

Políticas y estrategias institucionales para la recuperación y transformación de la ingeniería venezolana

Institutional policies and strategies for the recovery and transformation of Venezuelan engineering

SÁNCHEZ-ROSE, Isabelle ¹
MERCADO, Alexis ²
CERVILLA, María A. ³
TESTA, Pablo ⁴
LÓPEZ, María S. ⁵
FERRARA DE GINER, Griselda ⁶
SÁNCHEZ, Rebeca ⁷
POGGI, Zulay ⁸
RODRÍGUEZ QUIROZ, Luís ⁹

Resumen

El artículo presenta los resultados de un ejercicio dirigido a identificar, a través de la consulta a expertos y la aplicación del análisis estructural, acciones efectivas y pertinentes que permitan recuperar e impulsar capacidades de formación y de I+D de las ingenierías en las Instituciones de Educación Superior venezolanas para contribuir a la recuperación de la industria y los servicios del país, y afrontar las transformaciones tecnológicas inherentes al despliegue de la cuarta revolución industrial con una perspectiva de sustentabilidad.

Palabras clave: Capacidades en Ingeniería, Instituciones de Educación Superior, Recuperación industrial, Tecnologías convergentes y 4i.

Abstract

This paper presents the results of an exercise aimed to identify effective actions that contribute to recovering Venezuelan engineering capabilities. Through inquiries to experts and the application of structural analysis, key policies and strategies to strengthen teaching and R&D capabilities in Higher Education Institutions were enunciated. Their implementation could contribute to the recovery of the

¹ Centro de Estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela. abulafia2@gmail.com

² Centro de Estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela. alexisms60@gmail.com

³ Departamento de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Simón Bolívar, Venezuela. mcervilla@usb.ve

⁴ Centro de Estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela, Venezuela. ptesta2@gmail.com

⁵ Centro de Estudio de la Ciencia, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. msonsi@gmail.com

⁶ Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat. griferrara1941@gmail.com

⁷ Facultad de Ingeniería, Universidad Central de Venezuela, Venezuela. rebeaucv@gmail.com; isalov1201@gmail.com

⁸ Centro de Estudios del Desarrollo, Universidad Central de Venezuela, Venezuela. zulay.poggi@gmail.com

⁹ Fundación Instituto de Ingeniería, Venezuela. luis.rodriguez.quiroz@gmail.com

country's industry and services and face technological transformations inherent to the deployment of the 4i with a perspective of sustainability.

Keywords: Engineering Skills, Higher Education Institutions, Industrial Recovery, Converging technologies and 4i

1. Introducción

Venezuela confronta una crisis de una gravedad sin precedentes. La raíz de esta situación es fundamentalmente política, con fuertes repercusiones en lo económico y lo social, como consecuencia de la destrucción del aparato productivo, el deterioro creciente de los servicios y por el desmantelamiento de las instituciones.

La educación no escapa a la catastrófica situación. En el ámbito que nos ocupa, la educación superior, las capacidades de formación e investigación y desarrollo tecnológico han mermado drásticamente, consecuencia tanto de una enorme emigración de profesores, como de un desmantelamiento de la infraestructura, lo cual ha incidido dramáticamente en la posibilidad misma de la formación y de la producción de conocimiento. Tal es el daño generado que su reversión, al menos a la situación que presentaba a finales del siglo pasado, probablemente trascenderá una generación.

A ello habría que agregar que algunas sanciones impuestas al gobierno debido a la violación de derechos humanos, han incidido en la disminución del ya mermado ingreso petrolero y han dificultado la adquisición de equipos y repuestos, complicando aún más la situación, sobre todo de las posibilidades de recuperación de las industrias y los servicios en manos del Estado. La situación se agravó debido a la pandemia del COVID-19. Las precarias condiciones del sistema de salud y la lentitud en la vuelta a la normalidad, sin superar severos problemas estructurales, no permiten avizorar una reactivación importante de las actividades económico-productivas en el corto plazo.

La nueva realidad impuesta por el COVID-19 complejiza más la situación, sobre todo al acelerar globalmente cambios sociotécnicos sin precedentes impulsados por la disrupción de las denominadas “tecnologías convergentes” y la difusión de la cuarta revolución industrial (4i), que generan impactos profundos en lo social, en lo económico y lo personal.

Estas cuestiones, aunadas a otras, tan o más acuciantes, como la agudización de los eventos ambientales extremos - consecuencia del cambio climático— y la exclusión social, constituyen enormes desafíos que difícilmente pueden abordarse adecuadamente por las Instituciones de Educación Superior (IES) venezolanas debido a la gravedad de los problemas que confrontan y la inmediatez de la gestión que de ella se deriva. Sin embargo, no deben dejarse por fuera de la agenda de recuperación del país¹⁰.

