

An affective model for the multiagent architecture for self-organizing and emergent systems (MASOES)

Niriaska Perozo¹, José Aguilar², Oswaldo Terán^{2,3}, Heidy Molina²

¹Unidad de Investigación en Inteligencia Artificial, Decanato de Ciencias y Tecnología, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto 3001, Venezuela.
Telf.: +58 251.259.17.12, Fax: +58 251.259.17.18. nperozo@ucla.edu.ve.

²CEMISID, ³CESIMO,

Facultad de Ingeniería, Universidad de Los Andes. Mérida 5101, Venezuela.
Telf.: +58.274.240.29.14, Fax: +58.274.240.28.11. aguilar@ula.ve; heidym@ula.ve.
oteran@ula.ve.

Abstract

In this work an affective model is proposed for the modeled of agents through MASOES. Each agent could change its behavior dynamically, guided by its emotional state for satisfying the objectives of the system dynamically through the self-organization of its activities. This affective model allows to MASOES to reach a commitment between the individual and collective behavior in the multiagent systems. Besides, it is possible to explain aspects of the social interaction such as the satisfaction degree, cooperation and competition, among others. This capacity to study and analyze certain social aspects is the main difference of other emotional models that normally are concentrated in the study of the relation cognition-emotion. Finally, this affective model is applied to Wikipedia in order to analyze how the emotions of each agent influence in the level of self-organization and emergence in that system.

Keywords: emotional computing, affective model, multiagent systems, self-organization, emergence.

Un modelo afectivo para la arquitectura multiagente para sistemas emergentes y auto-organizados (MASOES)

Resumen

En este trabajo se propone un modelo afectivo para el modelado de agentes usando MASOES. Cada agente podría cambiar su comportamiento dinámicamente, guiado por su estado emocional para satisfacer dinámicamente los objetivos del sistema a través de la auto-organización de sus actividades. Este modelo afectivo permite a MASOES lograr un compromiso entre el comportamiento individual y colectivo en la sociedad de agentes. Además, permite explicar aspectos de la interacción social, tales como el grado de satisfacción, cooperación, y competencia, entre otros. Esta capacidad para caracterizar las interacciones sociales, lo diferencia de otros modelos emocionales que se centran normalmente en el estudio de la relación cognición-emoción. Finalmente, el modelo afectivo es aplicado a Wikipedia, para analizar como las emociones de cada agente influyen en el nivel de auto-organización y emergencia en ese sistema.

Palabras clave: computación emocional, modelo afectivo, sistemas multiagente, auto-organización, emergencia.

1. Introducción

En investigaciones recientes [1, 2] se argumenta que las emociones permiten a los organismos adaptarse a muchas situaciones, influyen el comportamiento a nivel individual y colectivo, intervienen en la toma de decisiones y procesamiento de la información, y tienen un efecto en la interacción social. Por tanto, es importante considerarlas a nivel de los sistemas multiagente (SMA), ya que es aconsejable tener una arquitectura general de agentes que modele sistemas sociales con propiedades auto-organizadas y emergentes, que les permita adaptarse dinámicamente a los cambios que aparecen en su entorno. De esta necesidad, surge una arquitectura genérica llamada MASOES [3] donde los agentes son capaces de tener respuestas cognitivas y reactivas, dependiendo de los estímulos recibidos, y además de cambiar su comportamiento dinámicamente, guiado por su estado emocional a través del modelo afectivo propuesto en este trabajo para generar un comportamiento colectivo auto-organizado y emergente.

Según [4], con la interacción afectiva los participantes en una red colaborativa son capaces de expresar su empatía hacia los otros participantes, incrementando sus niveles de confianza y proximidad. Por ello, nuestro caso de estudio se centra en Wikipedia, aún y cuando la principal premisa que manejan sus comunidades es cero emociones en las ediciones para asegurar la neutralidad de los artículos [5]. La existencia de guerras de edición en páginas controversiales como el aborto, contradice esta premisa y confirma que el manejo de emociones en Wikipedia juega un rol importante para regular la interacción social y afectiva entre los participantes, lo que permite generar un alto grado de auto-organización y emergencia en el sistema. Esto es constatado en este trabajo a través de nuestro modelo afectivo.

2. Aspectos teóricos relevantes

En esta sección se describe muy brevemente ciertos aspectos claves sobre el área de computación emocional y en relación a MASOES.

