

---

**INSTRUCTOR**

---

Carlos Córdoba ([ca.cordoba10@uniandes.edu.co](mailto:ca.cordoba10@uniandes.edu.co))  
Oficina ML-754  
Horario de atención: Únicamente con cita programada vía email.

---

**HORARIO / SALON**

---

Jueves 17:00–19:50  
Salón: ML 617

---

**DESCRIPCIÓN**

---

El curso de **Simulación basada en Agentes (SIMBA)** es un curso de maestría del Departamento de Ingeniería Industrial, por medio del cual se brindan al estudiante herramientas complementarias a enfoques tradicionales en el estudio de sistemas organizacionales. El curso SIMBA combina elementos fundamentales de la teoría de sistemas (interacciones, estructura y comportamiento) con técnicas computacionales de simulación de sistemas complejos. El curso refuerza dos pilares del “núcleo” del Departamento de Ingeniería Industrial: (i) *El paradigma de simulación computacional (ampliamente interpretado)*; y (ii) *La perspectiva de sistemas en ambientes complejos e inciertos*.

La complejidad actual de los sistemas organizacionales hace que ninguna disciplina por sí sola sea capaz de generar un entendimiento holístico de los mismos. Perspectivas actuales involucran aproximaciones cuantitativas desde la economía, psicología, sociología e incluso desde la física y la ingeniería industrial. Adicionalmente, enfoques tradicionalmente “estáticos” (p. ej., únicamente centrados en la determinación de *equilibrios* y no en el proceso para llegar a ellos) son insuficientes para explicar la evolución y dinámica de cambio, lo cual hace que las herramientas computacionales se conviertan en un recurso complementario tanto para el *estudio* como para la *transformación* de dichos sistemas.

El curso SIMBA es una aproximación interdisciplinaria al modelado del comportamiento individual y sus implicaciones en la emergencia de características agregadas de sistemas. Por medio de este curso se pretende brindar una sólida base metodológica en relación con la elaboración de modelos computacionales basados en agentes y su aplicación a diversas problemáticas observadas en sistemas sociales y organizacionales. Preguntas como las siguientes son abordadas en el curso: ¿Cómo ciertas estructuras organizacionales facilitan o impiden la innovación, cooperación y competencia? ¿Cómo la aproximación de agentes ayuda al (re)diseño de sistemas socio-técnicos? ¿Cómo los modelos de agentes ayudan a establecer diferentes alternativas de coordinación de tareas en sistemas organizacionales?

El curso combina clases teóricas con talleres prácticos de construcción de modelos de simulación. El programa se divide en tres grandes componentes: (i) Introducción al estudio de los sistemas sociales y organizacionales mediante la simulación computacional basada en agentes; (ii) Estándares en la construcción y análisis de modelos de agentes; y (iii) Aplicaciones a diversas áreas (diseño organizacional, decisiones estratégicas, determinación de efectos de interdependencias en sistemas, etc.). Los estudiantes deben realizar un proyecto en parejas (tipo artículo) donde demuestren (i) Habilidades básicas en la construcción y análisis de modelos de agentes; y (ii) Capacidad de usar los modelos de agentes para *explicar, intervenir y/o tomar decisiones* respecto a diversas dinámicas organizacionales y sociales. El proyecto se evaluará de acuerdo a cuatro

aspectos: (i) Originalidad de la pregunta de investigación; (ii) Revisión de literatura (mínimo 10 artículos de revistas científicas diferentes a la bibliografía del programa), (iii) modelo computacional, y (iv) calidad de los análisis de resultados.

