

interdisciplinaridad en las ciencias sociales. Centro Interdisciplinario de Ciencias Etnolingüísticas y Antropológico-sociales, Rosario, 2004.

Avances y obstáculos para la simulación en Ciencias Sociales.

De Grande, Pablo.

Cita:

De Grande, Pablo (Noviembre, 2004). *Avances y obstáculos para la simulación en Ciencias Sociales. interdisciplinaridad en las ciencias sociales. Centro Interdisciplinario de Ciencias Etnolingüísticas y Antropológico-sociales, Rosario.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/pablo.de.grande/18>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/pcWP/dpM>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

Avances y obstáculos para la simulación en Ciencias Sociales

Pablo De Grande (Becario CONICET)

Noviembre de 2004 – pablodg@softhome.net

Presentado en las jornadas “La interdisciplinariedad en las ciencias sociales”
Centro Interdisciplinario de Ciencias Etnolingüísticas y Antropológico-sociales (CICEA)
Facultad de Humanidades y Artes, Universidad Nacional de Rosario
25 y 26 de noviembre de 2004

En este trabajo se presentan algunas características de la experiencia de simulación en Ciencias Sociales como disciplina en construcción, y se identifican algunas dificultades en términos de limitantes para el aprovechamiento de este conjunto de nuevas herramientas.

1. Presentación.....	1
2. Técnicas de simulación	2
3. Ejemplos: un caso clásico	6
4. Dificultades para las ciencias sociales....	9
5. Hacia adelante.....	11
6. Bibliografía.....	15

1. Presentación

El estudio de sistemas complejos ha despertado en los últimos años creciente interés desde un número relativamente amplio de disciplinas tales como la economía (Hudak, 2002), la sociología (Hegselmann y Krause, 2002), la filosofía (Baker 2002), y la biología (Anand, 2002), entre otras. Particularmente, la recreación de estos sistemas en entornos simulados ha abierto el campo de observación de varias disciplinas científicas y de conceptualizaciones teóricas que refuerzan y sostienen estos abordajes.

El desarrollo en este campo, que ha evidenciado un sostenido impulso conforme se ha incrementando la capacidad de procesamiento de los equipos computacionales disponibles, supuso la puesta en común de saberes hasta ahora inconexos. Entre ellos, los desarrollos en inteligencia artificial, modelos matemáticos y teorías de sistemas junto a modelos de ciencias biológicas, sociales, organizacionales y económicas.

Este saber interdisciplinario que se encuentra actualmente en construcción aparece manifiesto no en un país o en una escuela de pensamiento particular, sino más bien como un desafío abierto a la comunidad científica a nivel mundial. La presencia de iniciativas de estas características, comenzando con modelos de microsimulación, pueden rastrearse en grupos variados y dispersos en los últimos 20 años: en Australia (DYNAMOD-2), Canadá (Lifepaths), Noruega (MOSART), Suecia, Alemania (GMOD), Estados Unidos (DYNASIM, DYNASIM2 y CORSIM [1987]), Francia (DESTINIE) o el Reino Unido (PENSIM), entre otros (Zaidi y Rake, 2001; Baekgaard y Robinson, 1997).

Esta avanzada de producción vinculada a la colocación de hipótesis en modelos de simulación y a la parametrización de ensayos “in silico” a través de las diferentes disciplinas sugiere, en el campo de las ciencias sociales, un corrimiento respecto de la tradición científica más establecida, tanto en el conocimiento de medios de formalización como en la exigencia de pasos teóricos al construir teoría.

2. Técnicas de simulación

Basándonos en la clasificación presentada en *Simulation for the social scientist*, es posible caracterizar las técnicas disponibles para simulación en ciencias sociales en seis grupos (Gilbert, N. y Troitzsch, K., 1999). Se describen a continuación los que resultan centrales en las tres fases identificadas por estos autores: macrosimulación (dinámica de sistemas; simulación basada en ecuaciones), microsimulación (modelos microanalíticos y modelos multinivel) y simulación multiagente. En virtud de esta selección, se omiten los modelos de colas y los modelos de aprendizaje/evolutivos.

Dinámica de sistemas

Esta metodología, creada por Forrester (Forrester, 1989), permite realizar un modelo que representa la dinámica de un sistema a partir de las relaciones que se establecen entre sus principales factores. “Sus aplicaciones incluyen el flujo de materiales en una fábrica, el control de inventario en un almacén, legitimidad del estado y políticas imperialistas, tráfico urbano, migración, transmisión de enfermedades, cambios demográficos en un sistema de mundo, y límites al crecimiento ecológico”. (Macy y Willer, 2002)

La dinámica de sistemas –iluminando los bucles de realimentación (positivos y negativos) observables entre los componentes de un sistema– constituyó la primera “oleada” de simulación en los años sesenta. Asimismo, sirvió de base para los estudios encargados por el Club de Roma a Forrester y su equipo para evaluar el efecto del crecimiento de la población y de la actividad humana en un mundo de recursos limitados.

