

La clasificación propuesta para definir los tipos de variables es acorde a si relacionan información medible numéricamente o información cualitativa. Como se muestra en la figura 2.

Esta clasificación permite la posibilidad de encasillar cualquier tipo de variable de estado, puesto que las categóricas indican cualidades y pueden estar etiquetadas alfa-numéricamente, mientras que las numéricas pueden tomar valores en los reales. Las variables categóricas pueden ser ordinales o que significa que guardan algún tipo de relación u orden, como: *nada, poco y medio*, lo que se conoce como escala ordinal; mientras que las categóricas de tipo nominal, no guardan una relación causal entre sí o que el valor nominal de una de ellas es excluyente a las demás, como por ejemplo *sí, no, está, no está*, lo que se conoce con el nombre de escala nominal. Las variables numéricas pueden ser discretas y continuas, las variables numéricas discretas toman valores que pertenecen al conjunto de los números enteros \mathbf{Z} , mientras que las continuas toman valores de los reales \mathbf{R} .

2.2 Buscando la bidimensionalidad

En 1884 *Edwin A. Abbott*, un clérigo inglés escribió una obra satírica hacia su gobierno mimetizándola en un lenguaje matemático. La obra publicada con el nombre de *Flatland* [3] muestra cómo las abstracciones de la mente humana tienden a estar supeditadas por la dimensión en la que se vive. Los modelos mentales no siempre son tridimensionales, por el contrario, existe una tendencia natural a la representación en el plano de los sistemas que nos rodean. Entonces, pensar en n dimensiones no conlleva a dar fe de los eventos que suceden en $n+1$, contrario a esto, la percepción de la $n+1$ dimensión si lleva a la observación de los fenómenos ocurridos en n dimensiones. Este es el origen de la propuesta para mejorar la herramienta plana explicada antes, y generar una mejor visualización del panorama competitivo de las industrias.

En la nueva propuesta se usa la clasificación de variables mostrada. A partir de un algoritmo de clasificación de los valores de la matriz de la figura 1, se logra reproducir el panorama competitivo anterior, mostrando los sectores estratégicos como sectores en blanco no delimitados, sino difuminados. Se logra también concentrar los valores de las variables en un cluster aislado de manchas blancas de las variables categóricas que no tienen mucha frecuencia de aparición, o que no son relevantes. El algoritmo usado asocia un color específico a cada valor de las variables en una escala numérica. De esta forma, el valor de cada variable queda dentro de un rango de colores específico, generando la posibilidad, para el usuario, de ubicar sus falencias y competencias de la industria en un sector difuso que se asemeja más a un sector real con posibilidades de incertidumbre [4]. Las manchas blancas serían entonces regiones difusas de bajo, mediano o alto interés para mejorar la productividad de la industria en cuanto a las necesidades a suplir, o los canales de transporte estratégicos.

El algoritmo usado, reorganiza las áreas ocupadas por los valores de cada una de las variables al hacer las posibles permutaciones de estas y busca nuevos sectores en blanco que se pueden asociar a nuevos sectores industriales estratégicos. Al tiempo, se puede obtener información sobre que tan hacinado esta el sector industrial en función de las escalas de colores como se muestra en la figura 3.

Se resalta que las posibles permutaciones de las áreas rellenas pueden reorganizarse de una manera distinta usando un algoritmo voraz [5], sin que esto altere la región total en blanco que es la región relevante para el

consultor. Así, se obtiene una región total que muestra el sector total de oportunidades en un sector industrial, juntando las industrias con iguales niveles de competencia o productividad.

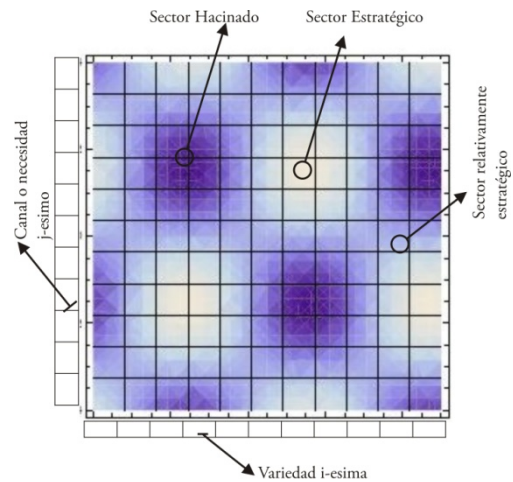


Figura 3. Ejemplo de un diagrama competitivo difuminado usando regiones difusas para las variables

