

## **Simulación social basada en agentes: investigación aplicada a la Cliodinámica a partir de estudios socio-históricos**

René Cura, Rodrigo

Centro Nacional Patagónico (CENPAT) - CONICET.  
Puerto Madryn, Argentina.

Depto. de Informática, Fac. De Ingeniería, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.  
Puerto Madryn, Argentina.  
+54 280-4472885 – Int. 117.

[rodrigo.renecura@gmail.com](mailto:rodrigo.renecura@gmail.com)

### **Resumen**

En el presente informe se detalla el plan que propone investigar modelos basados en agentes, específicamente para la simulación social, con el propósito de aplicar los resultados a la Cliodinámica sobre estudios socio-históricos regionales. Se procura investigar y contribuir al desarrollo de metodologías y modelos de simulación social basada en agentes. Analizar datos, información y resultados de investigación socio-históricas, junto con las estrategias empleadas en estas, desde una visión de las ciencias de la computación, haciendo uso de técnicas de inteligencia artificial, teoría de juegos y bases de datos. Aplicar los resultados de los pasos anteriores a estudios en Cliodinámica, con el fin de determinar patrones genéricos y encontrar una representación que pueda ser empleada en simulaciones actuales.

**Palabras clave:** Simulación Social Basada en Agentes, Cliodinámica.

### **Contexto**

La investigación se desarrolla en el marco de una beca interna tipo I de CONICET, dentro de la unidad de investigación de Arqueología y Antropología del Centro Nacional Patagónico (CENPAT) y en colaboración con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco.

### **Introducción**

La Cliodinámica es una nueva área de investigación transdisciplinaria en la intersección entre la macro-sociología histórica, la historia económica o cliométrica, el modelado matemático de procesos sociales a largo plazo, la construcción y el análisis de bases de datos históricas [22]. La simulación basada en agentes es uno de los ingredientes clave de este enfoque [9], siendo utilizada hace tiempo, aunque con un grado de maduración relativa en la sistematización de la aplicación empírica, dentro de las investigaciones en Ciencias Sociales, por el carácter todavía reciente de la cooperación entre los expertos de éstas y de las Ciencias de la Computación.

Las Ciencias de la Computación plantean diferentes perspectivas en el campo de los sistemas multi-agente, entre ellas como paradigma de la ingeniería de software, como modelo del comportamiento idealmente racional en la inteligencia artificial, pero también como una herramienta para entendimiento de la dinámica de sociedades humanas [6, 7, 12, 17, 24]. En particular en este caso se proponen tres usos, el primero y más simple, agentes como simulación clásica, en segundo lugar como complemento a modelos matemáticos parcialmente solubles y finalmente, como sustitutos para el análisis de modelos insolubles o intratables [1]. Existe otra propuesta desde la informática, que presenta a la simulación social basada en agentes como la intersección de las ciencias sociales con la simulación computacional y la computación basada en agentes [4, 10, 11, 13]. Si bien esto plantea una gran intervención de los científicos de la computación, no es extraño por una cuestión motivacional que los mayores avances en la rama de las sociedades artificiales se hayan conseguido por investigadores originarios de áreas fuera de la computación, que se especializaron en parte en informática al encontrarse ambas líneas de pensamiento en una relación antagónica. Así mismo, se plantea la utilización de un sistema multi-agente para la simulación, en lugar de las técnicas tradicionales de investigación de operaciones, por ser una metáfora natural al modelado de sociedades [15], facilitando el entendimiento entre informáticos y científicos sociales.

Dentro de este panorama, algunos equipos de investigación se encuentran trabajando en líneas abiertas al paradigma interdisciplinario, como es el proyecto *Experimentación y desarrollo de técnicas avanzadas de inteligencia artificial para la simulación computacional de la*

*dinámica social y la evolución histórica* [2]. Este tuvo la intención de generar diferentes modelos referidos a diversos tipos de sociedades artificiales, desde la explicación de sociedades que se estudian mediante fuentes arqueológicas (Patagonia: del 13000 BP a la colonización) hasta la capacidad predictiva de casos modernos (actitudes hacia el trabajo y cumplimiento de normas en un futuro escenario urbano). Dicho proyecto es un antecedente relevante para la propuesta porque su campo de aplicación es precisamente la Patagonia y los integrantes del equipo forman parte de las redes de colaboración científica del CENPAT, cuyos investigadores aportaron datos cualitativos y cuantitativos para confrontar con las sociedades artificiales que se crearon [23]. Dicho proyecto se basó en el conocimiento previo arqueológico, histórico y etnográfico para el diseño de la simulación predictiva, contrastando las teorías sociales sobre la motivación e intencionalidad mediante la creación de modelos informáticos en los que se pudo identificar interacciones y relaciones previamente desconocidas. Es así como la utilización de técnicas de simulación mediante agentes ayuda a comprender la causalidad y los procesos emergentes en los fenómenos sociales [3].