2.1. Computación emocional o afectiva

La computación emocional es una disciplina de la Inteligencia Artificial que intenta desarrollar métodos computacionales orientados a reconocer emociones humanas y generar emociones sintéticas. La fundadora de esta línea de trabajo es Rosalind Picard, investigadora del M.I.T. ("Massachusetts Institute of Technology") [6]. Según Picard [7], las emociones son fundamentales para la experiencia humana. Tienen influencia en la cognición, la percepción y en todas las tareas diarias como el aprendizaje, la creatividad, la comunicación, e incluso en los procesos racionales de toma de decisiones, comprensión empática, memoria, e interacción social. Con respecto al rol de las emociones en los agentes artificiales, algunos modelos se enfocan sobre el efecto de los estados motivacionales, tales como el dolor o el hambre [8], para tratar las emociones como motivaciones y acciones. Otros modelos examinan la influencia de las expectativas o esperanzas sobre las emociones, para reproducir y estudiar las emociones que pueden surgir de los deseos futuros (a largo y corto plazo) del agente [9]. Otros modelos se enfocan sobre el proceso de activación de eventos bajo ciertas emociones; esos modelos son llamados modelos de evaluación de eventos ("event appraisal models"). Finalmente, existen otros modelos llamados dimensionales, que diferencian las emociones en función de su posición en un espacio afectivo caracterizado por una serie de dimensiones. Generalmente, son espacios bidimensionales [7, 10] que consideran una dimensión de excitación y otra de control. A pesar que ninguno de esos modelos presenta una visión completa, porque cada uno estudia un aspecto específico, ellos sugieren que las emociones son estados mentales seleccionados sobre la base de una coincidencia ("mapping") entre una variedad de condiciones ambientales (eventos) y condiciones internas (expectativas y estados motivacionales, entre otros).

2.2. MASOES

MASOES [3] es una arquitectura multiagente compuesta por dos niveles, uno para obtener una emergencia cognitiva a nivel individual, y otro a nivel colectivo (Figura 1). Los componentes

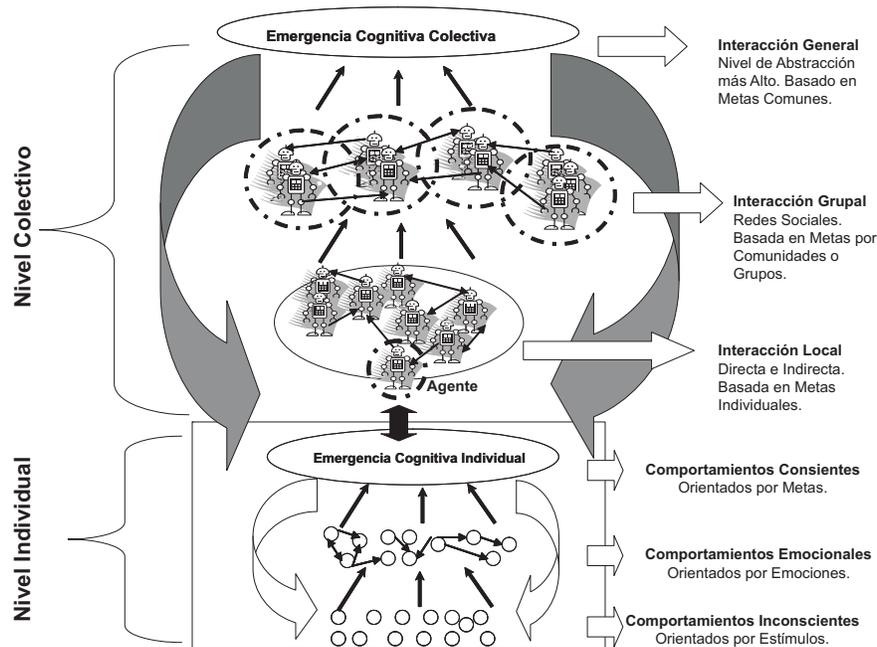


Figura 1. Arquitectura Multiagente para Sistemas Emergentes y Auto-organizados.

de la arquitectura a nivel colectivo e individual, junto con las relaciones e interacciones presentes en el sistema multiagente, son descritos detalladamente en Perozo y col. [3].

2.2.1. Componentes de MASOES a nivel individual

Los componentes a nivel individual (Figura 2) son: componente reactivo, cognitivo, social y conductual. Específicamente el componente conductual es donde se integra el modelo afectivo propuesto. Este componente favorece la adaptación de cada agente con su entorno, ya que crea un modelo interno del mundo (manejo de conocimiento explícito) que regula su comportamiento.

Los tipos de comportamiento a considerar son imitar, reaccionar y razonar, que están enlazados a los componentes social, reactivo y cognitivo, respectivamente (Figura 2).

Entre los elementos que conforman el componente conductual está el **Configurador Emocional** encargado de manipular las emociones del agente, es en este sub-componente donde estará el modelo afectivo. También está el **Manejador Conductual**, que se encarga de activar, inhibir y priorizar algunos comportamientos en el agente basado en el estado emocional actual, y el entorno en general. Además, maneja todos los

mecanismos responsables del cambio dinámico de comportamiento, ya que su objetivo principal es determinar y sugerir un único tipo de comportamiento cada vez para evitar conflictos en tiempo de ejecución. El conocimiento asociado con la gestión de las emociones y experiencias emocionales pasadas, es almacenado en la **Base de Conocimiento Conductual**.

2.2.2. Método de verificación para MASOES

A fin de evaluar MASOES se ha definido un método de verificación en Perozo y col. [11], para comprobar y estudiar si el sistema modelado con MASOES posee o no propiedades emergentes y auto-organizadas. Este método de verificación está basado en el paradigma de la sabiduría de las multitudes (PSM) [12] y los mapas cognitivos difusos (MCD) [13]. Así, para esta verificación se definen dos tipos de conceptos: **arquitectónicos** (asociados a los componentes a nivel individual y colectivo propuestos en MASOES) y los **ligados a las propiedades emergentes auto-organizadas** (asociados a los criterios de verificación que permiten estudiar el nivel de emergencia y auto-organización en el sistema complejo modelado).