Modelos microanalíticos

Los modelos de microsimulación constituyeron el primer paso en el desplazamiento de “los factores a los actores” en la simulación en ciencias sociales. En éstos, en lugar de modelarse características agregadas, se trabaja sobre cada elemento del conjunto (familias, hogares, contribuyentes, etc.) para representar el desarrollo de sus atributos individuales a lo largo del tiempo.

El modo de implementación de este tipo de simulación suele estructurarse como una base de datos en la que cada registro es un individuo. Sobre ellos se realizan durante la simulación sucesivas modificaciones que actualizan los cambios estimados de cada individuo (envejecimiento, participación laboral, nivel de ingresos, contribución impositiva, etc.).

El manejo del tiempo en estos modelos suele no ser continuo, es decir, que avanza de a saltos (años, meses, días). Con frecuencia, determinados subprocesos de estas simulaciones se definen en forma estocástica: por ejemplo, el estado civil se determina en cada ciclo para cada individuo por la probabilidad de contraer matrimonio, de divorciarse o de enviudar en relación a su estado inmediato anterior).

Una característica de estos trabajos es que requieren de muestras relativamente grandes (a veces combinadas de varias fuentes) para poder contar con inferencias confiables sobre las probabilidades de transición de las variables seleccionadas en los microdatos. Por este motivo, suelen apoyarse en información preexistente, sea de encuestas de hogares o de registros censales disponibles.

La microsimulación inició el segundo período –durante los 70s– dentro de los tres señalados por N. Gilbert (Gilbert y Troitzsch, 1999).

Modelos multinivel

Los modelos multinivel introducen una forma de dar cuenta en el análisis microanalítico de la existencia de estructuras jerárquicas así como de agrupamientos en clusters (Hox, 1998).

Los modelos multinivel permiten por una parte incorporar en los elementos de menor nivel características de niveles más agregados, como son por ejemplo datos de los hogares respecto a los individuos en una muestra demográfica, o información del tipo de aula en una muestra de alumnos, etc. (Goldstein, 1998). Por otra parte, también operan en sentido inverso, alimentando variables de niveles intermedios con datos pertenecientes a niveles menores de agrupación, como por ejemplo la medida del rendimiento de un docente a partir de la evolución en el tiempo de los conocimientos de sus alumnos.

Este tipo de estudio es particularmente adecuado donde existen relaciones jerárquicas, o donde es posible considerar atributos del grupo de pertenencia como factores de injerencia de un nivel supraindividual, o donde es relevante considerar explícitamente las relaciones entre lo micro y un nivel global (economía nacional, planes sociales, etc.). Un ejemplo de interacción global es el caso de la resolución iterativa de un plebiscito, donde la posición de una población es por 'sí' o por 'no'. Inicialmente, la distribución más probable por el 'sí' ronda el 50%, y luego, según el grado en que la tendencia general influya en las elecciones particulares (que con frecuencia influye en alto grado) éstas irán reforzando la inclinación inicial hacia el 'sí' acercándose ya sea al 10% o al 90% (Gilbert y Troitzsch, 1999: 95).

Autómatas celulares y modelos multiagente

La decisión de incluir a los autómatas celulares junto a los modelos basados en agentes deriva de que los modelos de autómatas celulares pueden considerarse un caso particular de modelo multiagente. Por esto, en favor de la brevedad, dejaremos de lado el detalle particular de los autómatas celulares para describir los modelos multiagente en general.

Los modelos multiagente consolidaron desde los años ochenta la tercera oleada de modelos de simulación. Se trata de programas que contienen un conjunto de agentes computacionales. Estos agentes 'son autónomos: tienen control sobre su propio

comportamiento y pueden actuar sin intervención de humanos o de otros sistemas’ (Sawyer, 2003: 327). Esta conceptualización de agentes tiene su raíz en la investigación sobre inteligencia artificial distribuida, donde se impuso la necesidad de poder trabajar sobre la forma en que un grupo de elementos independientes podía interactuar y adaptarse como conjunto. Estos agentes procesan información en forma no centralizada, interactuando entre sí y respecto a un entorno, que es a su vez cambiante y sólo parcialmente conocido por los mismos.

