

# Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção

---

## TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURAL DEL SECTOR PRODUCTIVO DEL PARAGUAY: UN ENFOQUE DESDE LA PERSPECTIVA DE LA COMPLEJIDAD ECONÓMICA Y DEL ESPACIO PRODUCTO

Eduardo Ortigoza<sup>1</sup>

Arturo Gonzalez<sup>2</sup>

Gerardo Blanco<sup>3</sup>

Aldo Martinez<sup>4</sup>

**RESUMEN:** El Paraguay ha mostrado un crecimiento económico importante en la última década, el cual no se ha filtrado a la población general ya que se ha basado en actividades agropecuarias de bajo valor agregado. Sin embargo, el país cuenta con grandes ventajas que se podrían utilizar para fomentar el crecimiento económico. Ante este escenario se ha instalado la pregunta de ¿cómo invertir de manera eficiente los recursos limitados para lograr un desarrollo económico sustentable? Este trabajo propone combinar los métodos del Espacio Producto (EP) y de Proceso Analítico Jerárquico (AHP), para realizar un análisis y una selección de los sectores productivos con el fin de lograr una economía más compleja. Se realizó un análisis combinado EP-AHP y se obtuvo como resultado que se deben impulsar las industrias de la madera, del plástico y del vidrio en ese orden con el fin de lograr una economía más compleja y sustentable.

**Palabras-clave:** Crecimiento Económico; Ventaja Comparativa Revelada (VCR); Espacio Producto (EP); Proceso Analítico Jerárquico (AHP); Industria.

### 1 INTRODUCCIÓN

Aunque el Paraguay ha mostrado un crecimiento económico importante en la última década, tal crecimiento no se ha filtrado a la población general ya que se ha basado en actividades agropecuarias con un valor agregado limitado. Sin embargo, el país cuenta con grandes ventajas comparativas que se podrían utilizar para fomentar la fuerte expansión de un sector industrial más complejo. Ante este escenario se ha instalado la pregunta de ¿cómo invertir de manera eficiente los recursos limitados para lograr un cambio hacia el desarrollo

---

<sup>1</sup> Facultad Politécnica de la UNA, Paraguay, [eduardortigoza90@gmail.com](mailto:eduardortigoza90@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad Politécnica de la UNA, Paraguay, [argopy@gmail.com](mailto:argopy@gmail.com)

<sup>3</sup> Facultad Politécnica de la UNA, Paraguay, [gblanco@pol.una.py](mailto:gblanco@pol.una.py)

<sup>4</sup> Facultad Politécnica de la UNA, Paraguay, [aldomartinezpinanez@gmail.com](mailto:aldomartinezpinanez@gmail.com)

económico sustentable? En la búsqueda de las respuestas a estas cuestiones, este trabajo utiliza el método del Espacio Producto (EP), en combinación con un Proceso Analítico Jerárquico (AHP), para realizar un análisis y una selección de los sectores productivos que permitirían destinar de manera más eficiente los recursos limitados más arriba mencionados. De esta manera, sostenemos que la identificación de nuevos productos, a través del método EP, y su posterior producción implicaría la utilización eficiente del capital humano, físico y tecnológico ya instalados en el país. De acuerdo a la teoría de la Complejidad Económica (Hausmann R. y Klinger B., 2006), la trayectoria de crecimiento socio-económico de un país está vinculada a su capacidad de exportar productos con mayor sofisticación además de la diversificación de los bienes que son elaborados en el país. El objetivo principal de este enfoque es el de identificar productos más complejos y de mayor valor agregado que son más cercanos a los bienes que actualmente se producen en un país. Sin embargo, este enfoque no permite elegir los sectores a desarrollarse de acuerdo al contexto específico de una economía. Para salvar esta brecha, nosotros proponemos identificar nuevos sectores de acuerdo al método EP y posteriormente analizarlos con la técnica multicriterio de toma de decisiones AHP teniendo en cuenta criterios de evaluación económico, social, ambiental, de oportunidad y de factibilidad. Así encontramos que los sectores con fortalezas para impulsar una economía más compleja del Paraguay son las industrias de la madera, plástico, vidrio, entre otras en ese orden de prioridad.

## **2 MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Espacio Producto**

La representación en una red de todos los productos que son exportados en el mundo es conocida como “Espacio Producto”. En la Fig. 1 se muestra una visualización del EP mundial a partir de datos de comercio global (UNCOMTRADE) (U. Comtrade, 2010). Los nodos representan a los productos y sus tamaños son proporcionales a sus volúmenes de participación en el comercio mundial. Los colores de los nodos corresponden a la clasificación de los productos. Los enlaces son las distancias entre los productos, determinados por la proximidad. Para la construcción del EP se emplean dos indicadores fundamentales: la Ventaja Comparativa Revelada y la Proximidad.