La figura 3 representa un panorama competitivo difuso, el eje horizontal representa las calificaciones de las diferentes industrias que generan productos específicos (variedades), el eje vertical son los canales de envío que usan las industrias para hacer llegar el producto al consumidor final. El tono de un color específico en una de las casillas representa que tan fuertemente es usado cierto canal distribuir un producto de una industria específica, se resaltan las manchas blancas o sectores estratégicos del sector industrial y los límites difusos de cada una de las regiones ocupadas. Se puede notan tres regiones en blanco de alta relevancia para el consultor. La complejidad computacional de la simulación relaciona los recursos, procesos y algoritmos necesarios para llevar a cabo la optimización de áreas.

3 HACIA UN MODELO TRIDIMENSIONAL

Al tomar la idea de Abbot [3], la herramienta puede tener una mejora adicional si, en vez de usar la escala de colores para definir las medidas de las variables en 2D, se pasa a una tercera dimensión para observar la intersección y la unión de las faldas de las montañas generadas por cada una de las variables en una nueva perspectiva del panorama competitivo. En este caso, los valores de las variables están en la altura, o sea, en un eje perpendicular al plano de las variedades y los canales de distribución.

La figura 4 es un ejemplo de una variable ubicada en el plano de los canales y los productos por industria, en este caso, esta variable tiene un valor que va de cero a uno.

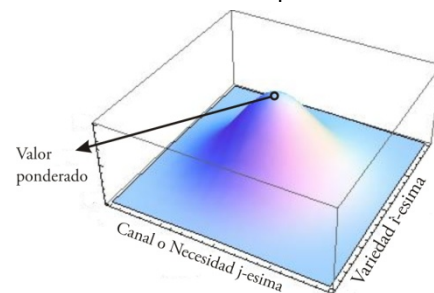


Figura 4. Ejemplo de una variable del panorama competitivo tridimensional

Las variables representadas en el espacio, tienen una altura y un ancho medio definido en función de la

información que se tenga de cada una de ellas, por ende, no todas las montañas tienen el mismo tamaño. Al localizar las variables en el plano de los canales o necesidades vs. Los productos, se obtiene una gráfica como la de la figura 5.

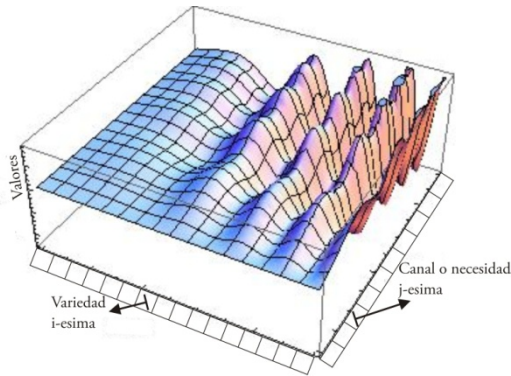


Figura 5. Perspectiva tridimensional del panorama competitivo

La proyectiva o geometría descriptiva usada para generar paisajes rugosos [6], surge de una única relación de puntos asociados a un sistema de muchos grados de libertad [13] en diferentes estados, mostrando regiones de máximos y mínimos locales. Las montañas de este paisaje rugoso tienen alturas diferentes en valor de la medida de cada variable; así por ejemplo, las siete montañas anidadas en la esquina superior derecha de la figura 6 se asocian a valores mayores de los elementos matriciales C_{ij} , que a los de las variables del resto del paisaje rugoso.

