesos del cerebro humano completamente?; ¿podrán generarse computacionalmente características del cerebro humano, el proceso de razonamiento, su capacidad creativa?; ¿se generarán *software* y *hardware* que permitan hacer posible un razonamiento en las máquinas como el que realiza el ser humano?

La misma condición humana de pensante, de racional, origina que el ser humano ya no se conforme con el diseño de máquinas, objetos, computadores “bobos”, sino que canaliza cualquier experiencia para crear no sólo máquinas inteligentes, sino con creatividad. Aquí se centra la atención del ensayo, en torno a la posibilidad de definir un modelo para implementar en un computador la característica de creativo.

CREATIVIDAD

Es necesario realizar un adecuado recorrido en torno a qué considera el ser humano *creatividad*, para de esta manera crear nexos con lo computacional. Iniciemos con una aproximación desde el ámbito filosófico al problema y más exactamente desde la línea que puede brindarnos mayor número de referentes: la *hermenéutica* (disciplina de la interpretación y del conocimiento). El conocimiento es el fundamento de todo el edificio de las ciencias. El ser humano crece sobre sí mismo, es un haz de experiencias y cada nueva experiencia nace sobre el trasfondo de interpretar las experiencias precedentes. En el proceso infinito de comprender y desarrollar habilidades y capacidades, el ser humano utiliza

su creatividad. Siempre estamos aprendiendo, comprendiendo, hasta llegar al ideal que se convierta en actitud de vida y trascienda al evento cultural. El manejo de las experiencias previas en cada estado de comprensión es vital, caracterizado porque la búsqueda constata el sentido acorde con el contexto, con el espacio, con la temporalidad del texto, generando de paso una dinámica ineludible con el contexto. Heurísticamente hablando se sabe dónde está y a dónde va a llegar ese trasegar, que algunos podrían considerar a la deriva, a las condiciones de trabajo; también se acota el entorno al carácter de actos creativos.

Las ideas que configuran una tradición o cultura llevan a los prejuicios; por tanto, la interpretación de las ideas incluye su tarea inicial de no dejarse imponer nunca predisponibilidades, previsiones o preconocimiento por el azar o las opiniones comunes, sino facilitar que emerjan desde los objetos mismos, manteniendo la mirada firme en el objeto y superando todas las confusiones que provengan del exterior. Un intérprete, en general, se acerca a los textos no con actitud mental amplia, sino con su precomprensión, con sus prejuicios, presunciones y aun expectativas. Un trabajo posterior consiste en la elaboración íntegra de un proyecto en el que se visualicen procesos creativos.

La creatividad se define como la capacidad del ser humano que desarrolla innovación transformadora, viveza imaginativa, visión mental, flexibilidad y originalidad de pensamiento.

La creatividad se considera una actividad en la cual confluyen diversos criterios: espontaneidad, flexibilidad, asociatividad cognitiva y debida a la evolución, es decir, referida necesariamente a la condición humana.

Diversos autores plantean una serie de pasos para obtener eficiencia al solucionar problemas²: (1) generar ideas (ampliar los horizontes); (2) depurar las ideas (estructurar la información, cultivar su campo); (3) realizar interpretaciones y asociaciones (bombardear el problema, determinar componentes y relaciones); (4) elaborar la solución (poner en práctica el proceso de desarrollo); (5) visualizar diferentes alternativas (darle

2. Sin considerar en ningún momento que la creatividad solamente esté presente en el momento de solucionar problemas, más bien se debe visualizar en las estrategias novedosas creadas para hallar la solución y en la solución misma cuando está fuera de lo común.

empujones al entusiasmo); (6) evaluar la solución (¿es la óptima).

La creatividad se considera sinónimo de innovación, imaginación, invención, intuición y descubrimiento, es decir, la creatividad es la habilidad de dar vida (forma, crear, presentar, mejorar...) a algo. La creatividad es habilidad de comunicar lo escondido, sin temer el qué dirán, sobrepasando lo cultural. Es claro que una máquina no posee bloqueos sociales ni culturales, pero ¿cómo haría ésta para adquirir aquella experiencia que la lleve a mostrar rasgos creativos? La opción sería tener en cuenta aspectos para transformar la información y determinar aplicaciones novedosas.