El MCD propuesto en [14] para la verificación de MASOES en Wikipedia plantea las rela-

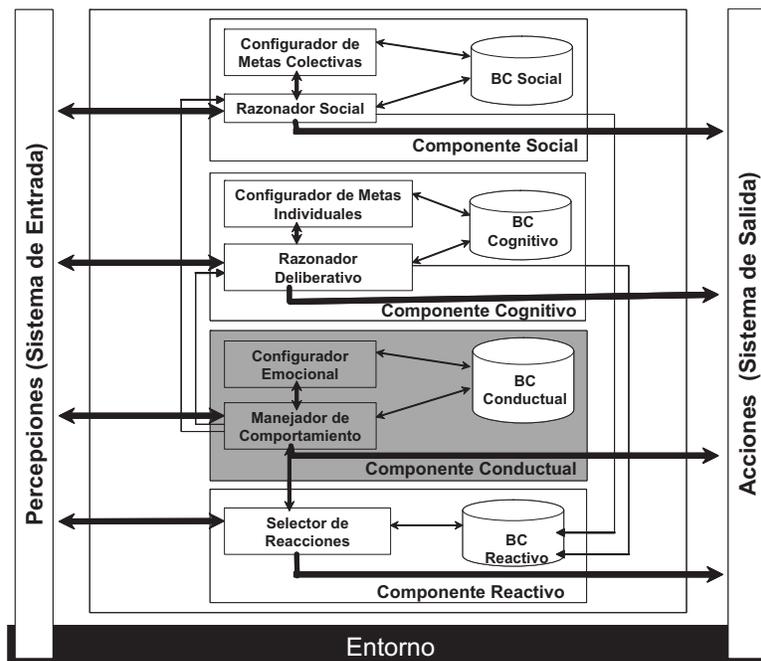


Figura 2. Componentes de MASOES a Nivel Individual.

ciones causales establecidas entre los conceptos arquitectónicos y los vinculados a las propiedades emergentes y auto-organizadas. En este trabajo, para validar el modelo afectivo se incorpora al MCD original algunos conceptos vinculados al componente conductual y al modelo afectivo propuesto, tales como: *el manejador conductual, el configurador emocional, y el grado de satisfacción y activación de los agentes* (Figura 3). Para representar estos conceptos y sus valores se utiliza una herramienta llamada FMC Designer [15], que permite realizar computacionalmente el diseño y ejecución del MCD extendido. La función de ajuste para establecer las relaciones causales entre los diferentes conceptos es definida a través de un conjunto de reglas difusas planteadas en [11]. Todos estos conceptos representan los nodos del MCD presentado en la Figura 3, además, los valores iniciales para estos conceptos fueron asignados por expertos y de acuerdo a los resultados obtenidos en trabajos previos sobre Wikipedia [11].

3. Propuesta de un modelo afectivo para MASOES

El modelo afectivo está representado por un espacio bidimensional, donde el eje x representa

el nivel de Activación, Excitación o Relajación del agente (mide el grado de activación fisiológica y psicológica del agente, en otras palabras, su estado físico en el intervalo $[-1, 1]$), y el eje y representa el nivel de satisfacción, agrado o desagrado, también en el intervalo $[-1, 1]$ (Figura 4). En esta sección describimos las fases involucradas en el procesamiento emocional y el modelo afectivo propuesto.

Fase I (Configurador Emocional): Clasificación de las emociones. En el modelo afectivo propuesto se consideran emociones positivas y negativas de impacto individual y colectivo o social. El espacio afectivo ha sido dividido en 4 cuadrantes (Figura 4), donde el cuadrante I (alegría, felicidad) y III (tristeza, depresión) representan las emociones positivas y negativas dirigidas por la obtención de metas o logros personales; y los cuadrantes II (admiración, compasión) y IV (rechazo-aversión, ira-odio) representan las emociones positivas y negativas de tono claramente social o interpersonal, dirigidas por las acciones de los otros agentes o cambios en el entorno.

Fase II (Manejador de Comportamiento): Asociación de las emociones al tipo de comportamiento. Para esta asociación, se le asigna a cada estado emocional del modelo afectivo propuesto uno de los 3 comportamientos considera-