### 2.1.1. Ventaja Comparativa Revelada (VCR)

Permite conocer la especialización de la canasta exportadora. Este índice se utiliza para conocer los bienes para los cuales existirían capacidades (tecnológicas, físicas e institucionales) y que están siendo exportados. En concreto, para obtener el índice VCR se aplica la siguiente ecuación (Ec. 1):

$$VCR(Ai) = \frac{\frac{XiA}{\sum A}}{\frac{XiW}{\sum W}} \quad (1)$$

Donde  $XiA$  son las exportaciones del bien  $i$  del país  $A$ ,  $XA$  son las exportaciones totales del país  $A$ ,  $XiW$  son las exportaciones mundiales de bien  $i$ , y  $XW$  son las exportaciones totales mundiales.

### 2.1.2. Proximidad

Hausmann (Hausmann R. y Klinger B., 2007) calcula la proximidad de dos productos  $i$ ,  $j$  como la mínima distancia entre la probabilidad de que los países puedan exportar un producto  $i$  con ventaja comparativa revelada, dado que exportan el bien  $j$  y la probabilidad de que los países puedan exportar un bien  $j$ , dado que exportan el producto  $i$  con ventaja comparativa revelada. Formalmente, para un par de bienes definimos Proximidad como la Ec. 2:

$$\phi_{ij} = \min\{P(VCR_i > 1 | VCR_j > 1), P(VCR_j > 1 | VCR_i > 1)\} \quad (2)$$

A partir de la ecuación se puede elaborar una matriz de proximidades entre los bienes que conforman el EP.



Fig. 1: Espacio Producto (Hausman R. y Vuillemot R., 2014)

## 2.2 Proceso Analítico Jerárquico (AHP)

El método AHP es una herramienta sistemática para la evaluación y selección de alternativas que tengan un marco bien fundamentado en lo matemático y simple en su aplicación (Saaty T. L., 1994). El método AHP permite derivar escalas relativas utilizando el juicio o datos estándar, realizando operaciones aritméticas posteriores en tales escalas (Saaty T. L., 1994).

El método AHP es un proceso estructurado e interactivo para evaluar alternativas que permite integrar datos “duros” con opiniones subjetivas. Este proceso se basa en tres pasos. Lo primero es establecer criterios a ser considerados y las alternativas disponibles para ser evaluadas. Esto se puede representar de manera jerárquica, facilitando la generación de las alternativas y la identificación de los criterios para su evaluación. La Fig. 2 muestra la jerarquía de las decisiones para la selección de las alternativas. El segundo paso es la obtención de los juicios de comparación por pares para la evaluación de los elementos de cada nivel contra los elementos del nivel superior del árbol jerárquico. El tercer paso es establecer las prioridades globales de las alternativas y evaluarlas aplicando un algoritmo que determine la importancia de cualesquiera sean las opciones. Como resultado, se escoge la alternativa que presente mayor prioridad en base a los criterios analizados.

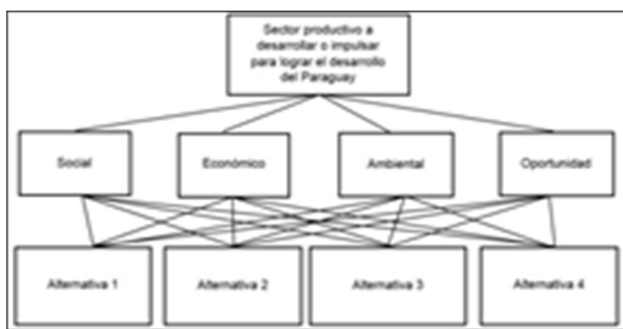


Fig. 2: Árbol jerárquico de decisiones

## 3 METODOLOGÍA

Se desarrolló una metodología que consta de un proceso general de tres etapas

**Primera Etapa:** Se parte con un análisis del sector productivo del Paraguay, para identificar cuáles son los productos hechos en el país que son representativos a nivel mundial. Posteriormente, se tomaron los sectores productivos más relevantes con el objeto de realizar una evaluación sectorial y posteriormente una evaluación intersectorial, ambas con el método AHP. Para facilitar la elección y favorecer la realización del análisis, se establecieron los criterios de valoración a utilizar. Para ambas evaluaciones se utilizaron los siguientes

criterios: Criterio Económico: los pesos de las alternativas para este criterio se calcularon de acuerdo a los índices de Ventaja Comparativa Revelada (VCR).

Criterio Social: los pesos de las alternativas para este criterio están basados en el número de empleos que se genera con cada producto.