MODELO

Pero centremos el interés en torno al carácter computacional. ¿Podrá involucrarse la creatividad en los sistemas? Al definir sistema como una asociación estructurada y coherente de partes constitutivas interactuantes entre sí y el todo, que deben cumplir un fin determinado, habremos de dilucidar si los sistemas pueden o no tener la condición de creativos. Y acá nos enfrentamos con la primera dificultad, ya que tanto desde la misma filosofía o desde otras disciplinas se plantea la capacidad creativa como una particularidad de la condición humana. Con este tipo de sesgo, bien limitado, obviamente no se podría avanzar demasiado. Por tanto, usando los avances alcanzados en computación y mediatizando las respuestas en inteligencia artificial, pueden considerarse los procesos y técnicas necesarias para analizar y desarrollar elementos que determinen momentos en que el computador es creativo, incluso llegar a ser inteligente. En este ensayo no se amplía la relación que existiría entre inteligencia y creatividad.

Así, al hablar de un sistema, y más si es uno creativo que ha de buscar constantemente alternativas innovadoras, así suene a perogrullo, aquél ha de facilitar desarrollos dinámicos que se repliquen a diversos niveles y en los cuales, gracias al carácter dinámico o cambiante, el sistema proveerá respuestas satisfactorias a casi cualquier problema.

Seguro es válido pensar en dotar de creatividad al computador, pero es necesario reflexionar sobre el carácter de los sistemas creativos, que obviamente ten-

drían que poseer, en gran parte, las características del ser humano esquematizadas en diferentes rutinas. El sistema poseerá con certeza bases de conocimiento y, como referente, patrones o modelos de aspectos creativos. Debe tener una *capacidad divergente*, una capacidad de *pensamiento paralelo* y, por qué no, de *pensamiento complejo*, en términos de apertura a todo lo nuevo. De esta manera el sistema podrá generar diferentes interpretaciones a los elementos de entrada. En otras palabras, será un posibilitador de nuevas situaciones; el hecho que sea del tipo divergente origina que el sistema creativo se amolde rápidamente a los cambios que se presenten en el medio, con el criterio de adaptabilidad o flexibilidad, lo cual produce cierto grado de realimentación para facilitar la adaptación y evolución. Que sea de pensamiento paralelo vislumbra que el sistema debe considerar a la vez varias alternativas de solución. Se debe buscar que el sistema estructural se diseñe con *sentido*, de manera organizada, coherente para que maximice el uso de los recursos de que dispone en pro de una respuesta adecuada y de la capacidad de integración.

Ahora bien, el objetivo es determinar un modelo, en primera instancia teórico y luego computacional, para implementar la característica creativa en un computador; esto obliga a identificar, en primera instancia, el carácter del modelo y su aplicabilidad a problemas y situaciones de diversa naturaleza. Se requiere entonces manejar técnicas que faciliten la divergencia, matizadas con técnicas que converjan; esto condiciona la existencia de una gran base de carga experimental; ha de facilitar el uso, posiblemente integrado, de diversas técnicas de desarrollo (búsquedas clásicas, búsquedas heurísticas, reconocimiento, valoración, etcétera). Siempre, el modelo ha de marcar fronteras del problema que está resolviéndose; no llegar a inhibir las conductas creativas con simples valoraciones rígidas o centradas en resultados. Es necesario integrar el proceso; usar un mecanismo calificador para determinar, paso a paso, el progreso de las operaciones *mentales*. El proceso de regulación (evaluación) del evento creativo ha de ser, sobre todo, dinamizador del mismo.

Esto exige la construcción de un sistema de base sobre el cual trabaje el modelo creativo; uno de los imperativos será usar una estructura similar a un sistema basado en conocimiento o agente inteligente, por-

que posee bases de conocimiento matizadas por bases de datos susceptibles de modificarse, ampliarse, acorde con los requerimientos del problema que esté abordándose.

Dentro de la etapa de administración existe recurrentemente la subetapa de cognición, donde se han de implementar técnicas de diversos tipos de búsquedas heurísticas, reconocimiento, aprendizaje, podas, manejo de estructura de datos, direccionamiento, etcétera. Igualmente, en la etapa de interpretación sería una interfaz que comienza en la etapa de percepción y va hasta la etapa actuadora.

