

## LA COMPLEJIDAD DE LOS RECURSOS EN LA INNOVACION

*EJE 3: Innovación en PyMEs y nuevos modelos productivos*

*Categoría: Discusión Teórico Metodológica*

Universidad Nacional de Río Negro. Escuela de Economía, Administración, y Turismo.  
Río Negro, Argentina.

Juan Pablo Camani ([jpcamani@unrn.edu.ar](mailto:jpcamani@unrn.edu.ar))

### Introducción

Investigar la innovación, por su carácter multidimensional y multinivel muestra ciertas complicaciones metodológicas. Para Antonelli (2013) las decisiones de innovar no pueden explicarse con procedimientos estándar de maximización. Critica enfoques que simplifican la complejidad de innovar, donde los agentes económicos cambian sus funciones de producción solo por cambios exógenos, no tienen intencionalidad para innovar, y la innovación es producto de variaciones aleatorias. La innovación es un fenómeno no lineal donde las interacciones entre elementos son claves para que surja un patrón de comportamiento. Anderson (1999), a su vez, critica los modelos que simplifican estas interacciones, reduciéndolas a un grupo de variables causales y un término de error. Una forma de analizar estos problemas organizacionales han sido los sistemas adaptativos complejos (SACs). Para Turner y Baker (2019) un SAC se caracteriza, mínimamente, por ser: 1) *path-dependent* (ser sensible a las condiciones iniciales), 2) no lineal (la relación entre los inputs y los outputs es impredecible), 3) emergente (propiedades del sistema, que resultan de la interacción entre agentes en niveles más bajos del sistema), y 4) adaptable (evita al mismo tiempo el orden y el caos). Según Anderson (1999), los SACs y los modelos causales tradicionales usados para estudiar organizaciones son complementarios, no rivales. Estos últimos aportan la identificación y medición de regularidades entre variables de un mismo nivel vinculadas a la innovación. En base a estos modelos se construyen los SACs. Los mismos consideran a estas regularidades como emergentes macro impredecibles *ex-ante* de las interacciones evolutivas no lineales, entre los agentes del sistema en los niveles más bajos del sistema (dentro de las organizaciones). Los SACs están integrados por agentes (ej., empleados) que son autónomos, heterogéneos, con racionalidad acotada (Vermeulen y Pyka, 2017). No saben lo que otros agentes saben, ni cómo estos se comportarán. Aunque, tienen una racionalidad procedimental que les permite adaptarse ante cambios de los otros agentes y en el ambiente. O sea, pueden aprender y evolucionar (Lane, 2013). Para Antonelli (2018), los agentes al interactuar comparten y recombinan conocimiento interno y externo, para producir nuevo conocimiento. Así, el concepto de recombinaciones es tratado desde la complejidad como germen del nuevo conocimiento tecnológico. En la literatura sobre complejidad, las recombinaciones son nuevas formas de integrar diversos conocimientos existentes o también la integración de conocimiento nuevo con conocimiento existente (Antonelli, 2018). Aunque, esta visión de las recombinaciones es un límite teórico que complica el entender cómo se produce nuevo conocimiento en el contexto de un SAC. Encontramos tres problemas vinculados al rol de los recursos en la innovación, su efecto sobre las recombinaciones y la generación de nuevo conocimiento en este tipo de sistemas.

**Primero**, este enfoque limita los recursos recombinados solo al conocimiento (como *input* y *output* de las re combinaciones). Si se entiende que las re combinaciones son pruebas y experimentos, 1) se omiten las características y efectos de los recursos físicos intervinientes, y 2) estos se perciben como maleables por el conocimiento (Foss y Klein, 2012). La omisión significa que el faltante de calidad y cantidad de recursos necesarios impedirá ciertas re combinaciones. La percepción soslaya que estos recursos pueden comportarse de forma indeseada por quien re combina. Así, los recursos físicos (y también el conocimiento) plantean posibilidades y dificultades. Las re combinaciones no son, como conciben los SACs, la búsqueda y el hallazgo por parte de los agentes de lugares fértiles en un espacio de conocimiento: un encuentro entre agentes con competencias afines para introducir novedad (Antonelli, 2018). Las re combinaciones no son solo un tema de probabilidades. Los recursos recombinados marcan un límite físico.

