

## **Hacia una generalización de la aplicación de la teoría de paisajes de agregación para el análisis de las coaliciones políticas.**

UBACyT F155 “Modelos de casos en antropología y complejidad”

Gustavo Andrés Landfried (UBA)

[gustavolandfried@gmail.com](mailto:gustavolandfried@gmail.com)

### **Resumen.**

La teoría de paisajes de agregación se ha presentado como un modelo de aplicación potencialmente general. Sus creadores lo han utilizado para el análisis de dos tipos de alianzas, entre naciones y entre empresas, obteniendo resultados retrodictivos muy satisfactorios. Ellos creen que la generalización puede ser extendida a otros ámbitos sociales tales como las coaliciones de partidos políticos en los parlamentos, las redes sociales, las escisiones sociales en las democracias y las estructuras de organizaciones. Sin embargo ciertas características del primer modelo hicieron de este un instrumento poco flexible y por lo tanto poco apto para la generalización pretendida. Dos de las más importantes limitaciones fueron: en primer lugar permitir sólo dos alineaciones - se denomina alineación a las particiones o bandos coalicionales -; y en segundo lugar considerar estas alineaciones como estructuras conjuntistas clásicas en las cuales o bien un elemento pertenece o bien no pertenece. Desde 1999 científicos japoneses y chinos vienen trabajando en la generalización de la teoría de paisajes de agregación y ya han ofrecido soluciones satisfactorias para ambos problemas, además de haber desarrollado nuevas operaciones tales como el indicador de estabilidad para las alineaciones. Estos desarrollos dan a la teoría de paisajes de agregación mayor grado de flexibilidad y generalización. El estado actual de la teoría parece ser suficiente como para avanzar en la aplicación de procesos de agregación social hasta ahora inexplorados como es el caso de las coaliciones de partidos políticos en parlamentos.

## Teoría de paisajes de agregación. Modelo original.

Para trabajar con la teoría de paisajes de agregación es necesario definir el conjunto  $n$  de *agentes* que se considera se encuentran involucrados en el proceso de agregación real o potencial. Para cada agente se deberán conocer los valores de dos tipos de variables. Por un lado, la *magnitud*,  $m_i > 0$ , debe indicar la importancia que ese agente tiene para el resto. Por otro lado, la *propensión*,  $-1 \leq a_{ij} \leq 1$ , debe indicar cuan propensos son, o cuan dispuestos están el par de agentes  $a$  y  $e$  a participar de la misma alineación.

Nótese que las variables están sólo parcialmente determinadas. En primer lugar, ambas variables sólo están definidas conceptualmente. Es decir, es trabajo del investigador establecer mediante un análisis de campo cuales dimensiones son las relevantes para cada caso en particular. En segundo lugar, la teoría no establece cantidad ni naturaleza de las dimensiones. Es decir, las variables son potencialmente multidimensionales, pudiéndose expresar en ellas aspectos motivacionales, históricos, institucionales, ambientales o cualquier otro aspecto que se considere pertinente.

Nótese a su vez que las variables son variables de razón. Es decir, los valores se los expresa con un número, entre ellos el cero. De este modo se pueden realizar sobre ellas operaciones aritméticas tales como la suma, la resta, la multiplicación, la división; y operaciones lógicas tales como la comparación o el ordenamiento.

Hasta acá no hemos hecho más que obtener datos relativos a la empiria. Pero detengámonos un momento y salgamos de la realidad concreta. La cantidad potencial total de ordenamientos (denominado técnicamente *configuraciones*), suponiendo que los agentes únicamente se pueden dividir en dos alineaciones antagónicas, será de 2 elevado a la  $n$  *agentes*, dividido 2. Cada configuración,  $X$ , determina una *distancia*,  $d_{ij}(X)$ , entre pares de agentes,  $a$  y  $e$ . La distancia será 0 si los agentes están en la misma alineación, y 1 si están en diferente alineación.