La implementación de la creatividad en los sistemas implicaría el desarrollo de subsistemas que actuaran en paralelo para percibir toda la realidad posible que lo rodea, reconocer experiencia, capacidad de discernir sobre cuál secuencia de acciones sería conveniente ejecutar, temporalidad del conocimiento, razonamiento aproximado, aprendizaje... Con base en lo anterior, se conceptúa creatividad en los sistemas como los procesos mediante los cuales se soluciona un problema a partir de asociación, aprendizaje de experiencias e innovación. ¿Cómo es posible que un sistema adquiera el carácter de creativo sin que sea algorítmico?

Es importante que la parte algorítmica, con la cual se ha desarrollado el computador, se defina en términos de alternativas para seleccionar, no al azar, pero sí con evaluación de funciones que darían el valor de rendimiento al tomar una u otra.

Se requieren procesos sencillos para abordar los problemas:

```
Alg Sol_pro ( ).
A: Acción
S: Secuencia de acciones
E: Descripción del estado actual del mundo
M: Meta
P: Problema
Leer(P)
E ← Estado(P)
S ← [E]
SI S = vacío, V: M ← Meta(P)
P ← Red_pro(E, M).
S ← Buscar(P)
A ← Recomendar (S, E)
S ← Resto(S, E).
```

Responder(A)

Fin Sol_pro ().

Luego, se sugiere el uso de búsqueda general para encontrar posibles metas que contendría el problema:

```
Alg Buscar ( )
P: Problema
N: Lista_nodos
N ← [Estado-inicial(P)].
SI N = vacío V: contestar FALLO
X ← sacar_frente(N)
Probar-Meta(X) V: ÉXITO, Estado(X), SALIR
N ← sucesores(X, Operadores)
Fin Buscar ( )
```

Desde luego, hay que realizar intercambio de datos:

```
Alg Base ( )
DATOS ← BC inicial
MQ DATOS satisface la condición de meta.
SELECCIONAR regla R a aplicar a DATOS.
DATOS ← Aplicar(R, DATOS).
FMQ
Fin Base ( )
```

Para lograr una comprensión mayor del problema (criterio usado por la hermenéutica y otras técnicas creativas), se sugiere reducirlo:

```
Alg Red_pro ( )
Estado_actual = RAIZ
SI Estado_actual = META
V: anunciar EXITO, SALIR
F: generar submetas.
MQ exista submeta Red_pro(submeta)
FMQ
Fin Red_pro ( )
```

Durante el proceso de reducción del problema, de los estados posibles, algunos se eliminan y los otros permiten acercarse óptimamente a la meta. Una vez generados todos los subproblemas del caso, a cada uno se le aplica la técnica Generar-Probar, de manera recursiva:

Alg Gen_pro ()
 MQ solución sea aceptada o no hay alternativas
 Generar solución posible.
 Evaluar(solución).
 FMQ
 SI solución es aceptada
 V: Anunciar ÉXITO.
 F: Anunciar FALLO.
 Fin Gen_pro ().

No se puede dejar a un lado la simulación de la transversalidad, que no es otra cosa que la búsqueda en anchura matizada por la búsqueda en profundidad:

Alg Transv ()
 COLA <- [nodo RAIZ].
 MQ COLA <> vacía.
 Aplicar regla y hallar nuevo_estado.
 SI nuevo_nodo = META
 V: SALIR
 F: COLA <- nuevo_nodo.
 Busque_prof(nuevo_estado)
 Fin MQ.
 SI META hallada
 V: anunciar ÉXITO
 F: anunciar FALLO
 Fin Transv()

También se hace necesario incluir mecanismos que brinden la posibilidad de generar muchas alternativas. Es una variación del proceso de reducción.

Alg Gen_alt ()
 estado_actual = RAIZ
 SI estado_actual = META
 V: anunciar EXITO, META, SALIR
 F: generar alternativas.
 MQ existan alternativas Gen_alt(estado_actual)
 FMQ
 Fin Gen_alt ()

Específicamente, estos procesos se usan en simulación de relaciones para el aprendizaje y en selección de acciones de un plan.

Al fin de cuentas, la creatividad se manifiesta en distintas formas:

- *Creatividad objetiva*
 Con un cúmulo de ideas, agotar todas hasta llegar al estado meta.
- *Creatividad imaginativa*
 Buscar símiles y analogías de sucesos u objetos.
- *Creatividad aplicada*
 Cambiar sucesivamente diversos aspectos, reorganizar algo de modo nuevo.
- *Creatividad experimental*
 Ensayar nuevos métodos, nuevas alternativas, nuevas acciones.
- *Creatividad expresiva*
 Representar objetos por modelos, expresar las ideas de otro modo, representar problemas en procesos no secuenciales.