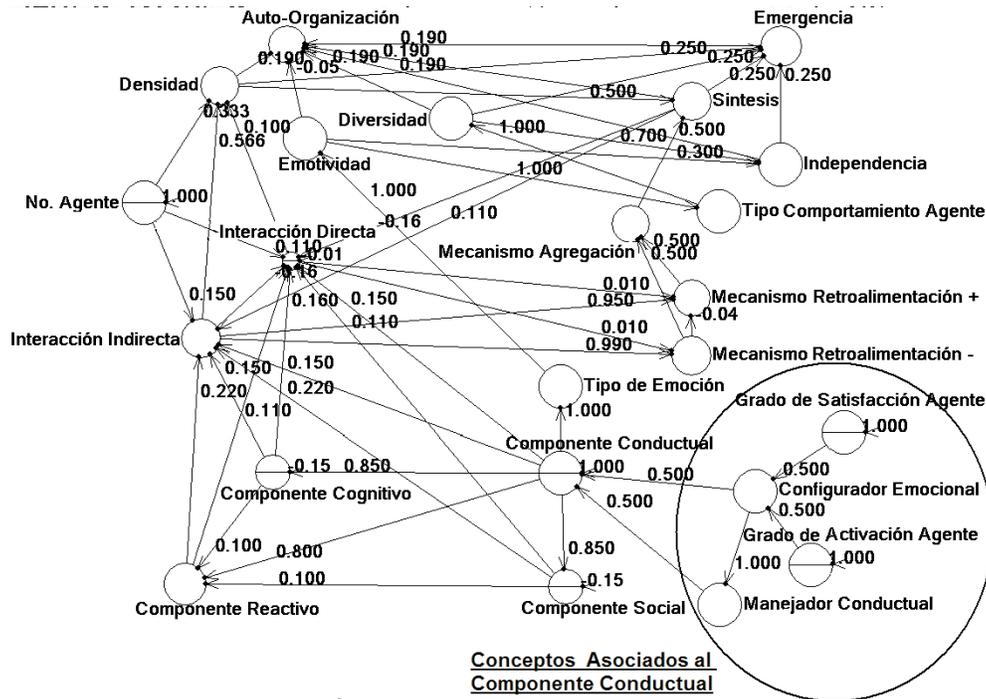


Figura 3. MCD extendido para estudiar el modelo afectivo en la Wikipedia en Inglés.

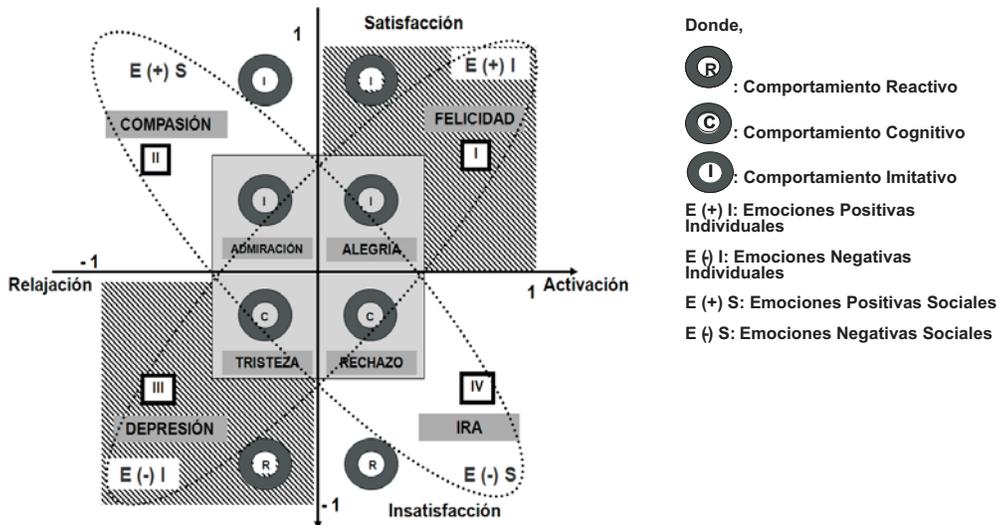


Figura 4. Modelo Afectivo para MASOES.

dos: Imitativo, Cognitivo y Reactivo, de acuerdo a las reglas que se establecen a continuación. Para establecer estas reglas, se considera lo siguiente [16, 2]: Las emociones negativas puede predisponer las estrategias de resolución de problemas en los seres humanos hacia un procesamiento local que va de lo individual a lo colectivo (procesamiento más sistemático), mientras que las emo-

ciones positivas pueden conducir a enfoques globales que van de lo colectivo a lo individual (procesamiento más aproximativo).

Así, tenemos las siguientes reglas a considerar:

- **Regla 1:** Si <Estado_Emocional> es Positivo entonces <Prioridad_Comportamiento_Imitativo>

- **Regla 2:** Sino Si <Estado_Emocional> es Ligeramente Negativo entonces <Prioridad_Comportamiento_Cognitivo>
- **Regla 3:** Sino Si <Estado_Emocional> es Altamente Negativo entonces <Prioridad_Comportamiento_Reactivo>

Según el modelo planteado, las emociones positivas tal como la alegría conducen a un comportamiento imitativo con la idea de reproducir lo que nos hace sentir bien a nosotros y al colectivo (regla 1), mientras que las emociones negativas tal como la tristeza nos motiva a un comportamiento cognitivo que nos lleva a reflexionar sobre la situación actual considerando los objetivos individuales y/o colectivos (regla 2), o nos induce a un comportamiento reactivo hacia otros en estados altamente negativo como la ira, para sólo responder de forma inmediata a la situación actual (regla 3).

Fase III (Configurador Emocional): Determinación de la emoción actual. **a)** Evaluación de un evento, acción u objeto para determinar el grado de satisfacción y activación, y luego, el estado emocional afectado. Para esta evaluación se requiere información del mundo, tal como implicaciones de los eventos para los agentes, los gustos o preferencias de los agentes con respecto a objetos u otros agentes, entre otras cosas. La intensidad de la emoción afectada viene dada por el grado de satisfacción y activación del agente, luego de la evaluación realizada. Es necesario utilizar variables para cuantificar el grado de satisfacción y activación del agente; **b)** Modificación del actual estado emocional, si es necesario. Esta transición de un estado a otro debe ser coherente y coordinada.