El proyecto “Recuperación de la formación y la investigación y desarrollo en las Ingenierías para afrontar la crisis y las transformaciones tecnológicas disruptivas” se formuló para, partiendo de diagnósticos tanto de la oferta (IES) como de la demanda (industria y servicios) de conocimientos, proponer políticas y estrategias institucionales que contribuyan a la recuperación y transformación de esta disciplina, que resultan fundamentales para incrementar las capacidades tecnológicas del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación con la pertinencia de contribuir a la superación de la crisis del país y afrontar los desafíos globales citados. En el artículo se presentan los resultados de la aplicación del análisis estructural realizado a tal fin, y con base a éstos se esboza un conjunto de enunciados de políticas y estrategias pensadas para diferentes niveles de

¹⁰ Aspectos desarrollados en otro artículo en este número

decisión: Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), Instituciones de educación superior e instancias de ingeniería de las IES.

2. Metodología

El ejercicio desarrollado estaba dirigido a describir el sistema en estudio, en este caso, las ingenierías en las IES y centros de investigación de Venezuela, considerando tanto sus componentes internos como externos, así como a identificar las variables clave de su funcionamiento que incluyen: a) elementos del entorno (el ámbito más general que considera los diferentes componentes del SNCTI); b) contexto específico (las IES, en especial su estructuras de gobierno y administración centrales), y c) sistema interno (las instancias de ingeniería).

Para ello se aplicó el análisis estructural, método fundamentado en un enfoque sistémico bastante utilizado para estimar escenarios y, con base a ello, tomar decisiones. Se trata de una herramienta de reflexión colectiva diseñada para vincular ideas y permite estudiar las relaciones entre variables e identificar aquellas que son esenciales para comprender la evolución futura del sistema objeto de estudio (Godet, 1993). El análisis estructural comprende tres etapas: inventario de las variables; descripción de las variables mediante la matriz de análisis estructural, e identificación de las variables esenciales.

La primera etapa consiste en identificar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado. Se inició con una consulta a expertos y actores relevantes (profesores e investigadores universitarios, academias, empresas, asociaciones empresariales) mediante cuestionarios abiertos en la que se abordaron tres grandes temáticas: 1) situación de la industria y los servicios y de las demandas y requerimientos de ingeniería y servicios a las instituciones de educación superior; 2) los desafíos de las tecnologías convergentes, la cuarta revolución industrial y el desarrollo sustentable; 3) la gestión institucional (enfocada en las IES), fase de diagnóstico que es presentada en otro artículo de esta revista.

Posteriormente, las respuestas obtenidas fueron procesadas y analizadas lo que permitió identificar 6 dimensiones de análisis y 65 variables que permiten hacer una aproximación a la situación del sistema. Seguidamente, en talleres de trabajo con participación de actores de todos los ámbitos citados, estas variables se clasificaron en orden de importancia y se seleccionaron las 22 más importantes para el funcionamiento del sistema (ver Cuadro 1), las cuales una vez conceptualizadas, constituyen el insumo para la segunda etapa del proceso.

Cuadro 1
Identificación y conceptualización de las variables relevantes para la recuperación de capacidades de formación e investigación y desarrollo en las ingenierías.

Dimensión	V _i	Variable	Definición
Formación y capacitación	V ₁	Formación y capacitación para uso y operación	Proveer conocimientos y herramientas para realizar actividades de rutina, mantenimiento, resolución de problemas, gestión de la operación, mejora continua, aseguramiento de la calidad, normas técnicas. Tanto para los cursantes de la carrera formal como para personal que se desenvuelve en el ámbito productivo y de servicios.
	V ₂	Formación en ingeniería y diseño e I+D	Proveer conocimientos para involucrarse en: a) ingeniería conceptual, básica, de detalle e ingeniería de reversa; b) desarrollo de productos, diseño de procesos, diseño de equipos e instalaciones industriales.
	V ₃	Formación y capacitación en temas del desarrollo sustentable	Proveer conocimientos que permitan al ingeniero la consideración efectiva de la sustentabilidad en su actividad. Tanto para los cursantes de la carrera formal como para personal que se desenvuelve en el ámbito productivo y de servicios.