**PROGRAMA DE CLASES**


---

<b>Semana</b>	<b>Fechas</b>	<b>Tema</b>	<b>Bibliografía</b>
1	Enero 23	- ¿Qué es la simulación basada en agentes? Diferencias con otras técnicas de simulación (e.g. teoría de juegos y dinámica de sistemas), ejemplo de un modelo de agentes.	[March91A]
2	Enero 30	- El enfoque generativo de hacer ciencia, comportamiento inductivo, agregación y emergencia en sistemas sociales - Introducción a Netlogo 1. - Quiz de lecturas 1	[A94] [Epstein99] [Page12]
3	Febrero 6	No hay clase (Viaje de trabajo)	
4	Febrero 13	- Interdependencias en sistemas sociales, Segregación (el modelo de Schelling), Convergencia local y polarización cultural (el modelo de Axelrod) - Introducción a Netlogo 2 - Quiz de lecturas 2	[Axelrod97] [Schelling71, p.143-166]
5	Febrero 20	- Sesión de discusión del Libro 1 - Introducción a Netlogo 3 - Tarea de programación 1	[Schelling78]
6	Febrero 27	- Racionalidad limitada, exploración y explotación - Quiz del Libro 1 - Introducción a Netlogo 4 - Tarea de programación 2	[March78] [March91B]
7	Marzo 5	- Aprendizaje por refuerzo (reinforced learning), interdependencias y adaptación (el modelo NK) - Quiz de lecturas 3 - Introducción a Netlogo 5 - Tarea de programación 3 - Entrega de la primera parte del proyecto	[MF02] [Levinthal97]
8	Marzo 12	- Sesión de discusión Libro 2 - Introducción a Netlogo 6 - Tarea de programación 4	[EA96]
9	Marzo 19	Semana de receso	
10	Marzo 26	- Verificación y validación de modelos de agentes, El protocolo ODD y Análisis de sensibilidad en Netlogo - Quiz del Libro 2 - Introducción a Netlogo 7	[WFM07] [GrimmEtAl10] [ThieleEtAl14]

		- Tarea de programación 5	
11	Abril 2	- Sesión de discusión Libro 3 - Quiz de lecturas 4 - Evasión de impuestos - Tarea de programación 6	[Epstein14] [HokampEtAl18, cap. 1]
12	Abril 9	Semana de trabajo individual	
13	Abril 16	- Organizaciones emergentes - Quiz del Libro 3 - Replicaciones 1 y 2	[SN16, cap. 2]
14	Abril 23	- Propagación en sistemas sociales - Quiz de lecturas 5 - Replicaciones 3 y 4 - Entrega de la segunda parte del proyecto	[LY18, cap. 1]
15	Abril 30	- Competencia de partidos políticos - Quiz de lecturas 6 - Replicaciones 5 y 6	[LS11, caps. 1 y 2]
16	Mayo 7	- Difusión de innovaciones - Quiz de lecturas 7 - Replicaciones 7 y 8	[RR11] [DelreEtAl10]
17	Mayo 14	- Cultura y organizaciones - Quiz de lecturas 8 - Replicaciones 9 y 10	[Hofstede19] [HofstedeEtAl15]
18	Mayo 21	- Emergencia de segundo orden - Quiz de lecturas 9 - Replicaciones 11 y 12	[Squazzoni08]
	Junio 3 12:00 pm	Entrega final del proyecto (en parejas)	

### BIBLIOGRAFÍA DEL CURSO

En este curso se leerán tres libros. Habrá un quiz sobre cada uno de ellos, programados en las siguientes fechas:

1. Febrero 27: [Schelling78] - Schelling, T. C. (1978). *Micromotives and Macrobehavior*. New York, NY: Norton (valor: 5% de la nota)
2. Marzo 26: [EA96] - Epstein, J. M., Axtell, R. (1996). *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*. Washington, DC, Brookings and Cambridge, MA: MIT Press. (valor: 5% de la nota)
3. Abril 16: [Epstein14] - Epstein, J. M. (2014). *Agent\_Zero: Toward Neurocognitive Foundations for Generative Social Science*. Princeton: Princeton University Press (valor: 5% de la nota).

Lecturas adicionales (obligatorias):

1. [March91A] - March, J. G. (1991). How decisions happen in organizations. *Human-computer interaction*, 6(2), 95-117.
2. [A94] - Arthur, W. B. (1994). Inductive reasoning and bounded rationality. *The American Economic Review* 84(2): 406-411.