Los agentes tienen típicamente las capacidades de presentar autonomía (esto es, operan sin control directo de otros sobre sus acciones o estados internos), habilidad social (es decir que tienen capacidad de relacionarse), reactividad (respuesta al entorno) y proactividad (pueden tomar la iniciativa y tener comportamiento orientado a fines) (Gilbert y Troitzsch, 1999:159).

En simulaciones multiagente aplicadas a ciencias sociales, el grado en que estas características son desarrolladas varía en función del modelo. Sin embargo, es siempre característico de los modelos multiagente la presencia de un conjunto de “copias” de uno o varios tipos de agentes, interactuando entre sí, ajenos a un control central (Holland, 1995).

Estas interacciones, definiendo el curso de acción de los agentes, llevan a este tipo de

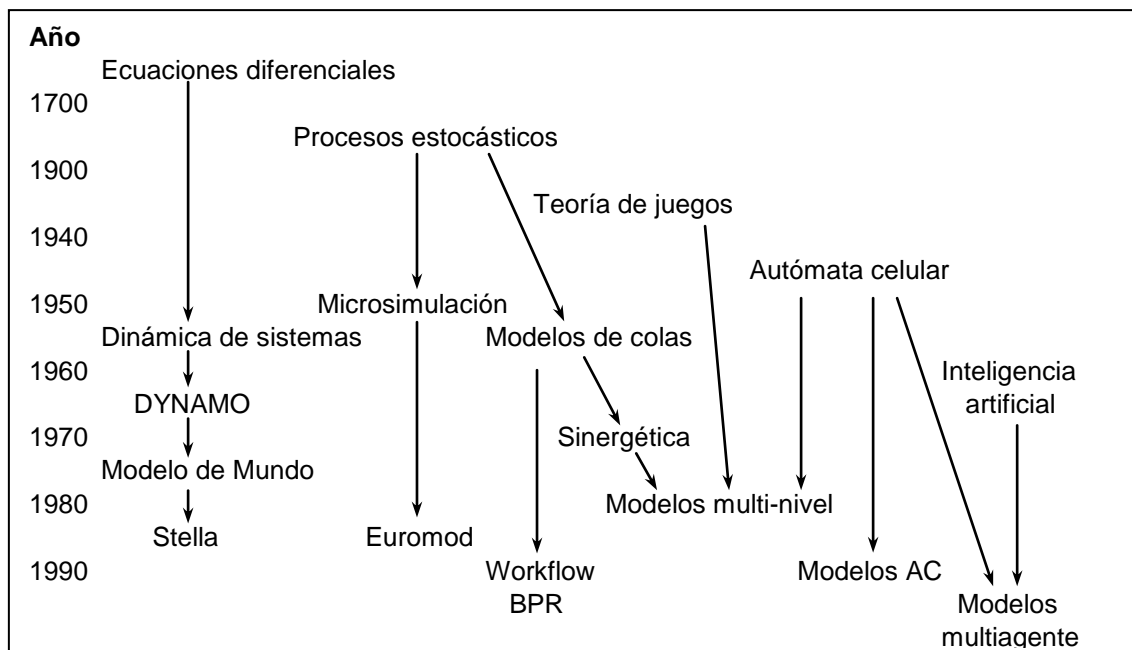


Figura 1. Desarrollo de los abordajes contemporáneos de simulación en ciencias sociales, reproducido de *Simulation for the Social Scientist* (Gilbert, Klaus G. Troitzsch, 1999: 7).

modelos a un funcionamiento no lineal, en tanto representan fenómenos en que no es posible definir una conducta “típica” o promedio para los agentes. “La conducta del sistema en su conjunto no puede ser obtenida de sumar la conducta de sus partes constituyentes. No es más posible entender realmente estrategias en un juego de ajedrez compilando estadísticas de los movimientos de sus piezas de lo que pueden entenderse la conducta de una colonia de hormigas en términos de promedios” (Holland, 1998:122). Los atributos del conjunto (colonia adaptativa) emergen (no se deducen) de las relaciones de los elementos que lo constituyen (hormigas poco adaptables).

Este tipo de construcciones, llevan a evaluar la posibilidad de observar determinadas formaciones de la vida social no como una jerarquía de instituciones y normas conformando lo individual, sino buscando procesos de autoorganización y complejidad en el nivel particular. Este sentido implica un movimiento “de factores a actores” (Macy y Willer, 2002:144) en el arte de simular, y un corrimiento de la investigación aplicada al desarrollo de teoría.