Con los valores de estas tres variables se obtiene, mediante una operación matemática, el valor de la variable *frustración*,  $F_i(X)$ ; el cual indicaría cuanto satisface o no a un agente la posición que tiene en una configuración  $X$ . La frustración de un agente,  $a$ , en una configuración,  $X$ , equivale a:

$$F_a(X) = \sum_{(i \neq a)} m_i \cdot p_{ai} \cdot d_{ai}(X)$$

La sumatoria se realiza sobre todos los agentes excepto si mismo ( $a = e$ ), donde  $m_i$  es la magnitud de  $e$ ,  $p_{ai}$  es la propensión de  $a$  a estar cerca de  $e$ , y  $d_{ai}(X)$  es la distancia desde  $a$  hasta  $e$ .

Nótese que la frustración se obtiene multiplicando la propensión entre  $a$  y  $e$  con la magnitud del otro agente, lo cual implica que un conflicto con un agente pequeño no será tan importante para determinar los alineamientos como un conflicto con un agente poderoso.

A su vez es importante señalar que la frustración se minimiza cuando un agente participa en una misma alineación con aquellos agentes que comparte una propensión positiva y alta, y cuando los agentes con los cuales comparte una propensión negativa y baja se encuentran en la alineación contraria. Esto ocurre porque la operación, tal como está definida la distancia, sólo considera los valores del bando contrario.

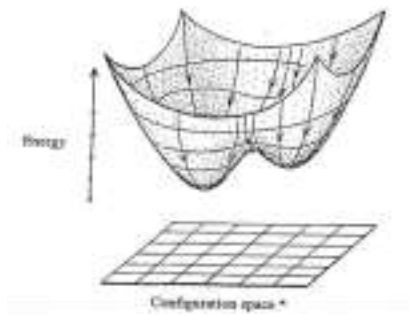
Hasta ahora hemos obtenido cuatro datos, todos relativos a los agentes, el nivel de análisis inferior. Ahora estos datos se utilizarán para construir otro, esta vez relativo a las configuraciones; unidad de anclaje de la teoría. La *energía*,  $E$ , de toda una configuración,  $X$ , se obtiene multiplicado la frustración de cada agente con su propia magnitud.

$$E(X) = \sum (i) m_i \cdot F_i(X)$$

Que es lo mismo que:  $E(X) = \sum (i) m_i \cdot \sum_{(j \neq i)} m_j \cdot a_{ij} \cdot d_{ij}(X)$ .

La sumatoria se realiza sobre cada uno de los agentes. Otra vez la operación está construida de modo tal que los agentes poderosos tienen mayor incidencia que los agentes poco poderosos para determinar el valor de la variable.

Una vez obtenida la energía de cada configuración se puede construir un *paisaje* de energía; nivel de análisis superior. Dado que no es posible dibujar un hipercubo multidimensional se ofrece una representación conceptual, en la cual hay un punto para cada configuración y una altura para su valor energético.



Se denomina *mínima local* a la configuración que tiene todas sus configuraciones adyacentes con energías superiores a la propia. En la figura se observarían dos mínimas. La configuración que tenga el menor valor energético se la denomina *mínima global* y equivaldría a la solución global óptima. Toda mínima tiene una *cuenca de atracción* determinada por el número de configuraciones que forman parte de la misma pendiente descendente. El tamaño de la cuenca es otro indicador de la importancia de las mínimas.

### **Aplicaciones prueba.**

La primera aplicación, realizada a modo de prueba, tuvo como objetivo la retrodicción del alineamiento real de naciones ocurrido durante la segunda guerra mundial. Para ello se tomó como conjunto de agentes a las diecisiete naciones europeas que estuvieron involucradas en una acción diplomática importante en los años treinta. La magnitud de cada nación se midió con el índice de capacidades del proyecto Correlatos de Guerra. El indicador sintetiza seis dimensiones de poder demográfico, industrial y militar. La afinidad se midió sobre cinco dimensiones, conflicto étnico, desacuerdo limítrofe, historia reciente de guerra, similitud religiosa y similitud de tipo de gobierno, otorgando igual importancia a cada una.