Dimensión	V _i	Variable	Definición
	V ₄	Formación en la frontera tecnológica	Incorporar en el currículo las tecnologías convergentes y 4i con enfoque transdisciplinario.
	V ₅	Perfil de formación transdisciplinario	Nuevas formas de transmisión de conocimientos que aborden los sistemas de forma integral y transdisciplinaria, con pensamiento crítico y trabajo en equipo en el marco de la sustentabilidad.
Producción, tecnología e Investigación	V ₆	Asistencia técnica	Para dominio de la tecnología, abordaje de problemas de obsolescencia tecnológica; implantación de sistemas de calidad y control de procesos.
	V ₇	Servicios ambientales	Para participar en evaluación de impacto ambiental, desarrollo de medidas para reducir impacto ambiental, contaminación de suelos y fuentes de agua, gestión de desechos y residuos urbanos.
	V ₈	I+D+i en tecnologías maduras	Diseño de equipos; adecuación de materia prima; diseño de procesos (banco, escalamiento industrial, etcétera).
	V ₉	I+D+i en control y automatización de procesos	Adaptación y diseño de equipos y de software para control y automatización.
	V ₁₀	I+D+i en tecnologías convergentes y disruptivas	Presentan diferencias ostensibles con las existentes, alta capacidad de imbricarse e incidir disruptivamente en diferentes áreas del conocimiento, la producción y los servicios.
	V ₁₁	I+D+i en desarrollo sustentable	Desarrollo y adaptación de tecnologías limpias y energías renovables. Impacto del cambio climático (atenuación y adaptación). Gestión ambiental urbana.
	V ₁₂	Problemas en la industria y los servicios	Ameritan atención importante para la búsqueda de soluciones mediante la asistencia técnica y/o la I+D+i (destacan la obsolescencia tecnológica, acceso a materia prima, dificultades de inversión y acceso a la tecnología).
	V ₁₃	Vigilancia tecnológica	Monitoreo de las grandes transformaciones tecnológicas y los desafíos socio-ambientales globales (tecnologías disruptivas y 4i, cambio climático).
Políticas y estrategias	V ₁₄	Gestión del talento humano	Recuperación y capacitación de la planta profesoral y técnica (preservación del personal existente, interacción con profesores emigrados, captación de generación de relevo).
	V ₁₅	Gestión de conocimiento	Generación, transmisión (en la formación) y transferencia (de resultados a la sociedad) del conocimiento.
	V ₁₆	Gestión universitaria eficiente y flexible	Que haga posible la sustentabilidad de la universidad dinamizando el financiamiento de actividades de investigación y desarrollo tecnológico, equipamiento de laboratorios y centros de investigación, formación de pre y postgrado y creando las condiciones adecuadas para la vinculación de las IES con la sociedad.
	V ₁₇	LOCTI 2005	Modalidades de financiamiento de actividades de I+D+i y la vinculación de las IES con la industria y los servicios.
	V ₁₈	Sistema de regulación y normas técnicas	Adecuación de las actividades universitarias a las normas y participación en su elaboración e implementación en la sociedad.
	V ₁₉	Programas de recuperación de la industria y los servicios	Incorporación de la universidad en programas de reactivación de los sectores industriales y los servicios de acuerdo a sus capacidades.
Vinculación universidad – industria y servicios	V ₂₀	Gestión de la vinculación	Divulgación de los servicios y capacidades de I+D+i de la universidad y desarrollo de mecanismos para impulsar vínculos e intercambios.
	V ₂₁	Pasantías industriales	Intensificación de la actividad mediante el desarrollo de nuevas modalidades en los niveles de pregrado y postgrado.

Dimensión	V _i	Variable	Definición
	V ₂ 2	Participación de diferentes actores en la formación y la capacitación	Papel de los diferentes actores (egresados, gremios, industria, etc.) en la discusión y conformación de los planes de formación y capacitación.

Fuente: Elaboración propia

La segunda etapa consiste en describir las relaciones entre las variables. Se basa en el análisis de las relaciones influencia-dependencia de las variables previamente identificadas y conceptualizadas en una matriz con el propósito de identificar aquellas que son esenciales para el funcionamiento de un sistema (Arcade, Godet y Meunier, 2004). El ejercicio, consiste en que un grupo de trabajo, altamente conocedor del tema, y preferiblemente desde varias perspectivas, vaya analizando la influencia directa que tiene cada variable sobre las demás de manera independiente, tomadas por pares (V1–V2), (V1-V3)... (V1-VN) de modo unidireccional, sin observar la influencia que pudiera ejercer una tercera variable (Figura 1). Se le asigna a cada relación un valor discreto. La sumatoria sobre las filas permite identificar el grado de influencia de la variable (M) sobre el resto y, por ende, sobre el sistema. La sumatoria sobre las columnas arrojará el grado de dependencia.