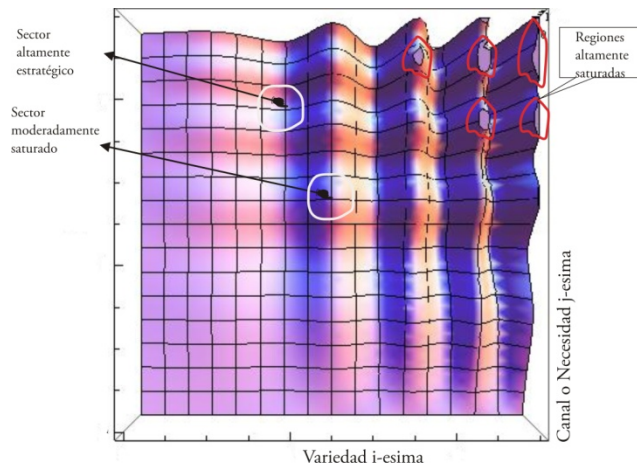


Figura 6. Vista superior. Nótese las duplas necesidad productos anidadas en la esquina superior derecha

Una de las mejoras de esta nueva herramienta es poder darle al usuario, la oportunidad de medirse con las demás industrias del sector productivo del mismo nivel. El usuario puede determinar cuáles son los valores él considera relevante, y de esta forma, poder escoger entre las diferentes curvas de nivel del paisaje rugoso asociadas a las industrias que tienen igual calificación en sus elementos matriciales, ver figura 7. De esta forma, se muestran nuevos valles y montañas o áreas de interés, que permiten tomar decisiones en cuanto al hacinamiento industrial en los canales o necesidades a suplir en un sector industrial.

De la figura 7, se puede ver que el consultor puede compararse con el resto del sector, como lo muestra la simulación de la izquierda, al mismo tiempo que puede definir un valor específico para compararse con empresas u organizaciones que estén en un nivel específico, lo que implica que sean estas competencias directas, como la figura de la derecha.

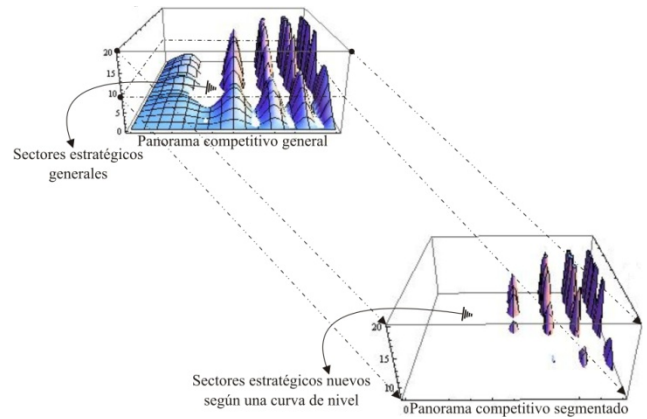


Figura 7. Simulación del panorama competitivo en general y simulación del panorama competitivo escogiendo una curva de nivel para el usuario.

4 COMPORTAMIENTO DE DENSIDADES

Finalmente, se plantea en este apartado la idea de cómo podría modelarse un sector industrial caracterizado por las mismas variables del panorama competitivo. La idea básica es que se puede modelar las tres características: Necesidades del mercado o canales de envío, productos e industrias al representarse en cubo, en el cual, cada una de sus aristas representa las variables nombradas. De esta forma un punto en el espacio es representado por un vector con tres coordenadas que indican la medida de las tres variables nombradas anteriormente.

De esta forma, al usar toda la información posible recogida de un sector industrial, se obtendría una figura similar a la figura 8. La figura muestra cómo los puntos representados en el espacio, se agrupan formando espacios de altas concentraciones y otros tantos de bajas densidades, se puede considerar cada punto como un ente independiente de los demás. La simulación podría dar otra forma de visualizar como es el comportamiento de un sector industrial, en este caso especial podría considerarse el uso de una metáfora de un sistema físico, en especial del comportamiento de gases ideales en un sistema aislado a partir de la mecánica estadística o de la teoría de inteligencia de enjambres.

4.1 Visión del sistema organizacional de partículas

Como cada estudio bajo este tipo de análisis sería diferente en cuanto al sector financiero o estratégico que escoja el consultor, la forma y la posición de los puntos, junto con su distribución en el espacio también va a variar; de esta forma, el sistema se podría modelar como análogo a un sistema cerrado de partículas de la mecánica estadística clásica.

En otras palabras, la distribución de los puntos en el espacio, podría ser estudiado usando las herramientas de la mecánica estadística [7], que se ocupa de sistemas termodinámicos en una primera aproximación de la teoría de Boltzman. Esta teoría de la física estadística conlleva al apareamiento de tres sistemas específicos, a saber, el sistema micro canónico, canónico y gran canónico. El sistema micro canónico se caracteriza por no tener intercambio alguno con el entorno, sea este de información, temperatura, energía o potencial químico, que son las variables extensivas más frecuentes en un sistema de este tipo [8].