Cabe destacar asimismo que claramente no todos los problemas pueden verse de *abajo hacia arriba*. En efecto, según Macy y Willer “los modelos basados en agentes son apropiados para estudiar procesos que no tienen una coordinación central, incluyendo la emergencia de organizaciones que, una vez establecidas, imponen orden de arriba hacia abajo.” (Macy y Willer, 2002:148).

3. Ejemplos: un caso clásico

Para acercar el tema desde un caso, remitiremos al modelo de segregación elaborado por Schelling a inicio de los 70. En este modelo aparece lo macro a partir de lo micro en una comunidad artificial de vecinos.

Emergencia

La noción de emergente es un concepto central en la teoría de la complejidad. La emergencia sucede cuando interacciones en un nivel de organización dado dan surgimiento a tipos o propiedades diferentes en otro nivel de organización más complejo (Gilbert y Troitzsch, 1999). El concepto de emergente permite vincular entonces fenómenos en el plano molecular (del nivel físico-químico) con fenómenos en el plano biológico (como es, por ejemplo, la vida); conductas simples a nivel de contexto

individual de automovilistas con congestionamientos de tránsito, o fenómenos macroeconómicos a partir de decisiones de agentes individuales.

El modelo

En 1971 Thomas Schelling mostró que una pequeña preferencia respecto a que los propios vecinos sean de igual color podía llevar a una segregación total. Para demostrar su teoría, usó monedas en un tablero de papel, moviendo sucesivamente las fichas que no estuvieran “felices”.

En el modelo, esta preferencia es representada como un determinado nivel de tolerancia que las personas tienen respecto a sus vecinos, y el ‘color’ simboliza un elemento de segmentación, que bien podrían también ser su religión, nivel de ingresos, casta, o cualquier otra forma de diferenciación. Esta tolerancia significa por ejemplo que si la misma fuera de 40%, el sistema se mantendría estable siempre que al menos cuatro de los diez vecinos más cercanos a un determinado individuo sean de su mismo color. En caso contrario, quienes no tuvieran satisfecha tal condición se mudarían al lugar más cercano que sí la cumpliera. “El argumento de Schelling era que incluso con un nivel de tolerancia más bajo que 50% los resultados serían similares que con nivel de tolerancia más bajos. Incluso con niveles tan bajos como 20%, podría resultar en casi una completa segregación” (Gilbert y Troitzsch, 1999).

En la Figura 2 puede verse por ejemplo el resultado para un nivel de exigencia de 37.5% (es decir, tres de cada diez vecinos deben ser del mismo color). En (A) se encuentra la distribución inicial, y en (B) la configuración final luego de realizar todos los cambios que fueran necesarios hasta que la totalidad de los vecinos se encuentre a gusto en sus ubicaciones.



Figura 2: Efecto de un nivel de exigencia de 37.5% en el modelo De Schelling,

reproducido de *Simulation for the Social Scientist* (Gilbert y Troitzsch, 1999: 7)

En la figura final puede verse un marcado nivel de reagrupamiento por color. Estos agrupamientos no sólo emergen de los movimientos individuales (generación de abajo hacia arriba), sino que además determinan luego la falta de movilidad en la población (al resultar la distribución en que todos satisfacen sus condiciones para la vecindad).

Tiempo y espacio

El trabajo de Schelling agrega también un elemento característico de modelos multiagente y especialmente de autómatas celulares, que es la presencia explícita del tiempo y del espacio. Usualmente, tanto la temporalidad extendida de los actores como la espacialidad en toda forma suelen ser omitidas en la teoría y en trabajos de investigación aplicada.

Esta *no-espacialidad* de las unidades de análisis se encuentra tan asimilada a las características de trabajos temáticos que resulta natural consultar trabajos empíricos sin más referencias al espacio que el nombre del país, zona o ciudad donde están alojadas las unidades de análisis. Sin embargo, el buen sentido nos indica que tanto la realidad física como la social se construyen altamente estructuradas por una existencia en el tiempo y en el espacio. Esta percepción debería llevarnos a examinar con más detenimiento afirmaciones como “a más educación más empleo” si es que no han sido presentadas adecuadamente las nociones de espacio y tiempo situados para relacionar dichos factores.

La relación micro → macro

Del modelo de Schelling se desprenden algunos elementos estrechamente vinculados al núcleo de ciertas preguntas centrales en ciencias sociales. ¿Cómo opera en un conjunto de individuos la competencia o la cooperación? ¿Cómo la influencia y las relaciones de dominación? ¿Cómo se originan organizaciones y normas de las que son autores pero que a la vez los exceden y gobiernan? ¿Es posible prescindir de lo individual en el análisis de lo social? ¿Y llevar el estudio de lo colectivo exclusivamente desde la observación individual?