**Segundo**, otro problema, vinculado al anterior, es la interacción coevolutiva entre agentes que plantean los SACs. Los agentes interactúan de forma local en un espacio de conocimiento (Anderson, 1999). Lo hacen a partir de comunicarse, de tener intereses comunes, de poseer conocimiento afín, de la proximidad entre agentes, de la red de vínculos entre agentes, de la coordinación que facilita la estructura organizacional, y de las capacidades de re combinación de una organización (Krafft y Quatraro, 2013). Sin embargo, se omite que esta interacción entre agentes está mediada por la relación que esos agentes tuvieron con los recursos (tanto físicos como conocimiento) (Lane, 2013). Antes de compartir e integrar conocimiento, los agentes deben buscar, encontrar, probar, adaptar, transformar recursos mediante series de re combinaciones. El tipo de recursos (físicos y de conocimiento) del que dispone cada agente condiciona su acción individual y colectiva. Los recursos generan un mecanismo de formación de acciones (Palmié et al., 2023). Los agentes instrumentalizan los recursos para luego, interactuar con otros agentes. Estas interacciones producen resultados sociales (como la innovación) mediante mecanismos de transformación (ej., recursos que al re combinarse se transforman en nuevo conocimiento) (Felin et al., 2015). Para los SACs, la interacción es solo entre agentes que tienen “*bits*” de conocimiento y los combinan fluidamente (Krafft y Quatraro, 2013). ¿De dónde salen y cómo se originan estos conocimientos? Según los SACs, estos conocimientos son características propias de los agentes. Esto es parcialmente posible, porque necesariamente otra parte del conocimiento surge de interactuar con los recursos. El nuevo conocimiento emergente es un fenómeno colectivo producto de los vínculos en este posible orden 1) entre los recursos y los agentes, 2) entre los recursos al re combinarse, y 3) entre los agentes (Turner y Baker, 2019).

**Tercero**, la definición de novedad en los SACs es binaria (incremental/radical), aunque los recursos pueden asociarse con una mayor diversidad de grados de novedad (Autor, 2023). Que sea incremental o radical, para Antonelli (2013) depende de los incentivos económicos de los agentes. Estos generarán una respuesta adaptativa (que no genera conocimiento nuevo) vs. una respuesta creativa (que genera conocimiento nuevo). El incentivo ocurre cuando los ingresos marginales de innovar superan los costos marginales de innovar. Por ejemplo: cuando la firma está en una situación de desequilibrio por un exceso de demanda, porque hay rivalidad oligopólica, o por tener ganancias por encima o por debajo del promedio del sector (Antonelli y Ferraris, 2011). Sin embargo, esta determinación de los costos de innovar omite los costos de transacción, aprendizaje, adaptación, y búsqueda de los recursos recombinados. Plantea un tiempo de re combinaciones inalterable. Aunque, el tiempo para re combinar los recursos, para encontrarlos, y para integrarlos varía según los límites que imponen los

recursos. O sea, recursos diversos llevarían a costos diversos y a una serie de recombinaciones diversas (con diferente duración y diferentes tipos de recursos).

En lo descripto existe un problema recurrente: se toma como principal unidad de análisis a los agentes que interactúan para recombinar. El tema es que debajo de los agentes, pareciera haber un nivel más bajo en un mismo SAC: los recursos recombinados. Desconocer la interacción agentes–recursos es simplificar sobre cómo se produce conocimiento al interior de una organización.

En síntesis, de todo lo expuesto surge una pregunta clara: ¿Por qué incorporar los recursos como nivel de análisis de los SACs mejoraría la explicación sobre la generación de nuevo conocimiento? En este sentido, el objetivo de esta discusión teórica es indagar alternativas que mejoren el estudio dinámico y no lineal de la generación de nuevo conocimiento. La importancia del objetivo se evidencia en los límites que presentan los estudios de recombinaciones, basados en SACs, para explicar cómo se produce realmente el nuevo conocimiento.

La indagación integra nuestra línea de investigación sobre los recursos usados en las recombinaciones y su vínculo con grados de novedad específicos. Algunos resultados relevantes para la discusión incluyen la identificación de características intrínsecas y extrínsecas de los recursos (Autor, 2022, 2023). Según Penrose (1959), los recursos proveen servicios al ser usados. Diferentes recursos pueden aportar diferentes servicios al recombinarse. Los servicios pueden variar intrínsecamente según los recursos muestren diferentes grados de: 1) *disponibilidad* (acceso a cantidades y calidades diversas de servicios), 2) *heterogeneidad* (variedad de forma, materiales, peso, etc.), 3) *especificidad* (nivel de facilidad para integrar sus servicios con los servicios de otro recurso). Extrínsecamente, los recursos pueden variar porque al poder proveer diferentes servicios se asocian con diferentes decisiones. Un/a agente puede optar por recombinar diferentes tipos de recursos según: 1) el *grado de novedad* deseado, 2) el nivel de *facilidad para encontrarlos*, 3) su grado de flexibilidad para *transformarse* en otros recursos nuevos, y 4) el *tiempo* que lleve recombinarlos para generar nuevo conocimiento. Las diferentes características que toman los recursos (físicos y conocimiento) sugieren que tienen diversos potenciales innovadores *ex-ante* (Autor, 2023). Este potencial es la capacidad para contribuir a recombinaciones que produzcan mayor o menor novedad. Además, la diversidad de los recursos tiene un impacto diferente sobre los costos y los posibles beneficios derivados de innovar (Autor, 2021).