Fase IV (Manejador de Comportamiento): Determinación del tipo de comportamiento.

Se modifica el comportamiento actual si es necesario, de acuerdo al estado emocional actual, como una acción resultante de la emoción detectada en la fase III. De esta manera, las emociones son la expresión dinámica y fluctuante del estado afectivo del individuo y así, permiten cambiar dinámicamente el tipo de comportamiento del agente de acuerdo a su situación actual.

4. Caso de estudio: Regulación social y emocional en Wikipedia

En esta sección se utiliza el modelado de Wikipedia realizado a través de MASOES [14], y el método de verificación propuesto para MASOES [11], donde son descritos los conceptos arquitectónicos de MASOES instanciados para Wikipedia y los conceptos relacionados a las propiedades emergentes y auto-organizativas (*diversidad, independencia, emotividad, auto-organización y emergencia, entre otros*) (ver sección 2.2.2). Ahora bien, los conceptos que se anexan para representar los sub-componentes del componente conductual y las dimensiones de nuestro espacio afectivo se describen en la Tabla 1. Estos conceptos nos permiten hacer un zoom sobre el *componente conductual*, debido a que el modelo afectivo de cada agente es gestionado a través del *configurador emocional*, y el cambio de comportamiento del agente de acuerdo a su estado emocional es realizado a través del *manejador conductual*. Esto nos permitirá regular y estudiar el comportamiento social y emocional de los agentes. De esta manera, se analiza el efecto del grado de satisfac-

Tabla 1
Conceptos Anexados al MCD Extendido para la Wikipedia en Inglés

Concepto	Descripción
Configurador Emocional	Este concepto mide que tan correctamente funciona este sub-componente del componente conductual: Alta, Media y Baja Calidad.
Manejador Conductual	Este concepto mide que tan correctamente funciona este sub-componente del componente conductual: Alta, Media y Baja Calidad.
Grado de Satisfacción del Agente	Este concepto mide el grado de satisfacción del agente: Alto, Medio y Bajo grado de satisfacción.
Grado de Activación del Agente	Este concepto mide el grado de activación o excitación del agente: Alto, Medio y Bajo grado de activación.

ción y activación Figura 5 (que son las dimensiones del espacio afectivo bidimensional propuesto) en los agentes para determinar el tipo de emoción, y luego, el tipo de comportamiento según las fases III y IV descritas en la sección 3. Veamos ahora varios casos hipotéticos que podrían ocurrir a nivel de Wikipedia, y como el tipo de emoción que manifiesten los agentes influye en el cambio de comportamiento de los agentes e interacción entre ellos. Debido al gran número de conceptos que se manejan en el MCD, se grafican sólo los conceptos más importantes para facilitar la comprensión de los resultados obtenidos.

Caso 1: Grado de Satisfacción Alto y Grado de Activación (Alto, Medio y Bajo). Para este caso, supongamos por ejemplo que un Usuario Registrado propone y desarrolla un contenido recibiendo reconocimientos por la calidad del aporte realizado. Este usuario podría experimentar un alto grado de satisfacción y activación, que se traduciría en emociones positivas individuales, lo que conllevaría a un comportamiento imitativo, de acuerdo al modelo afectivo de MASOES. Así, el usuario trataría de repetir o imitar aquello que le permita seguir obteniendo un alto grado de reconocimiento y de satisfacción. Según los resultados obtenidos (Figura 5), casi todos los conceptos involucrados están en un estado alto (mayor a 0.66), esto significa que funcionan correctamente y contribuyen de manera importante con el funcionamiento de Wikipedia. Sólo el concepto relativo a las interacciones directas permanece bajo (0.29), debido a que los participantes de Wikipedia interactúan más de manera indirecta

(0.87) que directa a través de la tecnología Wiki. Así, podemos ver que esos conceptos permiten que se genere un tipo de emoción positiva, que conlleva a un alto grado de emotividad, diversidad, y a un alto grado de auto-organización y emergencia (82% y 92 % hacia el final, respectivamente).

De acuerdo a los resultados obtenidos, es conveniente mantener un grado de satisfacción alto en los agentes. Ahora bien, cuando el grado de activación está en un estado medio (Figura 6), se obtiene un nivel de auto-organización y emergencia por encima del 70 % y 79 % hacia el final, respectivamente. Y en el caso de un Grado de Activación Bajo (Figura 7), se obtiene un nivel de auto-organización y emergencia por encima del 60% y 67% hacia el final, respectivamente. A pesar de variar el grado de activación y producir emociones menos o más intensas, se siguen promoviendo las emociones positivas contribuyendo así, a un mayor nivel de auto-organización y emergencia, y a reducir también, la aparición de conflictos entre los participantes. Eso se corrobora en los resultados experimentales mostrados aquí.