Como primera aproximación, el estudio de segregación muestra cómo determinados patrones de agrupamiento en una población pueden darse sin mediación de una política

expresamente colectiva y sin una preferencia que marque tal grado de segregación en forma directa. A la vez, una vez constituido el patrón a nivel agregado, el mismo se mantiene en el tiempo condicionando la acción individual. Es decir: la acción individual descentralizada configura la población en cierta forma, luego de lo cual deja de ser posible salir de dicha configuración. Esta configuración a nivel macro no está explícitamente prefijada en las reglas o intención de comportamiento individual, pero se construye a partir de ella.

A partir de estos hechos, es preciso dar cuenta de ciertos elementos puestos en evidencia, que pueden resumirse como:

- ciertos comportamientos a nivel individual pueden configurar fenómenos colectivos (patrones de segregación, en el caso de Schelling).
- estos fenómenos colectivos tienen independencia de los individuos, sin que ello implique que tengan existencia propia fuera de la existencia de los individuos como conjunto.
- estos fenómenos colectivos –producto de disposiciones individuales– pueden a su turno afectar las propensiones individuales (en este caso, de vivir en un barrio heterogéneo) sin una agencia a nivel macro que lo estimule (medios de prensa, partidos políticos, etc.), sino más bien como una derivación de la interacción y los patrones que de ella emergen.

Cabe destacar que, así como de esta simulación se derivan argumentos a favor de ciertas tesis del individualismo metodológico, también hay trabajos donde por esta técnica se defienden las tesis opuestas. En ellos, ante ciertas condiciones del entorno macro (no determinadas desde lo micro) se ven radicalmente alterados ciertos funcionamientos en el nivel microsocioal. Esto es, ya no causalidad micro→macro, sino causalidad “hacia abajo”, en el sentido macro→micro. Este hecho de la doble dirección de causalidad en lo social es algo tradicionalmente advertido en la teoría social. En ella, sin embargo, se le ha dado un tratamiento que descuida el fenómeno de la emergencia, y las implicancias teóricas que de ella derivan¹.

¹ ver una presentación más completa de este punto en Sawyer 2001.

4. Dificultades para las ciencias sociales

Independientemente de su forma de uso, la simulación tanto para especulaciones empíricas como teóricas impone un mayor grado de formalización del que el investigador social está habituado utilizar. En referencia a esta limitación, Sawyer – retomando la clasificación de teorías de Turner– pone como marco las *teorías axiomáticas*: “la contribución de las sociedades artificiales a la teoría sociológica será principalmente a teorías de un cierto tipo: aquellas que se caracterizan por el rigor lógico y la claridad de terminología” (Sawyer 2003:332).

Sin embargo, es posible identificar un conjunto de trabas para la adopción de este tipo de técnicas en ciencias sociales más allá de la cuestión propiamente teórica. Abordaremos entonces la enumeración de obstáculos existentes no como características del objeto de estudio, o de las características objetivas de las teorías sobre él construidas, sino de aquellos identificables como limitantes en la comunidad concreta y humana de investigadores sociales.

La hipótesis es que hay dificultades a destacar en términos de preconceitos y precondiciones. Estas dificultades aparecen como un obstáculo en torno al conjunto de nuevas dudas y herramientas que las experiencias de simulación en ciencias sociales están produciendo.

1) Epistemológicas

Desde un punto de vista epistemológico, la inclusión de conceptos no disponibles en sus inicios (tales como sistema, emergencia, patrones, redes, etc.) suponen al menos una revisión parcial de los parámetros según los cuales han basado sus construcciones los principales paradigmas de las ciencias sociales.

Por una parte, las técnicas de simulación confrontan al investigador con modelos y modos de razonamiento que atraviesan en la actualidad diversas ciencias y cuya fertilidad debe ser puesta a prueba en el ámbito de las ciencias sociales. Por otra parte, la teoría clásica debe ser revisada y ampliada para poder incorporar el problema de la complejidad, de modo de impedir ser arrastrados por una suerte de paradigma único de lo complejo, logrando a la vez recuperar la madurez y capacidades que estas nuevas perspectivas aportan.

Desde estos aspectos, la provocación surgida por la capacidad de uso de técnicas de simulación permite recrear y reevaluar viejas teorías, a la vez que obliga a considerar nuevas hipótesis en relación a la formulación, persistencia y cambio de relaciones e interacciones en lo social.

Este camino de cambio puede operar como un obstáculo para el uso de técnicas de simulación, en tanto dan cuenta de la necesidad de especificar y revisar cierto número de postulados dados por válidos en marcos teóricos más tradicionales.