Utilizando datos de 1936 se calculó la energía para cada una de las 65.536 configuraciones posibles. Se obtuvo como resultado dos mínimas. La mínima global reproduce el alineamiento real salvo por dos excepciones, Polonia y Portugal, que fueron incorrectamente colocados del lado alemán. Sin embargo el resultado es estadísticamente significativo debido a que la probabilidad de que una entre sólo dos

predicciones, tendría no más de dos errores entre diecisiete países es 1 en 154. Dado que se hicieron dos predicciones, la posibilidad de que una de ellas fuera tan buena es de  $2 \times (154/65.536) = 0,0047$ . Por otra parte, la predicción correcta explica el 96% de la magnitud total de los países. Y además la alineación real coincide con la mínima global y no con su alternativa, la mínima local.

Una segunda aplicación prueba tuvo como objetivo la retrodicción de la alineación real entre 9 empresas que competían por el establecimiento de estándares para el sistema operativo UNIX en 1988. (Axelrod, Mitchell, Thomas, Bennett y Bruderer 1995). Para su aplicación se realizaron ciertas modificaciones en el modelo. Los resultados son semejantes a los de la prueba anterior.

### **Generalización de la teoría de paisajes de agregación.**

La teoría original o AB (por Axelrod y Bennett) fue presentada como un modelo general para el análisis de diferentes procesos de agregación social. Sin embargo, ciertas características del modelo hacían de este un instrumento poco flexible y por lo tanto no apto para la generalización pretendida. Las principales limitaciones fueron:

1. No haber considerado la neutralidad como un estado posible para los agentes. Si bien esta característica en principio no impediría la aplicación, sin embargo es una fuente de errores.
2. No haber considerado más de dos particiones coalicionales para los procesos de agregación social. Este supuesto limitaba ampliamente la capacidad del modelo, impidiendo analizar procesos reales que tienden a resolverse generando más de dos particiones.
3. Haber considerado a las alineaciones como estructuras conjuntistas clásicas en las que bien un elemento pertenece o no pertenece. Muchos procesos de agregación social se resuelven generando alineamientos en las que los agentes no tienen igual grado de pertenencia.

Hasta donde llega mi conocimiento las innovaciones de la teoría de paisajes de agregación han venido principalmente del Instituto Avanzado Japonés en Ciencia y Tecnología y del Instituto Japonés de Tecnología, cooperando con ellos la Academia

Científica China y de la Universidad Tsinghua de Beijing. Aisladamente a aparece la Universidad de Nueva York. (Lee, 2005; Iriuchijima y Kijima 1999; Iriuchijima, 2000; Kijima 2001; Murata, Kijima, 2005; Sukanuma, Nakamori, 2004; Sukanuma, Chen y Nakamori, 2005; Sukanuma, Huynh, Chen y Nakamori, 2005; Tim Hatamian, s/f)

### **Neutralidad.**

Debido a que el modelo AB no considera como estado posible la neutralidad todo agente tiene que elegir un bando, incluso aquellos que tengan relaciones equilibradas con ambos grupos. Me refiero con “relación equilibrada” a aquellos casos en que la diferencia en los valores de frustración de una agente ante la elección de uno y otro bando es ínfima. En términos reales esto representaría una difícil elección. Se podría pensar que cuanto más difícil es para un agente decidir su posición más fácil le resultará aceptar la posición neutral.