Figura 1
Matriz de análisis estructural

	v1	v2	v3	v4	v5	<u>vn</u>	Motricidad
v1									
v2									
v3									
v4									
v5									
.....									
.....									
<u>vn</u>									
Dependencia									

Fuente: Elaboración propia

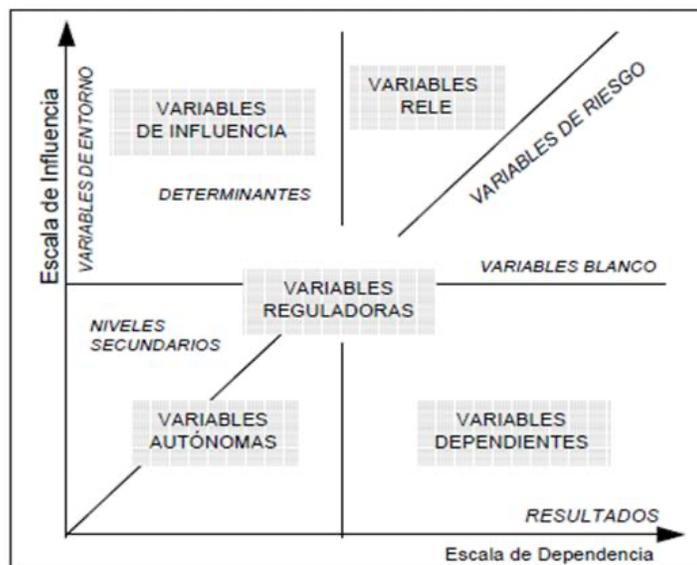
Una vez completada la matriz de impactos cruzados, se pasa a la tercera y última etapa del análisis estructural, que consiste en identificar las variables clave mediante la aplicación del programa MICMAC desarrollado por el grupo de Michel Godet, el cual permite estimar, tanto las relaciones directas entre variables, como las relaciones que propician la propagación indirecta de la influencia de las variables, permitiendo así identificar las variables más motrices (M) y más dependientes (D) (variables claves) y construir una tipología de las variables en términos de sus interrelaciones (Arcade, Godet y Meunier, 2004).

2.1. El gráfico de resultados del Análisis Estructural

Las variables resultantes se proyectan sobre un gráfico (plano de influencia-dependencia). La ubicación de las variables en el gráfico dependerá del grado de influencia, desplazamiento desde el origen en la ordenada (y), y del valor de dependencia, desplazamiento desde el origen en la abscisa (x). De esta manera, se visualizan mejor los resultados. La ubicación en el plano definirá la cualidad de la variable. La tipología de variables, según su ubicación en el plano (Figura 2) es la siguiente:

Figura 2

Tipos de variables en función de su distribución en el plano dependencia-motricidad



Fuente: Arcade, Godet y Meunier, 2004:184

VARIABLES DE INFLUENCIA. Se ubican en la parte superior izquierda del plano. También denominadas de poder o de entrada del sistema. Son muy influyentes y poco dependientes por lo que el sistema depende, en gran medida, del comportamiento de estas. Se puede incidir favorablemente sobre la evolución dependiendo de cuánto se puedan controlar como un factor de inercia o de movimiento. Pero una limitación es que muchas veces resultan ser variables del entorno que condicionan fuertemente el sistema, pero no pueden ser controladas por este. En consecuencia, suelen actuar más bien como un factor de inercia al que hay que prestar gran atención (Arcade, Godet y Meunier, 2004).

VARIABLES RELÉ O DE CONFLICTO. Ubicadas en el cuadro superior derecho del gráfico son, al mismo tiempo, bastante influyentes y muy dependientes por lo que suelen resultar factores de inestabilidad del sistema. Cualquier acción sobre ellas tiene consecuencias sobre las otras variables. En el caso que se controlen ciertas condiciones sobre otras variables influyentes, pueden favorecer la evolución del sistema. Pero si no son bien controladas, pueden constituirse en obstáculos. Dentro de estas, se establece una distinción:

- a. Variables de riesgo, situadas a lo largo de la bisectriz, inestables, que pueden introducir discontinuidades en el sistema. Por lo tanto, se debe ser muy cuidadoso al procurar incidir sobre estas;
- b. Variables blanco, ubicadas por debajo de la bisectriz, próximas a la abscisa, en consecuencia, más dependientes que influyentes. Se consideran un resultado de la evolución del sistema, por lo que se puede actuar específicamente para que evolucionen en la forma deseada (Arcade, Godet y Meunier, 2004). Como se verá para el sistema bajo estudio, son elementos importantes para la elaboración de políticas y estrategias en los propios espacios institucionales de las ingenierías.

VARIABLES DEPENDIENTES. Ubicadas en el cuadro inferior derecho. Su grado de influencia es bajo y presentan alta dependencia. Así, su comportamiento dependerá sensiblemente de la evolución de las variables influyentes y/o de las variables relé. En ese sentido, incidir deliberadamente sobre ellas, no tiene impactos importantes sobre la evolución del sistema.