2) Motivacionales

Siguiendo a Bachelard, puede afirmarse que las motivaciones del espíritu científico habrían de estar en la renovación de sus bases y modos². Sin embargo, la voluntad de reproducción y consolidación de prácticas, teorías y saberes ya establecidos desborda ampliamente la vocación de romper con ellos.

Agrupados en áreas relativamente aisladas y estancas, los diferentes paradigmas en ciencias sociales se reproducen sin aparente necesidad de cambios estructurales. Los informes empíricos desbordan al investigador y lo subsumen bajo ellos, desalentando la apertura de nuevas áreas donde el reconocimiento esté por construirse y el desarrollo no prometa linealidad sino esfuerzos y saltos cualitativos no siempre previsibles ni asegurados.

La aparición de nuevas capacidades que para el científico se abren en la simulación, honran la lucha contra dos de los obstáculos epistemológicos señalados por Bachelard: la experiencia básica y el substancialismo. Sin embargo, no es desdeñable el esfuerzo afectivo que este tipo de rupturas suponen, sea para evitar hacer ciencia remitiéndose a la admiración contemplativa de los sentidos (en el caso del primero), sea al intentar conectar más acabadamente entidades abstractas con la realidad empírica (en el caso del segundo).

3) Operativas

A nivel operativo, las trabas no remiten a cuestiones exclusivamente idiosincrásicas, sino más bien a restricciones sustantivas en la formación. Es infrecuente encontrar investigadores en las áreas de ciencias sociales dispuestos a tomar familiaridad con un

² “En la obra de la ciencia sólo puede amarse aquello que se destruye”, Bachelard, 1993:297.

nivel básico de razonamiento algorítmico, de pasos de programación, de teorías de objetos o de técnicas de inteligencia artificial para conceptualizar sus ideas observacionales, o implementar un determinado modelo o experimento.

Si bien una importante brecha inicial puede ser cubierta con trabajo interdisciplinario de colaboración con investigadores de áreas computacionales o de ciencias más habituadas a la formalización (física, biología, química, parcialmente economía), es conveniente para el investigador comprender algunos aspectos prácticos de la construcción de un procedimiento o un modelo computacional (sea para el armado de modelos, sea para la comprensión de experiencias en áreas de trabajo vecinas u homólogas a las del propio científico, sea para comunicarse en el trabajo colectivo).

En este sentido, es menester evaluar el impacto que para el desarrollo del conocimiento implica la ausencia parcial o total de formación en el área de matemáticas y saberes vinculados a técnicas computacionales (lógica, programación) en la preparación de grado de científicos sociales.

5. *Hacia adelante*

Para cerrar este trabajo, haremos una revisión de los puntos presentados y de los caminos y espacios en que puede parecer más posible ver desarrollarse prácticas de simulación.

En el comienzo, repasamos las tres oleadas sugeridas por Gilbert y Troitzsch en la simulación en ciencias sociales: 1) dinámica de sistemas y modelos basados en ecuaciones en los sesenta, 2) microsimulación y modelos multinivel en los setenta, y 3) autómatas celulares y modelos multiagente en los ochenta.

De cada una de estas etapas surge el salto a un tipo de análisis más complejo: en la primera, el tiempo deja de aparecer como necesariamente continuo y los modelos de mundo ganan en complejidad al incorporar bucles dinámicos de realimentación. En la segunda, el foco empieza a correrse de lo macro a lo micro, junto a la aparición de flujos de causalidad entre niveles, dando cuenta de la organización jerárquica de ciertos sistemas. En la última, estas jerarquías se enriquecen al poder tomar formas de redes descentralizadas, creciendo también en complejidad las unidades de simulación manejadas. Las unidades representadas forman sociedades artificiales, con agentes

capaces de actuar, recordar, reaccionar, planificar y procesar mensajes y creencias en forma autónoma y simultánea.

De la mano de esta progresión aumenta el impacto de las prácticas de simulación y las teorías de la complejidad en la investigación social. Primero sugiriendo la problemática de observar el mundo como sistemas, luego llevando a formalizar las relaciones entre niveles de jerarquías antes no especificadas y, por último, cuestionando los principios de constitución de lo colectivo y de conceptos tan fundantes como voluntad, acción, conciencia, libertad, clase, interacción.