Tim Hatamian, de la Universidad Estatal de Nueva York, crea un procedimiento para testear potenciales agentes neutrales. Propone considerar la neutralidad de los agentes que tienen frustraciones positivas con ambos bandos como una distancia a mitad de camino. Considerar  $d_{AB}(X)=0.5$ , una distancias de 0.5 hacia todo agente no sirve porque dará como resultado siempre valores de frustración ubicados en el medio de las opciones anteriores. Quedamos atrapado en una simetría en la que las únicas posibilidades lógicas son las siguientes: 1  $F_{AB}(A) > F_{AB}(N) > F_{AB}(B)$ , 2.  $F_{AB}(A) < F_{AB}(N) < F_{AB}(B)$  3.  $F_{AB}(A) = F_{AB}(N) = F_{AB}(B)$ . Si en cambio consideramos distancias menores a 0.5,  $d_{AB}(X) < 0.5$ , logramos salir de la simetría. Para todo país potencialmente neutral existe una distancia desde la cual la solución neutral empieza a ser preferible. Nótese que para elecciones en las que  $F_{AB}(A) = F_{AB}(B)$  cualquier valor  $d_{AB}(X) < 0.5$  hará preferible la opción neutral. Y cuanto más distancia haya entre  $F_{AB}(A) \neq F_{AB}(B)$  menor será el valor  $d_{AB}(X)$  para el cual la opción neutral empieza a ser preferible.

Esta extensión fue aplicada a los datos utilizados por Axelrod y Bennett en la primera prueba. Portugal, uno de los errores de dicha prueba, elige la posición neutral con distancias  $0 < d_{AB}(X) < 0.44$ , mejorando la performance. A su vez Hatamain prueba esto en países que coparticiparon en la guerra. Suecia, por ejemplo, elige la posición neutral con muy tardíamente, con distancias  $0 < d_{AB}(X) < 0.16$ . El modelo, sin embargo, no puede explicar la neutralidad formal de suiza.

### Más de dos alineaciones y propensiones asimétricas.

Kijima (2001) y otros, generalizaron la teoría original, modificando en primer lugar la premisa que establece que las propensiones pareadas son simétricas, y en segundo lugar que los procesos de agregación se limitan a dos alineaciones.

Los modelos como este, que consideran configuraciones con más de dos alineaciones posibles, multiplican la cantidad de configuraciones potenciales haciendo que sea ineficiente tener conocimiento completo de toda la información. Como alternativa eficiente se construyó un modelo de simulación en el cual los agentes están sujetos a la regla de comportamiento según la cual reducen su frustración cambiando de alineación. Donde quiera que comience el sistema, la elección siempre será “cuesta abajo” y los cambios se detendrán cuando se haya alcanzado una mínima local. Repitiendo el proceso una determinada cantidad de veces, los investigadores pueden confiar en que conocen al menos las mínimas locales más importantes. Esto es así porque la importancia de toda mínima local se corresponde con la de su cuenca de atracción, y el tamaño de esta, determina la probabilidad de que ocurra en una simulación corrida con inicio al azar.

Para que el algoritmo funcione correctamente se tuvo que realizar la modificación en una tercera premisa. En el modelo original los agentes sólo conocían su propia frustración.

Las *frustraciones pesadas*  $E_i(X)$  del agente  $a$  en la configuración  $X$  se define así:

$$E_i(X) = m_i F_i(X) = m_i \sum_{(j \neq i)} m_j p_{ij} d_{ij}(X)$$

Ahora los agentes podrán estimar las propensiones de los otros mediante su inverso, que ya no es más simétrico. Las *frustraciones pesadas inversas*, de los otros agentes  $E_{-i}(X)$  se definen de este modo.

$$E_{-i}(X) = m_i \sum_{(j \neq i)} m_j p_{ji} d_{ji}(X)$$

Así el agente no sólo conoce como incide su propia frustración, sino que también conoce como inciden la frustraciones que él provoca. Estas operaciones se las incorpora al modelo de simulación donde el agente intentará que el valor de su frustración pesada  $E_{\square}(X)$  decrezca lo máximo posible sin que el valor de las frustraciones pesadas inversas, la frustración que él provoca,  $E_{-a}(X)$ , crezca.

### **Alineaciones difusas.**

No siempre las alineaciones reales pueden representarse como conjuntos bien definidos, en los que los actores o bien pertenecen o bien no pertenecen. Las coaliciones parlamentarias, particularmente las latinoamericanas son un ejemplo de ello. Según Valeiro (2008), los sistemas presidencialistas, que caracterizan a Latinoamérica, establecen condiciones estructurales de juego, en las cuales el apoyo al ejecutivo no queda mecánicamente garantizado. En cada caso la coalición debe reafirmarse. Esto provoca modificaciones constantes.