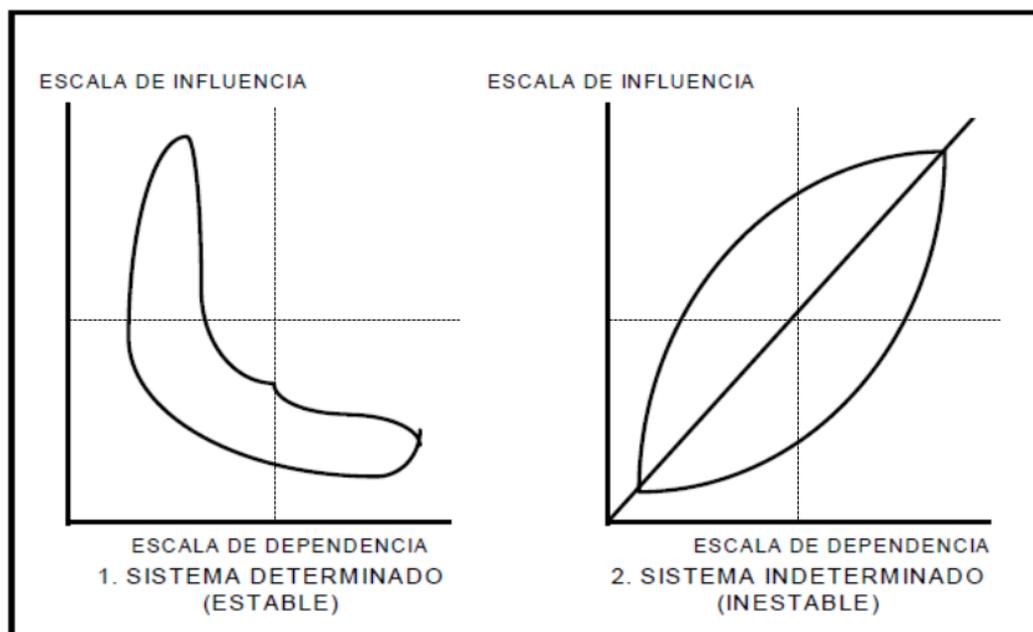
Variables autónomas. Ubicadas en la parte inferior izquierda del plano. Son poco influyentes y poco dependientes. Así, actuar sobre ellas no tiene incidencia significativa en la evolución del sistema. Sin embargo, debe acotarse una excepción: variables que se ubican por encima de la bisectriz, próximas al eje de ordenadas, son bastante autónomas y ejercen alguna influencia (nivel secundario). Pueden servir, si se puede incidir sobre ellas, para aplicar medidas adicionales que contribuyan positivamente a la evolución del sistema.

Variables reguladoras. Ubicadas en el centro de gravedad del sistema, pueden actuar como variables secundarias, aunque con objetivos más débiles, y como secundarias de riesgo, pudiendo tener alguna incidencia en el funcionamiento del sistema, en particular si son estables. Por lo tanto, aplicar medidas directas sobre ellas no ejerce mayor incidencia en la evolución del sistema (Arcade, Godet y Meunier, 2004).

2.2. Grado de determinación del sistema

Por otro lado, la forma en que se distribuyan las variables en el plano de influencia – dependencia permite inferir también el grado de determinación (estabilidad) del sistema. Si las variables se asocian en forma paralela a los ejes (forma de L) el sistema tenderá a ser estable, y su evolución estará marcadamente condicionada por las variables de influencia (Figura 3). Si las variables tienden a ubicarse alrededor de la bisectriz, el sistema tenderá a ser indeterminado (inestable), sobre todo, si las variables tienden a concentrarse en el cuadro superior derecho del plano (Godet, 1993). Al tener estas variables influencia y dependencia muy altas resulta difícil prever su evolución, por lo que hay que prestar particular atención a las variables influyentes, y tener especial cuidado en la implementación de las acciones para incidir en su evolución.