En continuidad con estos desarrollos, la tesis *Modelando la Heterogeneidad Étnica y la Diversidad Cultural en Arqueología de Cazadores Recolectores Patagónicos* propone la implementación metodológica de la simulación social en el campo de la arqueología patagónica, acotando los objetivos en la experimentación de los procesos generadores de diversidad/variabilidad u homogeneidad/ semejanza en sociedades cazadoras recolectoras. Utilizar modelos basados en agentes permitió indagar bajo qué condiciones pueden generarse explicaciones alternativas sobre el

comportamiento social en el pasado, con el fin de mejorar las explicaciones sobre los fenómenos y procesos sociales, en base a modelos formales y computacionales representados en plataformas virtuales [5].

El proyecto *Redes sociales indígenas y formación del estado en Cuyo, Pampa y Patagonia (1850-1900)* [8] promueve el trabajo en conjunto con especialistas en informática y cartógrafos. La base de datos de gran escala y volumen de información sobre pueblos indígenas, junto con el Análisis de Redes Sociales (ARS) y la georreferenciación, componen una plataforma a complementar con la simulación, mediante la construcción de sociedades artificiales y la aproximación cliodinámica que contribuirán a la síntesis global y diacrónica. En el marco de este proyecto ya se construyó una base de datos semántica para el soporte de topologías de categorías y conceptos, desarrollo de ontologías y Data Mining del registro documental.

Las descripciones provistas por el ARS, los parámetros sobre los actores y los atributos, así como la teoría de grafos gozan de aceptación en la matemática, las ciencias de la computación y ciencias sociales [14, 21]. Se trata entonces de observar los modelos teóricos que se ejecuten en una plataforma experimental de prueba [3] mediante la simulación, porque partiendo del mismo origen se debería llegar a similares resultados.

En la tesis de licenciatura, *Modelo de Decisión con Múltiples Criterios para Agentes Inteligentes* [19], y los resultados que ya se anticiparon [20], significan los pasos preliminares hacia un método de modelado incremental a nivel micro, de los aspectos cognitivos de los agentes y sus preferencias, retroalimentado por los procesos emergentes observados a nivel macro del sistema. Sobre esta base se emplearán categorías de las ciencias de la computación, como ser la reutilización y

escalabilidad aplicadas a las ciencias sociales, los análisis contra-fácticos e incluso mejorar la predictibilidad de escenarios hipotéticos en tiempo actual en campos como el urbanismo, el impacto ambiental o la prognosis de cambios como efecto de políticas sociales.

## **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

Se contrastarán los datos empíricos de las investigaciones socio-históricas que se utilizarán como campo experimental para la simulación, utilizando la base de datos sobre pueblos indígenas y los Análisis de Redes Sociales (ARS) que se realizan en la Unidad de Investigación de Arqueología y Antropología del CENPAT, trabajando con una revisión crítica de las simulaciones previas, desarrolladas hasta ahora con NetLogo.

Simultáneamente, se tomarán los parámetros de las redes sociales para el diseño de los prototipos y se evaluarán otras plataformas de simulación. Estas actividades incluirán el estudio, análisis y revisión de las técnicas de configuración de archivos, manejo de datos y definiciones ontológicas en las ciencias sociales, fomentando su exploración desde modelos matemáticos o las ciencias de la computación. Asimismo, se plantea enriquecer las técnicas de modelado y la preparación de éstas para la utilización de los SIG.

## **Resultados y Objetivos**

En la tesina de grado “Modelos de Decisión con Múltiples Criterios para Agentes Inteligentes” se llegó a la conclusión que es posible aplicar técnicas de decisión social en el nivel interno de un agente para combinar las distintas preferencias del mismo, y se vio que el

método de agregación de preferencias elegido es un factor determinante en el comportamiento a nivel macro de la sociedad.

A partir de estos resultados, se plantean los siguientes objetivos para la investigación:

- Indagar la aplicación de técnicas de simulación social que se utilizan en estudios de caso regionales. En particular, los análisis de redes sociopolíticas de los cacicazgos indígenas patagónicos del siglo XIX en el marco del proceso de formación del Estado.
- Desarrollar un prototipo apto para el caso de estudio anterior y para otros de índole sociológica, desde un nivel micro a un nivel macro que incluya la referencia espacial de los actores mediante el empleo de Sistemas de Información Geográfica (SIG), visualización de datos, e interfaces hombre-computadora, que faciliten el uso del mismo por parte de los investigadores de las ciencias sociales.
- Utilizar el conjunto de datos fácticos de carácter cuantitativo y cualitativo que han sido provistos mediante Data Mining por las investigaciones socio-históricas del CENPAT, confrontando estos resultados con los mecanismos de simulación social.