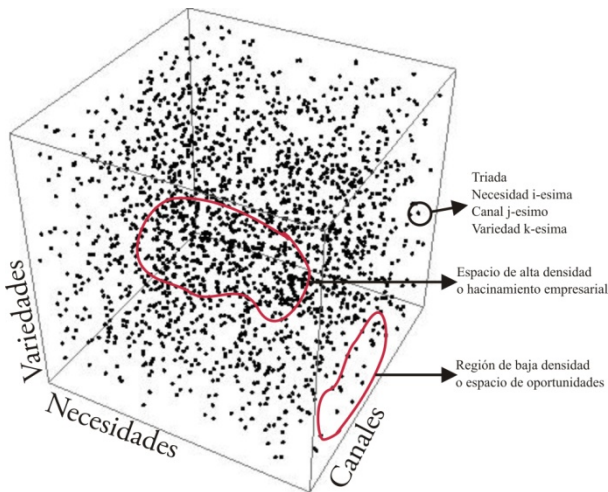


Figura 8. Sistema organizacional desde la perspectiva de densidades

Las variables extensivas contribuyen de igual forma al valor medio del parámetro macroscópico asociado a cada variable. En el caso de un sistema de organizaciones, la temperatura que es una medida de los choques aleatorios en un sistema organizacional de partículas, puede ser asociada con la cantidad de interacciones de tipo aleatorio que tienen las empresas al generar una dinámica en un sector industrial, bajo este supuesto el parámetro de carácter macroscópico a estudiar en la propuesta podría ser las interacciones que llevan a cabo una serie de organizaciones en un sector industrial o la medida del desorden en este sistema.

De modelar la nueva perspectiva del panorama competitivo como un sistema micro canónico, se podría obtener información de la presión interna del sistema, que se asociaría a la cantidad de interacciones de las empresas del sector que tienen las mismas características, es decir, los mismos valores de los parámetros que caracterizan el sistema [14]. También es posible obtener información acerca de la entropía del sistema, dada la función de Maxwell-Boltzman, teniendo en cuenta que cada sistema físico en el tiempo, bajo condiciones externas específicas, alcanza un estado de equilibrio termodinámico de tipo estadístico a partir del aumento de su entropía [7].

$$S = K_B \ln \Omega \quad (1)$$

La ecuación (1) muestra la función de entropía del sistema micro canónico, K_B es la constante de Boltzman asociada al todo sistema y Ω es la cantidad de micro estados del sistema. Teniendo en cuenta que el estado final al que llegará el sistema, será el que esté representado por macroestado que este compuesto de la mayor cantidad de micro estados, este macroestado se caracteriza por presentar el mayor valor de entropía posible en el sistema y cada micro estado representa una configuración espacial única entre los puntos u organizaciones en este sector industrial.

Esta propuesta está en proceso de evaluación y adecuación experimental, ya que no todas las analogías son posibles entre sistemas termodinámicos y sistemas que semejen comportarse como tal. De hecho, se puede ver que la aproximación micro canónica de no intercambio con el entorno, es una aproximación para un sistema real en el cual si se llevan a cabo intercambios de información y energía o información entre el sistema y el entorno.

Por consiguiente, se propone como viable desde la teoría de sistemas dinámicos, la mecánica estadística o la computación bio inspirada el estudio de las relaciones

entre las organizaciones en un sector industrial. Desde la teoría de sistemas dinámicos se puede entender el comportamiento de algunos sistemas biológicos y sociales [9]. Ha habido aproximaciones al comportamiento y la perdurabilidad de especies desde modelos dinámicos, como la perdurabilidad de las ballenas como especie [10] y el acoplamiento de insectos a un comportamiento específico en un enjambre de una misma especie [9]. Luego entonces, otra perspectiva para estudiar un sistema como el descrito por la figura 8, es la de los sistemas dinámicos, más exactamente bajo el estudio del comportamiento de estas densidades dinámicas como parvadas, cardúmenes, enjambres o ensambles de partículas que interactúan bajo reglas específicas de negociación.