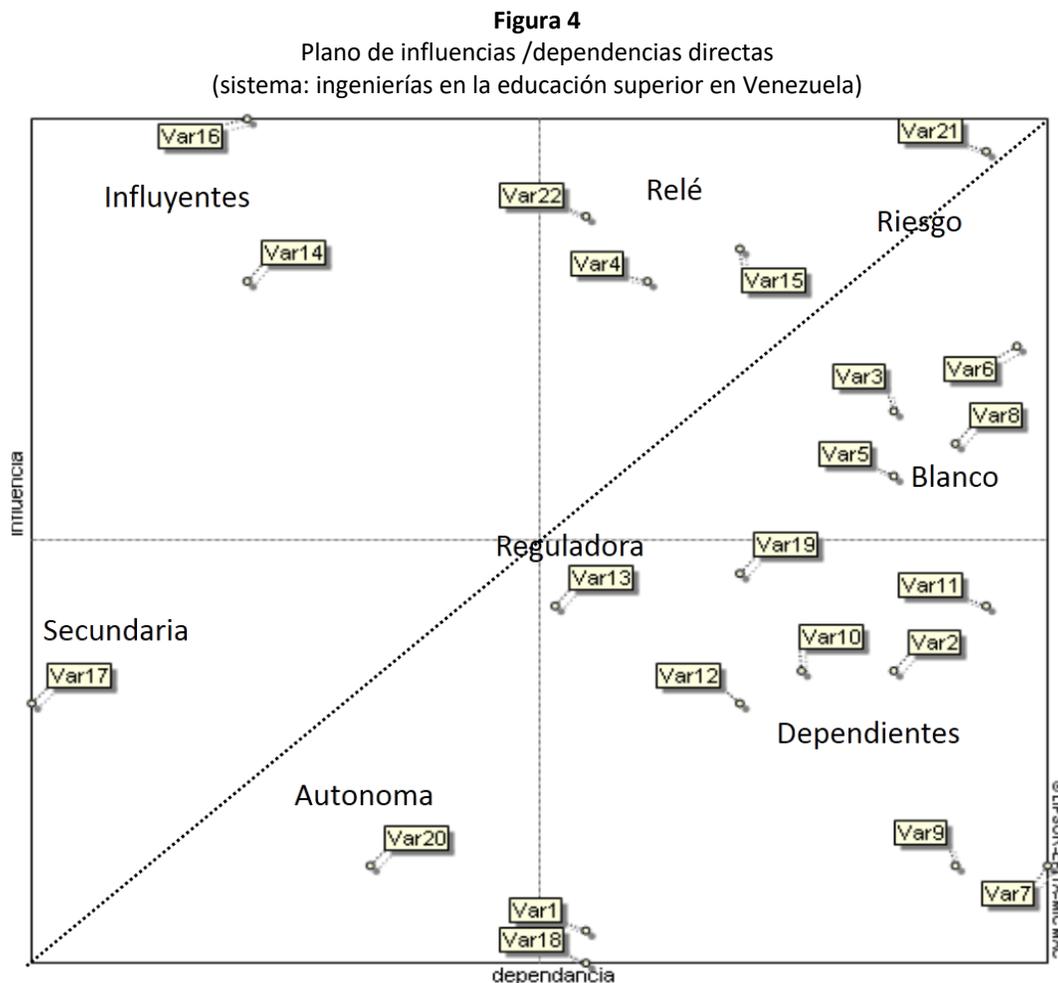
Figura 3
Grado de determinación del sistema



Fuente: Godet, 1993:91

3. Resultados del análisis estructural

Una primera mirada al plano de influencia-dependencia resultante del Análisis Estructural evidencia una distribución en la que las variables tienden a agruparse en los dos cuadros (superior e inferior) de la derecha, una prevalencia de variables relé y dependientes, y escaso número de variables autónomas (cuadro inferior izquierdo) (Figura 4). Esto sugiere un sistema altamente interrelacionado e indeterminado (inestable). En el cuadro superior izquierdo, es posible ubicar dos variables bastante influyentes (V16, *Gestión universitaria eficiente y flexible* y V14, *Gestión del talento humano*) cuyo comportamiento es determinante para la evolución del sistema. La inestabilidad, debida al número de variables relé, determina que el impacto de las variables influyentes sobre sus dinámicas será menos predecible, razón por la que hay que prestar atención a las posibilidades de controlar y/o incidir sobre las primeras, y a las acciones específicas a adoptar sobre las segundas, para influir positivamente en la evolución del sistema.



Fuente: gráfico resultante de la aplicación del método MICMAC a la matriz de análisis estructural

El resultado proyectado en el plano influencia–dependencia arroja entonces dos variables influyentes (poder), ocho relés, nueve dependientes, dos autónomas, una de ellas secundaria, y una reguladora (Cuadro 2). El significado de esta distribución para el funcionamiento del sistema, es fundamental para identificar las acciones a tomar para impulsar positivamente su evolución. Se analizan a continuación.

Cuadro 2
Clasificación de las Variables
producto del Análisis Estructural

Tipo	Sub-Tipo	Variable	Nombre de la variable
Influyentes o de poder		Var16	Gestión universitaria eficiente y flexible
		Var14	Gestión del talento humano
Relé o de conflicto	Riesgo	Var22	Participación de diferentes actores en la formación y la capacitación
		Var4	Formación en la Frontera tecnológica
		Var15	Gestión de conocimiento
		Var21	Pasantías industriales
	Blanco	Var3	Formación integral y capacitación en desarrollo sustentable
		Var5	Perfil de formación transdisciplinario
		Var6	Asistencia técnica
		Var8	I+D+i en tecnologías maduras
Dependientes		Var1	Formación y capacitación para uso y operación
		Var2	Formación en ingeniería y diseño e I+D
		Var7	Servicios ambientales
		Var9	I+D+i en control y automatización de procesos
		Var10	I+D+i en tecnologías convergentes y disruptivas
		Var11	I+D+i en desarrollo sustentable
		Var12	Problemas en la industria y los servicios
		Var18	Participación en el sistema de regulación y normas técnicas
		Var19	Programas de recuperación de la industria y los servicios
Autónomas o excluidas	Secundaria	Var17	LOCTI
	Autónoma	Var20	Gestión de la vinculación
Reguladoras		Var13	Vigilancia tecnológica (tecnologías disruptivas y 4i, cambio climático)