3. [Epstein99] - Epstein, J. M. (1999). Agent-based computational models and generative social science. *Complexity* 4(5): 41-60.
4. [Page12] - Page, S. E. (2012). Aggregation in agent-based models of economics. *The Knowledge Engineering Review* 27 (2): 151-162.
5. [Axelrod97] - Axelrod, R. (1997). The dissemination of culture: a model with local convergence and global polarization. *Journal of Conflict Resolution* 41: 203-26.
6. [Schelling71] - Schelling, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *Journal of mathematical sociology*, 1(2), 143-186.
7. [March78] - March J. G. (1978) Bounded rationality, ambiguity, and the engineering of choice. *Bell Journal of Economics* 9(2): 587-608
8. [March91B] - March J.G. (1991). Exploration and exploitation in organization learning. *Organization Science* 2(1): 71-87.
9. [MF02] - Macy, M. W., & Flache, A. (2002). Learning dynamics in social dilemmas. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(suppl 3), 7229-7236.
10. [Levinthal97] - Levinthal, D. A. (1997). Adaptation on rugged landscapes. *Management Science* 43: 934 - 950.
11. [WFM07] - Windrum, P., Fagiolo, G., Moneta, A. (2007). Empirical validation of agent-based models: alternatives and prospects. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* 10 (2) 8
12. [GrimmEtAl10] - Grimm, V, Berger, U., DeAngelis, D. L., Polhill, J. G., Giske, J. and Railsback, S. F. (2010). The ODD protocol: A review and first update. *Ecological Modelling* 221(23): 2760-2768.
13. [ThieleEtAl14] - Thiele, J. C., Kurth, W., & Grimm, V. (2014). Facilitating parameter estimation and sensitivity analysis of agent-based models: A cookbook using NetLogo and R. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 17(3), 11.
14. [HokampEtAl18] - Hokamp, S., Gulyás, L., Koehler, M., & Wijesinghe, S. (Eds.). (2018). *Agent-based modeling of tax evasion: theoretical aspects and computational simulations*. John Wiley & Sons.
15. [SN16] - Secchi, D., & Neumann, M. (2016). *Agent-Based Simulation of Organizational Behavior*. Springer: Berlin.
16. [LY18] Lehmann, S., & Ahn, Y. Y. (2018). *Complex spreading phenomena in social systems*. Springer International Publishing.
17. [LS11] - Laver, M., & Sergenti, E. (2011). *Party competition: An agent-based model*. Princeton University Press.
18. [RR11] - Rand, W., & Rust, R. T. (2011). Agent-based modeling in marketing: Guidelines for rigor. *International Journal of Research in Marketing*, 28(3), 181-193.
19. [DelreEtAl10] - Delre, S. A., Jager, W., Bijmolt, T. H., & Janssen, M. A. (2010). Will it spread or not? The effects of social influences and network topology on innovation diffusion. *Journal of Product Innovation Management*, 27(2), 267-282.
20. [Hofstede19] - Hofstede, G. J. (2019). GRASP agents: social first, intelligent later. *AI & Society*, 34(3), 535-543.
21. [HofstedeEtAl15] - Hofstede, G. J., Dignum, F., Prada, R., Student, J., & Vanhée, L. (2014, May). Gender differences: the role of nature, nurture, social identity and self-organization. *In International Workshop on Multi-Agent Systems and Agent-Based Simulation* (pp. 72-87). Springer, Cham.
22. [Squazzoni08] - Squazzoni, F. (2008). The micro-macro link in social simulation. *Sociologica*, 2(1), 0-0.