A través de la presentación del modelo de Schelling, se buscó hacer tangible la incógnita de lo colectivo. La simulación y la enunciación de lo emergente aparecen como alerta epistemológica para las ciencias sociales, alerta originada en el estudio más amplio de la dinámica en complejidad. Como empresa transdisciplinaria e interdisciplinaria dicho estudio comparte y reescribe problemas tradicionales de la teoría social: el origen del orden, la autoorganización, la adaptación, la dimensión relacional en estructuras complejas de unidades simples, la evolución del cambio, la discontinuidad, la causalidad hacia arriba y hacia abajo, la construcción de las formas en el plano simbólico y en el plano espacio-temporal.

En el caso de las técnicas de simulación multiagente, se produce una ruptura con varias técnicas de modelización anteriores:

- Dos supuestos importantes de otras formas de modelización pueden ser “relajadas”: los modelos multiagente no parten del supuesto de equilibrio general, ni de homogeneidad de las respuestas de los actores a lo largo del tiempo.

- No se precisa entender dichas respuestas y mecanismos del sistemas complejo como totalidad, sino solamente identificar reglas de comportamiento para los actores basadas en su contexto y estados internos.

- Las relaciones entre los elementos pueden por primera vez explicitarse y tener un rol decisivo en la salida de un modelo formal. Tanto los modelos basados en ecuaciones como las técnicas de microsimulación obligaban a negar la dimensión relacional dentro de la dinámica social, incluso siendo ésta un factor clave para la comprensión de conceptos centrales tales como clase, consenso, orden, dominación, sentido, y quizás más que ningún otro, sociedad.

- La construcción de sociedades artificiales (simulaciones no inspiradas en replicar muestras empíricas) aparece como una forma de representar aquello que es al menos *fácticamente realizable*, esto es, la posibilidad de afirmar –a partir de una sociedad artificial– que la segregación puede darse incluso con niveles de tolerancia mayores al 50%. Holland da un ejemplo clásico de las consecuencias nocivas que puede tener construir modelos demasiado próximos a la observación de la realidad: la conclusión de Aristóteles de que todos los cuerpos tienden al reposo. Apoyado en observaciones hechas en un mundo plagado de fricción, no le fue posible acceder a las especulaciones del modelo newtoniano donde los cuerpos en movimiento persisten en movimiento hasta ser perturbados. “El modelo de Aristóteles, incluso siendo más próximo a las observaciones cotidianas, oscureció estudios del mundo natural por casi dos milenios” (Holland, 1995: 146).

Por último, en este trabajo se enmarcó este torbellino de estudios y experiencias de simulación en ciencias sociales en su lento aparecer en nuestro espacio latinoamericano.

El propósito es acercar los debates de la complejidad, la emergencia, la construcción de sociedades artificiales y de modelos de simulación a las prácticas y al desarrollo local de las ciencias sociales.

La ausencia actual de formación afín en la mayoría de las carreras inscriptas en este ámbito, los marcos teóricos dogmatizados del pasado y la incerteza del camino futuro no allanan el camino para la experimentación “in silico”. Sin embargo, al otro lado del ecuador, son muchas y variadas las formas en que la misma se muestra. Sólo en los últimos seis meses, tuvieron lugar un buen número de conferencias internacionales y workshops³ apuntalando el estudio de sociedades artificiales y modelos multiagente en investigación social. Esta efervescencia, si bien puede dar reflejo de un efecto de moda,

³ “First International Workshop on Emergence and Evolution of Linguistic Communication” (Kanazawa Japón, mayo de 2004), “6th German Workshop on Artificial Life” (Bamberg, abril de 2004), “SwarmFest 2004” (University of Michigan, mayo de 2004), “Epistemological Perspectives on Simulation” (Universitaet Koblenz-Landau, julio de 2004), “Agent Based Methodologies Applied to Complex Social Systems” (Orlando, julio de 2004), “The applicability of, and Tools for Agent-Based Simulation” en *Sixth International Conference on Social Science Methodology* (Amsterdam, agosto de 2004), “Second Model to Model Workshop & Second Conference of the European Social Simulation Association” (Valladolid, septiembre de 2004), “Reputation in Agent Societies 2004 Workshop” (Beijin, septiembre de 2004), “Collective Intentionality IV” (Siena, Certosa di Pontignano, octubre de 2004), “Agent Organizations Theory and Practice Workshop” (San José, California, 2004), “Conceptual Modeling and Simulation” (Génova, Italia, october de 2004), “European Simulation Multiconference 2004” (Hungría, octubre de 2004).

da cuenta a la vez de un interés concreto y multi-regional en la temática de simulación (además de aquellos que están por venir en los próximos seis meses⁴).