### Formación de Recursos Humanos

Entre los antecedentes de la investigación se encuentra la tesina de grado “Modelos de Decisión con Múltiples Criterios para Agentes Inteligentes” del autor de este trabajo, aprobada recientemente. La investigación será el punto de referencia para los seminarios de postgrado que formarán parte del doctorado en Ciencias de la Computación

que realizará el autor en el marco de la beca.

### Referencias

- [1] Axtell R. 2000. Why agents? On the varied motivations for agent computing in the social science. *Center on Social and Economic Dynamics*.
- [2] Barceló, J. A. 2009a. Experimentación y desarrollo de técnicas avanzadas de inteligencia artificial para la simulación computacional de la dinámica social y la evolución histórica. *Proyecto I+D HAR2009-12258, 2010-2012, Universidad Autónoma de Barcelona. Ms.*
- [3] Barceló, J. A. 2009b. Computational Intelligence in Archaeology. *New York, Hershey, The Igi Group*.
- [4] Davidsson P. 2002. Agent Based Social Simulation: A Computer Science View. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation vol. 5, no. 1*.
- [5] Del Castillo Bernal, M. F. 2012. Modelando la Heterogeneidad Étnica y la Diversidad Cultural en Arqueología de Cazadores Recolectores Patagónicos. Aproximación desde la simulación computacional y los modelos basados en agentes. *Universitat Autònoma de Barcelona*.
- [6] Epstein, J.M. 2006. Generative Social Science. *Studies in Agent-Based Computational Modeling. Princeton: Princeton University Press*.
- [7] Epstein, J.M. y Axtell, R. 1996. Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom up.

- Cambridge, MA. Brookings Institution Press MIT.
- [8] Escolar, D., Salomón Tarquini, C. y Vezub, J. E. 2011. Proyecto I+D “Redes sociales indígenas y formación del estado en Cuyo, Pampa y Patagonia (1850-1900)”. ANPCYT, PICT N° 2011-1457, 2012-2014.
- [9] Gavrillets S., Anderson D. G., Turchin P. 2010. Cycling in the complexity of early societies. *Cliodynamics: The Journal of Theoretical and Mathematical History*.
- [10] Gilbert, N. 2000. The Simulation of Social Processes. *En Modèles et Systèmes Multi-Agents pour la Gestion de l'Environnement et des Territoires*. N. Ferrand (Ed.). 121 - 137.
- [11] Gilbert, N. 2008. Agent-Based Models. London. Sage Publications Ltd.
- [12] Gilbert, N. y Abbott, A. 2005. Introduction. *American Journal of Sociology*, 110(4), 859-863.
- [13] Gilbert, N. y Troitzsch, K.G. 1996. Simulation for the Social Scientist. Buckingham, U.K. Open University Press.
- [14] Hanneman, R. A. y Riddle M. 2005. Introduction to social networks methods. *University of California, Riverside*.
- [15] Jennings, N. R. y Wooldridge, M. 1998. Applications of intelligent agents. *Agent Technology: Foundations, Applications and Markets*.
- [16] Miceli, J. y Guerrero, S. 2007. Redes libres de escala y su uso en el análisis de datos etnográficos: El caso de la comunidad tehuelche de Chalfía/ Díaz D. et.al., *Exploraciones en antropología y complejidad*. Grupo Antropocaos.
- [17] Miller, J.H. y Page, S.E. 2007. Complex Adaptive System. *An Introduction to Computational Models of Social Life*. Princeton, Princeton University Press.
- [18] Rao, A. S. y Georgeff, M. P. 1995. Formal models and decision procedures for multi-agent systems. *Technical Note 61, Australian AI Institute*.
- [19] René Cura, R., Stickar R. y Buckle C. E. 2013. Agentes BDI con función de utilidad. Un enfoque hacia la opinión y la confianza en la toma de decisiones. *XV Workshop de Investigadores en las Ciencias de la Computación*.
- [20] René Cura, R. 2014. Modelos de Decisión con Múltiples Criterios para Agentes Inteligentes. *Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco*.
- [21] Reynoso, C. 2011. Redes sociales y complejidad – Modelos interdisciplinarios en la gestión sostenible de la sociedad y la cultura. *Buenos Aires, Sb*.
- [22] Turchin P. 2008. Arise cliodynamics. *Nature*.
- [23] Vezub, J. E. 2009. Valentín Saygüequé y la “Gobernación Indígena de las Manzanas”. Poder y etnicidad en la Patagonia Septentrional (1860-1881). *Buenos Aires, Prometeo Libros*.
- [24] Wooldridge, M. 2009. An introduction to multi-agents systems – 2nd edition. U.K., John Wiley & Sons Ltd.