Bibliografía / referencias adicionales (opcional):

1. Hamill, L., & Gilbert, N. (2015). *Agent-based Modelling in Economics*. Chichester: John Wiley & Sons.
2. Railsback, S. F. Grimm, V (2012). *Agent-Based and Individual-Based Modeling: A Practical Introduction*. Princeton: Princeton University Press.
3. Wilensky, U., & Rand, W. (2015). *An Introduction to Agent-Based Modeling: Modeling Natural, Social, and Engineered Complex Systems with Netlogo*. MIT Press.

### **MODELOS PARA REPLICACIÓN / PRESENTACIÓN**

Los estudiantes (en grupos de tres personas) tendrán que realizar una presentación de máximo 20 min. y replicar un modelo de acuerdo a las alternativas mostradas a continuación. Durante cada presentación, los demás estudiantes tienen la opción de participar con sus comentarios, ya sea conectando de forma novedosa los resultados del modelo con otra literatura u ofreciendo interpretaciones nuevas de los resultados del artículo. La participación tiene un porcentaje en la nota final.

1. Bennett, D. S. (2008). Governments, civilians, and the evolution of insurgency: Modeling the early dynamics of insurgencies. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 11(4), 7.
2. Bullinaria, J. (2018). Agent-based models of gender inequalities in career progression. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 21(3).
3. Delre, S. A., Jager, W., Bijmolt, T. H., & Janssen, M. A. (2007). Targeting and timing promotional activities: An agent-based model for the takeoff of new products. *Journal of Business Research* 60(8): 826-835.
4. Kowalska-Styczeń, A., & Sznajd-Weron, K. (2016). From Consumer Decision to Market Share—Unanimity of Majority? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 19(4).
5. Patrzyk, P. M., & Takáč, M. (2017). Cooperation via intimidation: An emergent system of mutual threats can maintain social order. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 20(4).
6. Miller, K. D., & Martignoni, D. (2015). Organizational learning with forgetting: Reconsidering the exploration–exploitation tradeoff. *Strategic Organization* 1476127015608337.
7. Dignum, F. (2018). Explaining the Emerging Influence of Culture, from Individual Influences to Collective Phenomena. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 21(4), 1-11.
8. Malarz, K., & Paradowski, K. (2018). Model of Knowledge Transfer Within an Organisation. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 21(2).
9. Yavaş, M., and Gönenç, Y. (2014). Impact of homophily on diffusion dynamics over social networks. *Social Science Computer Review*, 32(3): 354-372.
10. Barkoczi, D., & Galesic, M. (2016). Social learning strategies modify the effect of network structure on group performance. *Nature Communications*, 7: 13109.
11. Herath, D., Costello, & Homberg, F. (2017). Team problem solving and motivation under disorganization—an agent-based modeling approach. *Team Performance Management*, 23(1/2), 46-65.
12. Houy, N. (2019). Common Dynamics of Identity and Immigration: The Roles of Mobility and Democracy. *Journal of Artificial Societies & Social Simulation*, 22(4).

### **EVALUACIÓN**

- Quices de libros: 15%
- Quices de lecturas: 10%
- Tareas de programación: 20%
- Replicación de un modelo: 15%
- Participación en clase: 10%
- Proyecto: 30%, con tres entregas:
  - Ensayo entre 1500 y 2500 palabras con la justificación del problema o sistema social a estudiar (valor: 10% de la nota).
  - Modelo de agentes en el protocolo ODD, de máximo 3000 palabras (valor: 5% de la nota).
  - Ensayo tipo artículo científico que incluya las dos partes anteriores (revisadas de considerarse necesario) y el análisis de resultados del modelo (15% de la nota).

### **NOTAS IMPORTANTES**

---

- La nota final se dará en el intervalo [1.50, 5.00]. No hay ningún tipo de aproximación, trabajos extra o cambios en las notas. Para aprobar el curso, es necesario que el promedio ponderado sea superior a 3.00.
- Recuerde que este curso es de nivel de maestría, se espera que su trabajo en las tareas y proyectos de investigación sea acorde con el de un estudiante de maestría (sin importar su nivel actual de estudios).
- ¡Ninguna fecha programada se aplazará!