Estas formas constituyen la esencia de la creatividad, y sus características son inherentes al ser humano, pero puede hacerse una aproximación en los sistemas.

¿Cuándo puede afirmarse que un sistema es creativo? La creatividad depende en gran medida del entorno. Creatividad es eso que permite la expresión artística, la capacidad de aprehender: guardar, imaginar, construir, evolucionar. Creatividad es originalidad y flexibilidad. Creatividad es crear. Hay computadores que pintan; todos guardan la información. Tal vez no son originales, pero sí son capaces de crear de acuerdo con parámetros especificados; no es lo deseable, pero es el comienzo para llegar a tener sistemas creativos. Los procesos enunciados indican que se requieren tantas condiciones y procesos sofisticados para lograr un comportamiento creativo, no lineal, no algorítmico, que podemos estar más seguros que antes de que sólo algunas características podrían implementarse en un sistema con base en el uso de adelantos tecnológicos: percepción (amplia), tecnología del habla, proceso del lenguaje natural.

CONCLUSIONES

Dar el paso entre lo teórico y lo práctico implica gran esfuerzo; muchos eventos se manejan de manera abstracta, en forma teórica; por ejemplo, emplear pseudocódigo y tener que pasarse a lenguaje genérico, para implementarlo en computador. La misma situación

se presenta cuando se piensa desde el punto de vista de la creatividad, tema del que mucho se ha escrito pero en términos de la condición humana; realizar la transición a un problema computacional no es fácil. Aunque en estos momentos puede aproximarse al ideal de un sistema creativo en función de modelos creativos, en muy poco tiempo se habilitará la posibilidad de recrear respuestas alternativas de corte creativo, gracias a los desarrollos de lenguajes funcionales, heurísticos y algorítmicos.

No se ha enunciado para nada un aspecto importante de la creatividad: la imaginación. La imaginación, bien entendida, sin tener que ver con la fantasía, sino con la experiencia consciente del ser humano (transformación de la información y producción de algo nuevo). Produce nuevas preguntas: ¿es posible que el modelo facilite rasgos creativos?; ¿cómo determinar si hay imaginación?

Es claro que puede hacerse uso de las herramientas actuales para proyectar modelos en los cuales podamos estructurar un comportamiento artificial que le permita a una máquina desarrollar procedimientos que afronten los problemas, y que lo haga de tal manera que las soluciones tengan un perfil creativo.

Por ahora, el computador le facilita al ser humano elementos que le permiten crear asociaciones y desarrollar creatividad.

REFERENCIAS

- Bonsiepe, Gui, *Del objeto a la interfase* (mutaciones del diseño). Argentina, Ediciones Infinito, 1999.
- Gardner, Howard, *Estructuras de la mente*, México, FCE, 1999.
- Flórez Arcila, Rubén, *Hermenéutica del objeto*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Lingüística, 1993.
- Gowin, Bob y Novak, Joseph, *Aprendiendo a aprender*, Barcelona, Editorial Martínez Roca, 1988.
- Heidegger, Martín, *Del camino al habla*, Barcelona, Editorial Odos, 1987.
- Negroponte, Nicholas, *Ser digital*, Argentina, Editorial Atlántida, 1995.
- Raudsepp, Eugene, *Pasos para lograr más ideas*, Creative Research Inc., Editorial Princeton, 1975.
- Rich R., Night A., *Inteligencia artificial*, Edit. McGraw Hill, 1996.
- Russell, Stuart, et al. *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*, México, Editorial Prentice Hall, 1996.
- Todorov, Tzvetan, *Simbolismo e interpretación*, Venezuela, Monte Ávila Editores, 1982.
- Torres S., Luis Carlos, *Lógica e Inteligencia (Artificial)*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Editorial Unidad de Publicaciones, Facultad de Ingeniería, 2001.
- Torres S., Luis Carlos, *Puntos para la creatividad*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, Editorial Unidad de Publicaciones, Facultad de Ingeniería, 2001.
- Winston, Patrick, *Inteligencia Artificial*, 3a. ed., Edit. Addison Wesley, 1999.