El modelo AB representaba toda alineación como un conjunto clásico lo cual impedía que se aplicase a ámbitos como los recién descritos. Una alternativa a la conjuntística clásica la ofrece la lógica difusa. En ella los elementos se los asocia a los conjuntos por grados de pertenencia, representado por un número entre 0 y 1. Suganuma (2004a, 2004b, 2005, 2005) generaliza la teoría de paisajes de agregación relajando la noción de pertenencia. Para ello reformula la teoría de paisajes en términos de un problema de minimización con restricciones. Debido a la complejidad de las nociones matemáticas involucradas en las operaciones me permito no presentarlas en esta ponencia.

Su modelo fue probado con los datos utilizados en la primera prueba del modelo AB. Los resultados fueron satisfactorios. El modelo continuó perfeccionándose en nuevas instancias y fue aplicado a casos contemporáneos, como las alianzas entre empresas de la industria aérea y de la industria automotriz.

### **Consideraciones finales.**

El análisis de las coaliciones políticas, al menos de las coaliciones de partidos políticos en parlamentos latinoamericanos, no podía llevarse a cabo con el modelo original. Los



nuevos desarrollos de la teoría han resuelto las principales limitaciones de la teoría de paisajes de agregación. El estado actual parece ser suficiente como para avanzar nuevas ámbitos de aplicación hasta ahora inexplorado por la teoría de paisajes de agregación. La tesis de grado será un esfuerzo por ampliar el campo de aplicación de la teoría al ámbito de las coaliciones políticas en parlamentos.

### **Bibliografía citada.**

Axelrod, R. (1997). *La complejidad de la cooperación. Modelos de cooperación y colaboración basado en agentes*. Fondo de Cultura Económica. Argentina. Buenos aires.

Axelrod, R. Bennett, S. (1993). A Landscape Theory of Aggregation. *British Journal of Political Science*, Vol. 23, No. 2 pp. 211-233

Iriuchijima, M. Kijima, K. (1999) Refining and application of Landscape Theory. Tokyo Institute of Thecnology.

Iriuchijima, M. (2000). *Generalization of landscape theory and its application*. Master Thesis. Tokyo Institute of Technology, Tokyo.

Kijima, K. (2001). Generalized landscape theory: Agent-based approach to alliance formations in civil aviation industry. *Journal of Systems Science and Complexity*, 14, 113-123.

Lee, In Won. (2005). Choosing Sides: Formation of Regional Partnership for Economic Development in Metropolitan Area and Landscape Theory of aggregation" *Paper presented at the annual meeting of the The Midwest Political Science Association, Palmer House Hilton, Chicago, Illinois, Apr 07.*

Suganuma, S, Huynh, V, Nakamori, Y, Wang, S. (2004a). A fuzzy set based approach to generalized landscape theory of aggregation. *New Generation Computing*, 23(1): 57-66. <http://www.springerlink.com/content/x706333n56330t22/>

Suganuma, S, Nakamori, Y. (2004b). *An Inquiry into the effectiveness of Fuzzy Landscape Theory*. Japan Advanced Institute of Science and Technology, Hokuriku.

Suganuma, S, Chen, J, Nakamori, Y. (2005a) *A Study on alliance analysis in civil aviation industry based on fuzzy landscape theory*. School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology.

Suganuma, S. Huynh, V. Nakamori, Y. Chen, J (2005b). *Agent-Based Simulation of Alliance of Automobile Enterprises*

Murata, S. Kijima, K. (2005). *Landscape Model with Dynamic Parameters - Alliance Formation of Enterprises influenced by the Consumer Behavior.*

Tim Hatamian, S. (S/F). *On Alliance Prediction by Energy Minimization, Neutrality and Separation of Players.* Department of Physics, State Univ. of NY, Stony Brook, New York.