Fuente: Elaboración propia

3.1. Variables de influencia (poder)

Se señaló que las variables de influencia suelen ser factores del entorno que condicionan fuertemente el sistema, pero sobre las cuales suelen existir pocas posibilidades de incidir o controlar. En el caso del sistema bajo estudio las dos obtenidas (*Gestión universitaria eficiente y flexible* y *Gestión del talento humano*), se circunscriben más bien al contexto específico (el ámbito universitario), considerando particularmente los niveles altos de dirección (e.g. gobierno universitario y estructuras generales de administración) (Figura 4 y Cuadro 2).

Este resultado tiene implicaciones muy importantes pues, aun reconociendo que la gravedad de la situación de las IES requiere de buena cantidad de recursos y apoyos externos para la recuperación, las acciones en términos de políticas y estrategias para avanzar en esta dirección recaen fundamentalmente en las propias instituciones, planteando, como bien lo estipula la conceptualización de la variable 16 (Cuadro 1) (la más influyente), la necesidad de una profunda transformación de muchas estructuras de dirección y gestión de la universidad venezolana, algo que es un clamor de diversas comunidades académicas y amplios actores de la sociedad.

La mayoría de las universidades nacionales ha carecido de una gestión eficiente del talento humano. Más allá de las consecuencias devastadoras que ha tenido la desintegración del salario y el deterioro de las condiciones laborales, pues antes que esto ocurriera ya se observaban problemas importantes relacionados, por ejemplo,

con el envejecimiento del cuerpo docente, trabas a la renovación de la planta profesoral y la rigidez de las reglas de la carrera académica, que en el caso de las ingenierías, no estimula interacciones útiles con los ámbitos industrial y de servicios.

Para afrontar estos problemas, muy relacionados con V16, se requerirá formular políticas que estimen de forma precisa, áreas prioritarias, mecanismos de estímulo al personal (tanto al existente como a la generación de relevo) que permitan interactuar con diversos ámbitos de la sociedad, propiciando espacios colaborativos que promuevan soluciones y generen recursos que favorezcan el fortalecimiento institucional. Se ha insistido que la cooperación internacional será muy importante para la recuperación. En ese sentido, contar con instrumentos precisos de política, puede constituir un aval para la negociación de apoyo internacional. Organismos de cooperación, recomiendan impulsar acuerdos entre el sector privado y universidades para recuperar capacidades tecnológicas y de investigación (Mercado, Ávalos, Sánchez-Rose, Cervilla, López y Vessuri, 2020). Adicionalmente, el personal que emigró en los últimos años, podría hacer contribuciones importantes en esta dirección.

3.2. Variables relé o de conflicto

El alto número de variables en esta categoría dice de la complejidad del sistema. La distribución muestra: cuatro variables de riesgo, situadas por encima de la bisectriz o sobre esta y cuatro variables blanco, ubicadas por debajo de la bisectriz, próximas a la abscisa.

Variables de riesgo

Dos variables están próximas al eje de ordenadas que divide el plano (*Participación de diferentes actores en la formación y la capacitación* (V22), y *Formación en la frontera tecnológica* (V4)), presentando muy alta influencia y relativamente alta dependencia, por lo que son importantes para la evolución del sistema, y la actuación sobre ellas puede favorecer su evolución siempre y cuando, como se verá, se cumplan ciertas condiciones de las variables influyentes. Las otras dos variables se ubican sobre la bisectriz bastante alejadas del origen (*Gestión del conocimiento* (V15) y *Pasantías industriales* (V21)) (Figura 4), por lo que presentan muy alta influencia y dependencia, siendo, en consecuencia, muy inestables (Figura 3). Son clave para la evolución del sistema. Pero, como se indicó, tratar de incidir directamente sobre ellas, debe hacerse con precaución, siendo mejor hacerlo a través de acciones de las variables de poder, a objeto de minimizar la inestabilidad que afecte el comportamiento del sistema.