5. RELEVANCIA PARA LOS PROBLEMAS DE PRODUCCIÓN

Dada la creciente complejización del mundo administrativo, financiero y económico actual –para no mencionar otros aspectos como el político o social-, el estudio de la dinámica de las organizaciones exige de herramientas de modelamiento y simulación. El estudio que aquí se presenta constituye un avance de la investigación del grupo de investigación de la Facultad.

La productividad de las empresas demanda la consideración de toda la cadena de valor, y por tanto, cada tema o problema puntual al interior de una organización determinada puede y debe ser considerada de manera orgánica, y no simplemente de manera funcional. El estudio del panorama competitivo es un ejemplo conspicuo que apunta en la dirección acertada, a saber: en la posibilidad de considerar el entorno de las empresas en general. Ahora bien, el entorno es el título genérico que hace referencia en general al medioambiente y, por consiguiente, a la dimensión ecológica de la estructura y dinámica de las compañías.

De esta suerte, temas y problemas como la producción, las relaciones con competidores o eventuales cooperantes, los temas relativos a suministros, relaciones con el sector financiero (bancos), proveedores y demás, que constituyen el día a día de cualquier empresa, plantea, de entrada, el reconocimiento del paisaje rugoso adaptativo de las tomas de decisión, de las operaciones y en general de la vida misma de las empresas. Este estudio quiere avanzar exactamente en esta dirección.

Existen ya empresas notables en el mundo que trabajan con herramientas como las consideradas en este paper. El trabajo, por tanto, no permanece en un nivel teórico, sino que cuenta ya con experiencias exitosas [15, 16, 17]. Las empresas, los sectores económicos y los sectores estratégicos están siendo objeto de trabajo en esta línea que se presenta aquí.

La utilidad del modelamiento y simulación [18] con herramientas de complejidad es un fenómeno cada vez más extendido en la creación de empresas y en la gestión y dirección de las mismas. El papel del computador en general, y en particular de la computación no-convencional [19, 20] ocupa un espacio cada vez mayor. Con ello, ulteriormente, lo que se destaca es el desarrollo de habilidades directivas que tienen como finalidad la toma de decisiones más adecuadas a entornos cambiantes, con fluctuaciones y en los que la incertidumbre no puede ser descontada.

6 CONCLUSIONES

El descubrimiento de una característica de tipo compleja como los paisajes rugosos y el uso de algoritmos que tomen en cuenta rangos de incertidumbre para los contornos de los espacios de los sectores estratégicos que llenan las variables, permiten mejorar y encontrar nueva información que la herramienta inicial no era capaz de obtener, como la posibilidad de hallar sectores estratégicos nuevos asociado a regiones no completamente blancas. En este orden de ideas, esto ayuda a indicar más oportunidades y mejoramiento para la productividad de una industria o de un sector industrial completo, el grado de imitación empresarial a través de empresas que coincidan con los valores de los colores o altura de las montañas en el paisaje rugoso.

De igual forma es posible, a partir de la investigación interdisciplinaria hacer nuevas aproximaciones a problemas asociados a la estrategia de una industria en el uso de canales de producción y optimización de estos o de satisfacer necesidades nuevas o débilmente satisfechas por el sector industrial. En este caso particular se propuso la idea de contemplar las organizaciones como paisajes rugosos, usando un algoritmo de tipo voraz que mostrara la evolución del sector industrial a un estado ideal de hacinamiento de industrias con las mismas características y así, mostrar las regiones o valles estratégicos de inversión.

La propuesta de tratar las industrias para mejorar su perdurabilidad entendida como sortear vicisitudes en un sector industrial estratégico, surge de la idea de la teoría de la complejidad, en la cual las organizaciones pueden ser tomadas como entes que tienen la capacidad de exhibir comportamientos similares a los de los sistemas biológicos, físicos o químicos. Esta propuesta ayuda a la automatización y búsqueda de comportamientos posiblemente complejos o caóticos implícitos en la naturaleza de las organizaciones y permitir el avance en esos sistemas de información.

Las salidas de la simulación mostradas en las figuras de este artículo muestran cómo se puede identificar el hacinamiento empresarial en un sector industrial específico, junto con los sectores estratégicos. Este hacinamiento puede ser representado por la clusterización de parámetros de empresas con valores similares, lo que implica espacios con iguales colores o regiones con colinas de alturas iguales, y los sectores estratégicos se representan como espacios en blanco o valles con valores bajos en las curvas de nivel asociadas.