Caso 2: Grado de Satisfacción y Activación Bajo. En este caso, supongamos por ejemplo que un Usuario Registrado en Wikipedia propone y desarrolla un contenido recibiendo rechazo por el aporte realizado. De esta manera, el Usuario Registrado puede presentar un grado de satisfacción y activación bajo o medio (caso 2 y 3 respectivamente), provocándole emociones negativas y activando un comportamiento reactivo o

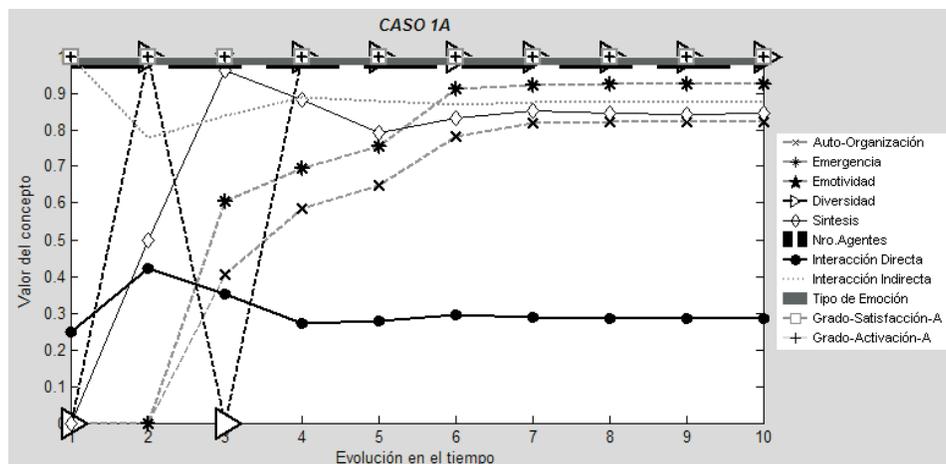


Figura 5. Resultados obtenidos en el Caso de Grado de Satisfacción y Activación Alto.

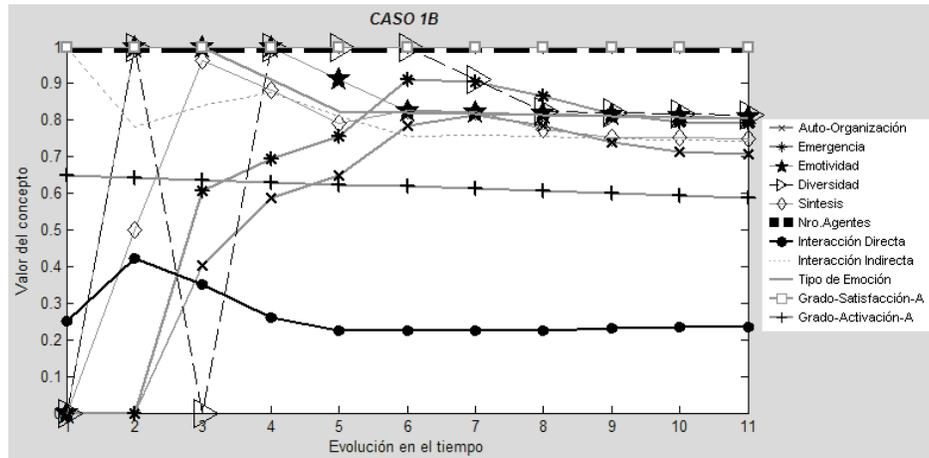


Figura 6. Resultados obtenidos en el Caso de Grado de Satisfacción Alto y Activación Medio.

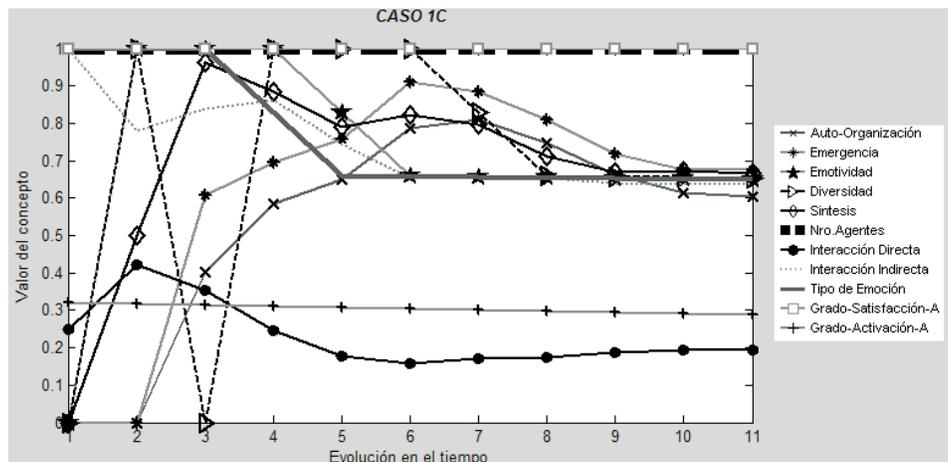


Figura 7. Resultados obtenidos en el Caso de Grado de Satisfacción Alto y Activación Bajo.

cognitivo, de acuerdo al modelo afectivo de MASOES. Según los resultados obtenidos, todos los conceptos involucrados a los procesos individuales y emocionales están en un estado bajo al final (menor a 0.33), esto significa que no funcionan correctamente y no contribuyen de manera importante con el funcionamiento de Wikipedia. Por otro lado, los conceptos vinculados a los procesos colectivos están en un estado medio al final (menor a 0.66). Esto se debe al alto número de agentes y a que el grado de satisfacción y activación influyen de manera directa sobre la calidad de los procesos individuales, más que sobre la calidad de los procesos colectivos. Específicamente, podemos ver que se apoya un tipo de emoción altamente negativa (tipo de emoción igual a 0.30), que conlleva a un grado de emotividad bajo (Figura 8) (0.30), a un tipo de comportamiento reacti-

vo, y a un grado de auto-organización y emergencia medio al final (39% y 42%, respectivamente).