## Desarrollo

Explicar por qué los recursos integrarían un SAC, lleva a comprender qué similitudes hay entre SACs y recursos que faciliten la integración, y cómo los recursos mejorarían la explicación de las recombinaciones a partir de un SAC.

Los agentes tienen un esquema mental (*schemata*): una serie de reglas controlan su comportamiento. Su racionalidad acotada no les permite conocer *ex-ante* las conductas de otros agentes (Anderson, 1999). Aunque, pueden aprender de estas. y adaptarse, compartir conocimiento, y evolucionar. Si incluimos los recursos en un SAC, las características extrínsecas formarían parte del *schemata*. Así influirían la conducta de los agentes. Según sus características extrínsecas, los agentes evaluarían las características intrínsecas y decidirían qué, cómo, y cuánto recombinar. La intencionalidad para innovar de los agentes en los SACs (Antonelli, 2018) mejoraría por el mejor conocimiento de los recursos. Lo que era una interacción local entre agentes, por proximidad y afinidad de competencias se expandiría. Las características extrínsecas serían nuevas reglas, adaptables según sea el tipo de recursos de la empresa.

Se ampliaría la variedad de conductas de los agentes y su *schemata* evolucionaría, no solo por la interacción agente–agente, sino por la interacción agente–recursos (relación de mediación). A su vez, los recursos interactuarían entre sí, a partir de las decisiones de los agentes. Así, los recursos constituirían un nivel de agentes anidado jerárquicamente en un nivel inferior al de los agentes individuos<sup>1</sup> (Anderson, 1999).

Según Miller y Page (2007), cuando los agentes interactúan en los SACs y se da una secuencia de *feedback* positivo entre ellos (ej., por afinidad en lo que comparten), la complejidad se organiza. Es decir, el sistema se desequilibra, se amplifica el cambio y se genera novedad de manera impredecible, no lineal. Esto es similar a una sucesión de *insights* producto de múltiples re combinaciones. Se incrementan las chances de nuevo conocimiento y de lograr mayor novedad (Popadiuk y Choo, 2006).

Para Lane (2013) las re combinaciones en los SACs producen cascadas de innovación. A partir de un artefacto formado por ciertos recursos se descubren nuevas funcionalidades. Se vuelve a re combinar este artefacto con otros recursos, para generar un nuevo artefacto con las nuevas características, y así sucesivamente. Con los recursos, es similar. Es posible que ciertos recursos se transformen en nuevos recursos, que se incorporan a nuevas re combinaciones como recursos intermedios, y así recursivamente (Arthur, 2007). Esta emergencia demanda muchas interacciones con muchos agentes (Weick, 1979). La adaptación entre agentes cambia las funciones de utilidad de cada uno. La afinidad y proximidad entre agentes va formando una arquitectura en forma de redes que le da estabilidad al sistema, donde puede predominar el *path-dependence* y darse una situación de *locked-in* (Krafft y Quatraro, 2013). Esto es similar a la adaptación que ocurre cuando se combinan recursos ya conocidos (lo que baja el grado de novedad). Sin embargo, la inclusión de los recursos en un SAC puede llevar a una situación de baja o de alta novedad. Dependerá de las características de los recursos.

Retomando el tema de la arquitectura entre agentes y sus *schemata*, sugerimos que también pueden existir una o varias arquitecturas que vinculen recursos. Sus nodos serían los recursos que conoce y re combina cada agente. Esta arquitectura mapea a la de los agentes. Así, cambios en la arquitectura de recursos significarían cambios en el *schemata* y la arquitectura de los agentes. Esto cambiaría la función de utilidad de los agentes y cambiaría, a su vez el nuevo uso que estos hacen de los recursos, y el patrón que emergería. Como la tendencia es que predomine el *path-dependence*, los SACs buscan romper la inercia incorporando recursos externos. Lo hacen porque dicen que los recursos internos son necesarios pero no suficientes para generar novedad (Antonelli, 2013). Aunque, incorporar un nivel de recursos a un SAC significa que los recursos externos también deben re combinarse. Su valor depende de su re combinación con los recursos existentes, no de su procedencia. La necesidad de generar valor significa que los agentes necesitan balancear sus decisiones de explotación (o adaptativas) y de exploración (o creativas) (Vermeulen y Pyka, 2017). La literatura sobre SACs plantea que ocurre una mayor frecuencia de pequeños cambios de baja novedad que se acumulan y que, eventualmente, pueden dar lugar a una novedad radical (Turner y Baker, 2019). Aunque, la respuesta creativa no ocurrirá si las características intrínsecas de los recursos hacen muy costoso lograrla. Si el *schemata* de los agentes estuviera influido por su conocimiento de los recursos, podría beneficiarse al entender los costos de usar recursos con características intrínsecas específicas. Podría apreciar mejor el potencial innovador de los recursos, influyendo la interacción agente–recursos.