Criterio Ambiental: los pesos de las alternativas para criterio se calcularon en base a la tasa de emisión de gases de efecto invernadero (tCO<sub>2</sub>e). Las ponderaciones cualitativas se realizaron en base a la generación de gases de efecto invernadero de cada producto. Criterio de Oportunidad: los pesos de las alternativas para este criterio se obtuvieron en base al Índice de Complejidad de Producto (ICP). Para la evaluación sectorial se tienen en cuenta cuatro sectores: A1) agrícola, A2) ganadero, A3) manufacturero y A4) industrial. Se establecieron para cada sector los cinco mejores productos exportados de acuerdo al índice de VCR. Luego, esos productos fueron evaluados mediante la técnica AHP bajos los criterios mencionados anteriormente quedando un solo producto por sector. Para este caso de estudio, cada criterio se pondera con el mismo peso, con el fin de que no exista sesgo hacia ninguno de ellos. En el caso de la evaluación intersectorial, posteriormente, se realizó un cálculo similar al anterior considerando los mejores productos de cada sector (A1, A2, A3 y A4). Asumiendo que las prioridades de los criterios de evaluación tienen igual valor y son los mismos del análisis previo, se obtuvo así el mejor producto.

**Segunda Etapa:** Entonces se procedió a analizar el EP, buscando los bienes más cercanos (con mayor conexión primaria) al producto prioritario. Con esto se pudieron obtener los nuevos bienes que comparten las capacidades productivas con las que se cuentan actualmente en el país. Se utilizó como fuente primaria el "Atlas de la complejidad económica" (Hausmann R y Klinger B., 2014) del CID Harvard bajo la codificación HS92 (Antweiler W., 2001).

**Tercera Etapa:** En esta etapa se evaluaron los nuevos productos obtenidos, los más cercanos al "producto prioritario", mediante la metodología AHP. Para esta evaluación, cada criterio se pondera con el mismo peso. En esta etapa, los bienes fueron evaluados teniendo en cuenta los criterios (económico, de oportunidad, ambiental y social) más uno de factibilidad, donde el criterio de factibilidad está dado por la Proximidad. Los pesos de las alternativas para este criterio se obtuvieron en base a la proximidad entre los productos ( $\phi_{ij}$ ).

Para el criterio económico, en esta etapa se utilizó el valor total de exportación (en US\$) a nivel mundial de cada producto "nuevo" para el año 2014. Los demás criterios son los mismos utilizados en la primera etapa. Al finalizar la priorización de los nuevos bienes, se los

agrupó, tomando en cuenta sus características de producción, obteniendo así un ranking de los mejores sectores.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Primera Etapa

Para los análisis sectoriales e intersectoriales se consideraron con el mismo peso (1) a todos los criterios, como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1: Prioridades compuestas de criterios análisis sectorial-intersectorial					
Criterios	Económico	Social	Ambiental	Oportunidad	Vector Propio
Económico	1	1	1	1	0.25
Social	1	1	1	1	0.25
Ambiental	1	1	1	1	0.25
Oportunidad	1	1	1	1	0.25

Los resultados obtenidos en las evaluaciones para cada sector económico son los siguientes:

Tabla 2: Resultados de las evaluaciones para cada sector económico				
Sector	Agrícola	Ganadero	Manufacturero	Industrial
Mejor producto	Soja	Carne bovina fresca	Cueros y pieles	Energía Eléctrica

El resultado de la evaluación intersectorial es la siguiente:

Tabla 3: Resultados de las evaluaciones para cada sector económico	
Productos	%
Soja	16,06
Carne bovina fresca	18,22
Cueros y pieles	14,93
<b>Energía Eléctrica</b>	<b>50,77</b>

La evaluación intersectorial arrojó que la estrategia A4 tiene el mejor desempeño (50,77 %). Por lo tanto, el mejor producto de exportación es la “Energía Eléctrica”.

### 4.2 Segunda Etapa

De acuerdo al análisis del EP, se identificaron los bienes más cercanos al producto “prioritario” (Energía Eléctrica). El resultado fue el siguiente:

Tabla 3: Resultados del análisis del EP

Cod. HS 92	Producto
401	Los demás muebles y sus partes
7309	Manufacturas de cemento, hormigón o piedra artificial
7217	Bombonas (damajuanas), botellas, frascos, tarros (bocales), potes
7010	Cajones, cajas, jaulas, tambores y envases similares, de madera
6810	Las demás manufacturas de aluminio
3925	Artículos para la construcción de plástico
4415	Máquinas, aparatos y artefactos agrícolas, hortícolas o silvícolas
9403	Alambre de hierro o acero sin alear
8432	Depósitos, cisternas, cubas y recipientes similares
7616	Leche y nata (crema), sin concentrar, sin adición de azúcar
1206	Semilla de girasol, incluso quebrantada

### 4.3 Tercera Etapa

Para esta etapa, se consideraron con el mismo peso (1) a todos los criterios.