Caso 3: Grado de Satisfacción y Activación Medio. Según los resultados obtenidos para este caso, todos los conceptos involucrados están en un estado medio (menor a 0.66) (Figura 9), esto significa que el funcionamiento de Wikipedia se ve afectado proporcionalmente por el grado de satisfacción y activación en la sociedad de agentes. Sólo el número de interacciones directas está en un nivel bajo (0.18), indicando que no contribuye de manera importante con el funcionamiento de Wikipedia, como es visto en casos anteriores. Específicamente, podemos ver en este caso que se genera un tipo de emoción (0.61) ligeramente negativa, que conlleva a un grado de emotividad medio (0.62), a un tipo de comportamiento cognitivo, y a un grado de auto-organización y

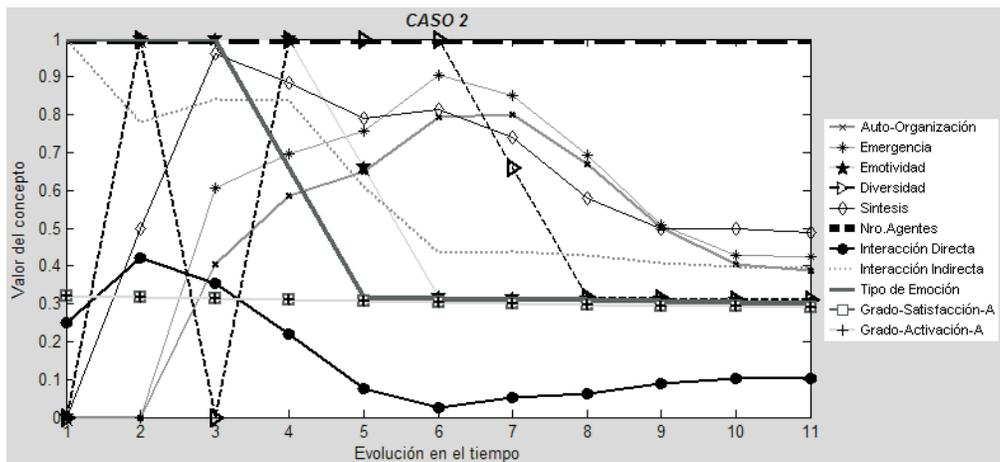


Figura 8. Resultados obtenidos en el Caso 2: Grado de Satisfacción y Activación Bajo.

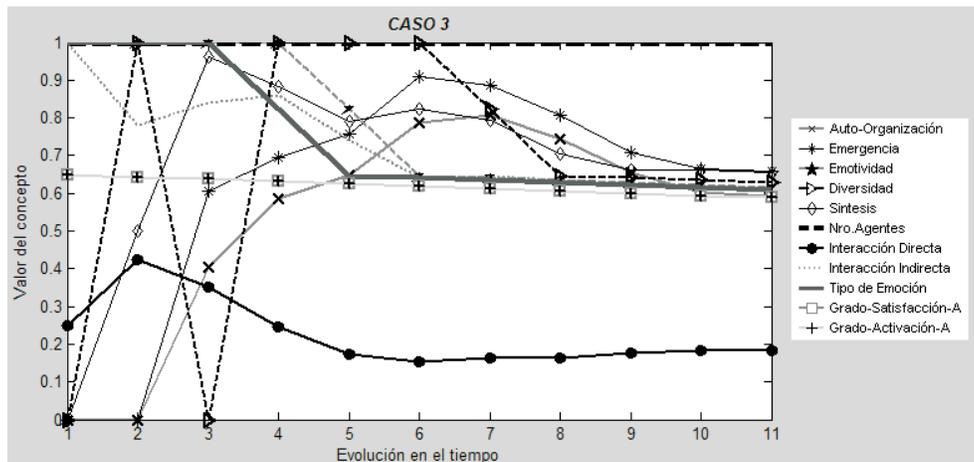


Figura 9. Resultados obtenidos en el Caso 3: Grado de Satisfacción y Activación Medio.

emergencia medio hacia el final (59% y 65%, respectivamente).

Según los resultados obtenidos, es necesario mantener un grado de satisfacción alto en los agentes para obtener un nivel alto de auto-organización y emergencia en el sistema. Esto significa también, reducir el grado de conflicto entre los agentes. Los niveles de auto-organización y emergencia, en el caso 2 y 3, obtienen valores medios al final debido a que los procesos colectivos se mantienen funcionando en un nivel medio, independientemente de si el grado de satisfacción y activación están en un estado bajo o medio en los agentes. Además, es conveniente en el caso de Wikipedia en inglés, promover un grado de satisfacción alto en los agentes para generar un nivel alto de auto-organización y emergencia guiado por emociones positivas individuales y sociales

que den prioridad a un comportamiento imitativo, más que cognitivo y reactivo (es lo que determina nuestro modelo afectivo). Estos resultados son confirmados en el trabajo realizado por [4] sobre la interacción afectiva en redes colaborativas, donde ellos encuentran que las emociones positivas juegan un rol fundamental en la creatividad de los individuos, pueden controlar su motivación para alcanzar sus metas y mejorar su capacidad para resolver problemas.