---

<sup>1</sup> Por simplicidad, seguiremos usando el término agente para referirnos a personas.

La incorporación de los recursos a un SAC puede analizarse mediante simulaciones del sistema (por ej., modelado basado en agentes). Por ejemplo podrían usarse como *inputs* bases de recursos diferentes, y construir *schemata* que reflejen este nuevo nivel. También, podría analizarse la relación entre niveles diferentes: recursos, agentes, y desempeño organizacional (Turner y Baker, 2019). Se generaría un gran número de interacciones entre los niveles (agentes y recursos) con múltiples agentes individuos y agentes recursos. Así, se favorecería que emerjan patrones.

Por otra parte, incorporar los recursos a un SAC podría mostrar algunas limitaciones. Al simular un SAC es importante la posible falta de validez. Esta depende de los supuestos y requiere medirla en diferentes niveles. La validez externa es tal vez la más difícil. Para mejorarla puede calibrarse el modelo a usar con datos empíricos, para ajustar los supuestos. Otra cuestión es que los agentes en interacción necesitan tiempo para converger (Vermeulen y Pyka, 2017). Así, debe tenerse cuidado con la interpretación que se realice de los patrones emergentes.

## Conclusiones

La discusión indaga sobre la importancia teórica de incorporar una dimensión de recursos en un SAC sobre la generación de nuevo conocimiento. Potencialmente sería una adición relevante. Ampliaría la perspectiva sobre las recombinaciones, hoy limitada por enfocarse en el conocimiento que comparten los agentes. Si bien nuestra línea de trabajo ha avanzado sobre la comprensión de los recursos, se beneficiaría con una visión dinámica de estos. Podría verificarse la emergencia de los patrones de novedad sobre los que venimos trabajando. Más importante, ampliaría la comprensión sobre cómo se genera nuevo conocimiento a nivel micro y se valorizaría el rol de los recursos.

## Bibliografía

- Anderson, P. (1999). Complexity theory and Organization Science. *Organization Science*, 10(3), 216–232.
- Antonelli, C., y Ferraris, G. (2011). Innovation as an emerging system property: An agent based simulation model. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 14(2), 1–1.
- Antonelli, C. (2013). The economic complexity of technological change: Knowledge interaction and path dependence. En C. Antonelli (Ed.), *Handbook on the economic complexity of technological change* (pp. 3–64). Edward Elgar Publishing.
- Antonelli, C. (2018). *Evolutionary complexity of endogenous innovation The engines of the creative response*. Edward Elgar Publishing.
- Arthur, W. B. (2007). The structure of invention. *Research Policy*, 36, 274–287.
- Felin, T., Foss, N. J., y Ployhart, R. E. (2015). The microfoundations movement in strategy and organization theory. *Academy of Management Annals*, 9(1), 575–632.
- Foss, N. J., y Klein, P. G. (2012). *Organizing entrepreneurial judgment: A new approach to the firm*. Cambridge University Press.
- Krafft, J., y Quatraro, F. (2013). The dynamics of Technological knowledge: From linearity to recombination. En C. Antonelli (Ed.), *Handbook on the economic complexity of technological change* (pp. 181–200). Edward Elgar Publishing.



- Lane, D. A. (2013). Complexity and innovation dynamics. *En C. Antonelli (Ed.), Handbook on the economic complexity of technological change* (pp. 63–80). Edward Elgar Publishing.
- Miller, J. H., y Page, S. E. (2007). *Complex adaptive systems: An introduction to computational models of social life*. Princeton University Press.
- Palmié, M., Rüegger, S., y Parida, V. (2023). Microfoundations in the strategic management of technology and innovation: Definitions, systematic literature review, integrative framework, and research agenda. *Journal of Business Research*, 154.
- Penrose, E. (1959) *The Theory of the Growth of the Firm*. Basil Blackwell.
- Popadiuk, S., y Choo, C. W. (2006). Innovation and knowledge creation: How are these concepts related. *International Journal of Information Management*, 26, 302–312.
- Turner, J. R, y Baker, R. M.(2019) Complexity theory: An overview with potential applications for the social sciences. *Systems*, 7(1):4.
- Vermeulen, B., y Pyka, A. (2016). Agent-based modeling for decision making in economics under uncertainty. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 10(2016-6), 1–33.
- Weick, K. E. (1979). *The Social Psychology of Organizing*. Addison-Wesley.