Tabla 4: Prioridades compuestas de criterios análisis de los nuevos productos

Criterios	Económico	Social	Ambiental	Oportunidad	Factibilidad	Vector Propio
Económico	1	1	1	1	1	0.20
Social	1	1	1	1	1	0.20
Ambiental	1	1	1	1	1	0.20
Oportunidad	1	1	1	1	1	0.20
Factibilidad	1	1	1	1	1	0.20

Luego de aplicar el método AHP, los resultados del análisis arrojaron que “Los demás muebles y sus partes” tiene el mayor peso

Tabla 5: Resultado de la evaluación de los nuevos productos

Nuevos Productos	Porcentaje
Leche y nata (crema), sin concentrar, sin adición de azúcar	5,49%
Depósitos, cisternas, cubas y recipientes	7,03%
Alambre de hierro o acero sin alear	7,55%
Bombonas (damajuanas), botellas, frascos, tarros (bocales)	11,35%
Manufacturas de cemento, hormigón o piedra artificial	7,96%
Artículos para la construcción, de plástico, no expresados	9,30%
Cajones, cajas, jaulas, tambores y envases similares, de madera	11,12%
Los demás muebles y sus partes	21,29%
Máquinas, aparatos y artefactos agrícolas, hortícolas o silvícolas	8,77%
Las demás manufacturas de aluminio	10,13%

Al finalizar la priorización de los nuevos bienes se los agrupó y fueron seleccionados los ocho mejores sectores.

Tabla 6: Sectores productivos a desarrollar o impulsar

Sector productivo	Prioridad
Industria de la Madera	32,409%
Industria del Plásticos	16,335%
Industria de Vidrio	11,350%
Industria del Aluminio	10,135%
Industria de las Máquinas agrícolas	8,772%
Industria de Cemento	7,959%
Industria de Hierro	7,551%
Industria Láctea	5,489%

## 5 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la situación actual de la canasta exportadora y las capacidades que actualmente existen en Paraguay, la decisión sobre cuales sectores desarrollar puede llegar a ser muy compleja debido a que existen múltiples factores que influyen en ella. En este contexto, el principal aporte de este estudio es la combinación del EP con el AHP como un enfoque multicriterio para la identificación de oportunidades de transformación del sector productivo. Una vez realizado el análisis del sector productivo, se logró seleccionar los nuevos productos con mayor potencial mediante la metodología del EP. Posteriormente, se ha aplicado un modelo integral AHP para evaluar los productos y así obtener una hoja de ruta para impulsar un desarrollo económico sólido y sustentable.

En base a los análisis realizados se concluye que en el Paraguay debería impulsar las industrias de la madera

(32,409%), plástico (16,335%), vidrio (11,350%), aluminio (10,135%), máquinas agrícolas (8,772%), cemento (7,959%), hierro (7,551%) y láctea (5,489%), en ese orden, donde los porcentajes corresponden a la prioridad de los productos.. Si se impulsan estas industrias, se podría iniciar una diversificación de la canasta exportadora y se lograría una economía más compleja, sustentable y de mayor valor agregado.

## 6 REFERENCIAS

- [1] Hausmann R. and Klinger B., “Structural transformation and patterns of comparative advantage in the product space,” 2006.
- [2] U. Comtrade, “United Nations commodity trade statistics database,” URL: <http://comtrade.un.org>, 2010.
- [3] Hausmann R. and Klinger B., The structure of the product space and the evolution of comparative advantage. Center for International Development at Harvard University, 2007.



[4] R. Hausmann, R. Vuillemot, M. Coscia, M. Akmanalp, and L. B. (2014) The atlas of economic complexity. [Online]. Available:<http://atlas.cid.harvard.edu/>

[5] Saaty T. L., “How to make a decision: the analytic hierarchy process,” *Interfaces*, vol. 24, no. 6, pp. 19– 43, 1994.

[6] Vargas R. V. and P. IPMA-B, “Using the analytic hierarchy process (ahp) to select and prioritize projects in a portfolio,” in *PMI global congress*, 2010.

[7] W. Antweiler, “Harmonized commodity description and coding system,” Faculty of Commerce and Business Administration, University of British Columbia ([pacific.commerce.ubc.ca/trade/hs.html](http://pacific.commerce.ubc.ca/trade/hs.html)), 2001.

Originais recebidos em: 23/11/2016

Aceito para publicação em: 13/12/2016