En general, el modelo afectivo propuesto para MASOES permite la generación de emociones positivas o negativas en los agentes que los lleva a tener un comportamiento u otro, promoviendo así su adaptación al entorno a través de un cambio dinámico de comportamiento, que se da al fluctuar el grado de satisfacción y activación del agente, como hemos visto en los escenarios

planteados, ya que determinan la emoción del agente, y está a su vez, su tipo de comportamiento.

5. Conclusiones

La importancia de nuestro modelo afectivo radica en el hecho de que no existen modelos emocionales para estudiar algunos aspectos de la interacción social en un entorno multiagente que modele sistemas auto-organizados y emergentes tal como MASOES. En otras palabras, incorporar emociones a los agentes, especialmente en entornos poco predecibles y complejos como en donde se desenvuelven los sistemas emergentes y auto-organizativos, favorecería la adaptación (cambios en el comportamiento a corto y largo plazo) y la regulación social y emocional (a través de los estados emocionales que ayudan a establecer un cierto equilibrio social, ya que las emociones refuerzan o relajan un comportamiento expresado), como es visto en los escenarios desarrollados.

MASOES permite, a través de su modelo afectivo, la posibilidad de tener agentes con una diversidad de comportamientos y emociones que cambian dinámicamente, sin tener que configurar un comportamiento dado a priori, favoreciendo así la adaptación del agente a los cambios o eventos que surjan. Esto es una ventaja con respecto a los sistemas multiagente que no poseen un modelo afectivo, ya que estos muestran algunas debilidades en el tiempo de convergencia para generar auto-organización y emergencia, en la falta de diversidad y flexibilidad en los agentes participantes, y en la carencia de una interacción afectiva como sucede en los sistemas reales.

Referencias bibliográficas

1. Marinier, R., Laird, J. y Lewis R.: "A computational unification of cognitive behavior and emotion". *Cognitive Systems Research*, Vol. 10, No. 1 (2009) 48-69. doi: 10.1016/j.cogsys.2008.03.004.
2. Si, M., Marsella, S. y Pynadath, D.: "Modeling appraisal in theory of mind reasoning". *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, Springer Vol. 20, No. 1 (2010) 14-31. doi: 10.1007/s10458-009-9093-x.
3. Perozo, N., Aguilar, J. y Terán, O.: "Proposal for a Multiagent Architecture for Self-Organizing Systems (MASOES)". *Lecture Notes in Computer Science* Vol. 5075, (2008) 434-4390. doi: 10.1007/11552413_100.
4. Luneski, A. y Moore, R.: "Affective Computing And Collaborative Networks: Towards Emotion-Aware Interaction". In *International Federation for Information Processing, Pervasive Collaborative Networks*, Springer Vol. 283, (2008) 315-322. doi: 10.1007/978-0-387-84837-2_32.
5. Proyecto Wikipedia.: "Los cinco Pilares". Disponible en: [http://translate.google.com/translate?hl=es&langpair=en|es&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Five_pillars_of_Wikipedia], Wikipedia Foundation, (2010).
6. Picard R. y Hearley J.: "Affective Computing". Cambridge, MA: MIT Press, (1997).
7. Picard R.: "Affective computing: Challenges". *International Journal of Human-Computer Studies* Vol. 59, (2003) 55-64. doi: 10.1016/S1071-5819(03)00052-1.
8. Bolles, R. y Fanselow, M.: "A perceptual defensive recuperative model of fear and pain". *Behavior Brain Science* Vol. 3, (1980) 291-301. doi: 10.1017/S0140525X0000491X.
9. Price D. y Barrell J.: "A quantitative-experiential analysis of human emotions". *Motivation and Emotion*, Springer Netherlands Vol. 9, No.1 (1985). doi: 10.1007/BF00991548.
10. Russell J., Weiss A. y Mendelsohn G.: "Affect grid: A single item scale of pleasure and arousal". *Journal of Personality and Social Psychology* Vol. 57, No. 3 (1989) 493-502. doi: 10.1037/0022-3514.57.3.493.
11. Perozo, N., Aguilar, J. y Terán, O.: "A Verification Method for MASOES". Enviado para publicación a *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics*, (2011).
12. Surowiecki J. "Wisdom of Crowds". New York: Random House, 2005.
13. Kosko, B.: "Fuzzy Cognitive Maps". *International Journal of Man-Machine Studies* Vol. 24, No. 1 (1986) 65-75. doi: 10.1016/S0020-7373(86)80040-2.

-
14. Perozo, N., Aguilar, J., Terán, O. y Molina, H.: "Self-organization and Emergence phenomena in Wikipedia and Free Software Development using MASOES". Enviado para publicación a *Journal of Cybernetics and Systems*, (2010).
 15. Aguilar J. y Contreras, J.: "The FCM Designer Tool". *Fuzzy Cognitive Maps: Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications*, Ed. Glikas Mixalis, Springer (2010).
 16. Fromm J.: "Types and Forms of Emergence". Disponible en: [<http://arxiv.org/abs/nlin.AO/0506028>], (2005).

Recibido el 28 de Junio de 2010

En forma revisada el 14 de Noviembre de 2011