El comportamiento complejo de las organizaciones se puede evidenciar en la dinámica de estas al formar clusters en el paisaje rugoso, de hecho, los paisajes rugosos hacen parte de una de las características típicas de sistemas que exhiben comportamientos complejos. Sin embargo es de aclarar, que no todo sistema tridimensional es complejo, existen sistemas en 3D que son netamente lineales y deterministas, de igual forma, las regiones difusas no necesariamente hacen complejo un sistema; solo muestran rangos de incertidumbre para el empresario en los sectores estratégicos o de hacinamiento empresarial, los cuales son dinámicos en la medida que forman nodos o clusters de organizaciones con características similares en el tiempo.

7 AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos a la Universidad del Rosario y al Laboratorio de Modelamiento y Simulación LMyS de la facultad de administración de empresas por permitir este tipo de investigación interdisciplinaria.

8 REFERENCIAS

- [1] Puerta L. F. and Rivera H., Análisis estructural de sectores estratégicos, 2 ed., Centro editorial Universidad de Rosario, 2008.
- [2] Buglear J., Stat mean business: A guide to business statistic, 1 ed., Butterworth-Heinemann Press, 2001.
- [3] Edwin A. Abbott, Flatland. a romance of many dimensions, Seeley & Co. Ltd, London, 1992.
- [4] Ted Heske, Fuzzy logic for real world desing, San Diego AnnaBooks, 1996.
- [5] T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, and C. Stein, Introduction to algorithms, 2 ed., MIT Press, 2001.
- [6] Stephen Wolfram, The mathematica book, 5 ed., Cambridge University Press, 2007. 13
- [7] A. Anselm, Fundamentos de física estadística y termodinámica, 2 ed., Pueblo y Educación, 1990.
- [8] Herbert Callen, Thermodynamics and a introduction to thermostatics, 2 ed., John Wiley & Sons, 1985.
- [9] Steven Strogatz, Nonlinear dynamics and chaos, Addison-Wesley, 1994.
- [10] José Isaza and Diógenes Campos, Ecología. Una mirada desde los sistemas dinámicos, Pontificia Universidad Javeriana Press, 2006.
- [11] Diógenes Campos and José Isaza, Prolegómenos a los sistemas dinámicos, Universidad Nacional Press, 2002.
- [12] Nattermann P, Best Practice does not Equal Best Strategy, En: The McKinsey Quarterly, 2: 22-31, 2000.
- [13] Krysanowski L and Rahman A, Degree of freedom problem and implied cost of equity capital, Finance Research Letters. 2009, 6: 171-178.
- [14] Mintzberg H, Power and Organization Life Cycles, *The Academy of Management Review*, Vol. 9, No. 2 (Apr., 1984), pp. 207-224.
- [15]. SolvelT Software. Fue fundada en 2005. Adelaine, Australia por Zbigniew Michalewicz, Constantine Chiriac y Matthew Michalewicz, con el apoyo de la Universidad de Adelaine, Atralia y instituto Polish-Japanese IT.
- [16]. Icosystem. La fundó Eric Bonabeau en el año 2000 en Cambridge, MA, Estados Unidos. <http://icosystem.com> (Revisada Mayo 31 de 2010)
- [17]. Swarm Corp. Creada en 1997 en Nuevo México, Estados Unidos. Sus fundadores fueron Christopher Langton, Glen Ropella y Douglas Orr. <http://tempusdictum.com/misc/swarmcorp-www/> (Revisada Mayo 31 de 2010)
- [18]. Bios Group. Creada en 1996 en Nuevo México, Estados Unidos. Fue fundada por Stuart Kauffman y la compañía Ernst & Young. Hacia 2003, Bios Group fue comprada por NuTech Solutions.
- [19]. Adamatzky, A., De Lacy-Costello B., Bull, L., Stepney, S., & Teuscher, C. (Eds.). Unconventional Computing 2007. From: Luniver Press. 2007.
- [20]. Syropoulos, A. Hypercomputation: Computing Beyond the Church-Turing Barrier. Berlin: Springer-Verlag. 2008.