La interdisciplinariedad, construida sobre el puente de las teorías de la complejidad y la emergencia, pueden abrir un camino hacia un fenómeno de integración pendiente de las ciencias sociales con el conocimiento en términos más amplios, nutriéndose en el doble sentido de captar por una parte creaciones de saberes externos como por otra parte en profundizar a partir de ellos el dominio y desarrollo específico sobre su particular objeto, sus teorías y sus métodos de trabajo.

⁴ “Artificial Economics'2005 Conference” (Universite Montesquieu-Bordeaux IV), “Modeling Urban Social Dynamics” (University of Surrey, UK, abril de 2005), “Normative Multiagent Systems 2005” (University of Hertfordshire), “Social Intelligence and Interaction in Animals, Robots and Agents & Socially Inspired Computing - Engineering with Social Metaphors” (University of Hertfordshire, 2005), “Agent-Directed Simulation Symposium & Advanced Simulation Technologies Conference 2005” (San Diego, California 2005), “5th IASTED International Conference on MODELLING, SIMULATION, AND OPTIMIZATION” (Oranjestad, Aruba, 2005), “Memetic Theory in Artificial Systems and Societies” (University of Hertfordshire, abril de 2005), “Perspectives on Geographic Complexity” (Denver, abril de 2005), “Emerging Artificial Societies Symposium” (University of Hertfordshire, April 2005), “Complexity in Social Dynamic” (University of Warwick, enero de 2005)

6. Bibliografía

- Axelrod, R. (1997): "Advancing the Art of Simulation in the Social Sciences". En Conte, R.; Hegselmann, R. y Terna, P. (eds.): *Simulation of Social Phenomena*, Berlin, Springer.
- Bachelard, G. (1993): *La formación del espíritu científico*. México, Siglo XXI.
- Baekgaard H. y Robinson M. (1997): "Integrating Microsimulation and Economy-wide Models: estimating the distributional impact of changes in the Australian economy". En *Conference of Economists Hobart*, Canberra.
- Baker, A. (2002): "Philosophy and Complexity". En *International Conference on Complex Systems*, Cambridge, New England Complex Systems Institute, junio.
- Forrester J. (1989): "The Beginning of System Dynamics", en *International Meeting of The System Dynamics Society*, Stuttgart.
- Gilbert, G. N. y Troitzsch, K. G. (1999): *Simulation for the Social Scientist*, Open Univ. Press.
- Goldstein, H. (1998): "Multilevel Analysis for social data". En *Encyclopaedia of Social Research Methods*, London, Routledge.
- Holland, J. (1995): *Hidden order: how adaptation builds complexity*, Cambridge, Perseus Books.
- Holland, J. (1998): *Emergence, from chaos to order*, Cambridge, Perseus Books.
- Hox, J. J. (1998): "Multilevel modeling: when and why". En Balderjahn, I.; Mathar, R. y Schader, M. (eds.): *Classification, data analysis and data highways*, New York, Springer Verlag, 147-154.
- Hudak, O. (2002): "Topology and social behaviour of agents: an example from capital markets" en *Conference on Sociophysics*, Bielefeld, junio.
- Hegselmann R. y Krause U. (2002): "Opinion dynamics and bounded confidence models, analysis, and simulation", en *Journal of Artificial Societies and Social Simulation (JASSS)* vol.5, no. 3
- Macy, M. W. (2002): "Social Simulation". En Smelser, N. y Baltes, P. (eds.): *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, Elsevier.
- Macy, M. W. y Willer, R. (2002): "From factors to actors: Computational Sociology and Agent-Based Modeling". En *Annual Review of Sociology*, nº 28, 143-166.
- Saywer, K. (2001): "Emergence in Sociology: Contemporary Philosophy of Mind and Some Implications for Sociological Theory". En *American Journal of Sociology*, nº 107, 551-585.
- Sawyer, K. (2002): "Durkheim's Dilemma: toward a Sociology of Emergence", en *Sociological Theory*, nº20, Washington DC, American Sociological Association, julio.
- Sawyer, K. (2003): "Artificial Societies - Multiagent Systems and the Micro-Macro Link in Sociological Theory". En *Sociological methods & research*, vol. 31, nº 3, Londres, SAGE publications, febrero, 325-363.
- Saywer, K. (2004): "Social explanation and computational simulation". En *Philosophical Explorations*, Vol. 7, nº 3, Londres, Routledge.
- Schelling, T. (1971): "Dynamic Models of Segregation". En *Journal of Mathematical Sociology*, nº1, 143-186.
- Zaidi, A. y Rake, K. (2001): "Dynamic Microsimulation Models: a review and some lessons for SAGE". En *SAGE Discussion Papers*, London, The London School of Economics.