Es sugerente la señalización de los cambios que aluden estos resultados. De acuerdo a un estudio elaborado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (Graham, 2018), las instituciones de ingeniería exitosas globalmente promueven un aprendizaje basado en el trabajo y en la participación en proyectos extramuros relevantes para la sociedad, por lo que la interacción con actores externos es crucial para explicitar requerimientos y contribuir a direccionar la formación, algo muy necesario para el país en la actualidad. La ubicación de V22 (*Participación de diferentes actores en la formación y la capacitación*) (Figura 4) destaca la claridad que tienen los actores locales sobre lo imperativo de esta transformación, importante por las implicaciones que tiene sobre muchas otras variables, pero puntualizando que las posibilidades de incorporar estos actores están determinadas por el comportamiento de V16.

Si bien es imperativo afrontar la crisis, emerge paralelamente la necesidad de abordar las disrupciones tecnológicas que transforman la producción y el consumo, y revolucionan la ingeniería. La práctica profesional requerirá del manejo de muchos de estos conocimientos y habilidades que, a su vez, pueden coadyuvar a la superación de la crisis. De allí la necesidad de incorporar en el currículo las tecnologías convergentes y los

fundamentos de la 4i (*Formación en la frontera tecnológica (V4)*), muchas de ellas herramientas transversales de la práctica emergente de la disciplina.

Las dos variables más inestables, por lo tanto, más difíciles de controlar (V15 y V21) son clave en la transformación del sistema. La *Gestión del conocimiento (V15)*, tema harto complejo, en una situación tan precaria como la que confronta la universidad venezolana, conlleva importantes desafíos no exentos de responsabilidades (Cuadro 1). Las grandes transformaciones y avances que se experimentan en todas las áreas de conocimiento plantean importantes retos epistemológicos en medio de grandes incertidumbres. Estos pueden ser mejor afrontados mediante enfoques transdisciplinarios en ámbitos tan disímiles como el personal, social, ambiental y económico, y deberán estar fundamentados en rigurosas valoraciones éticas (Tobón y Núñez Rojas 2006). Pero, sin duda, están condicionados por la recuperación y renovación de la planta de docencia e investigación, acción que corresponde a la variable influyente *Gestión del talento humano (V14)*.

La segunda (*Pasantías industriales (V21)*), evidencia ser una actividad mucho más concreta, pero, en importante medida, es reflejo de la necesidad de adoptar nuevas formas de gestión del conocimiento. Como lo explicita la definición (Cuadro 1), se requieren de nuevas maneras de interactuar con la industria, de enfocar problemas y temas de investigación y desarrollo, nuevas prácticas integradas a la formación. Las posibilidades de manejar adecuadamente estas dos variables, están supeditadas a dinámicas mucho más flexibles y eficientes de la gestión universitaria (V16).

Variables blanco

Se destacó que estas variables son más dependientes que influyentes, considerándose resultados de la evolución del sistema. Por esta razón, se puede actuar directamente sobre ellas para modificar su comportamiento, lo que puede ser de gran utilidad en el nivel de las estrategias institucionales y redundar en el mejoramiento del funcionamiento del sistema.

Como puede observarse en las definiciones, muchos de los aspectos contemplados se pueden incorporar progresivamente en las actuales dinámicas institucionales. Por ejemplo, en la formación, en algunas materias de los pensa de estudios vigentes se pueden introducir temas de sustentabilidad. Incluso, en algunas instituciones, existe experiencia para capacitar en estos temas (Ferrara y Williams, 2001), lo que, de hecho, ya viene ocurriendo. Igualmente, se puede adelantar la discusión de la transformación de los planes de estudios y contenidos para incorporar perspectivas transdisciplinarias. El enfoque de formación por competencias que promueven algunas instituciones (e.g. Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela), y el enfoque matricial con participación de varias áreas disciplinarias en la formación del ingeniero (e.g. Universidad Metropolitana), constituyen experiencias para avanzar en esta dirección.

Las otras dos variables (*Asistencia técnica (V6)* e *I+D+i en tecnologías maduras (V8)*), evidencian la importancia de recuperar e impulsar actividades que se vienen realizando, aunque hayan disminuido considerablemente. Tienen mucho sentido para la coyuntura de crisis que, entre sus prioridades, hace énfasis en la recuperación de la industria y los servicios. Son acciones que, además, se pueden entrelazar y reforzar mutuamente. En el análisis por áreas de conocimiento realizado, correspondiente a la segunda fase de este estudio (en elaboración), se observó que, a pesar del deterioro de la infraestructura de investigación de las IES, algunos profesores se están vinculando a la industria ofreciendo asistencia técnica, fundamentalmente con sus conocimientos (*know how*). Los problemas identificados, y sus soluciones, pueden plantear agendas de I+D concretas para las IES que reactiven estos espacios, algo en lo que se ha insistido en este proyecto.

3.3. Variables dependientes

Están presentes dos variables de formación (*Formación y capacitación para uso y operación (V1)* y *Formación en ingeniería y diseño e I+D* (V2)). Constituyen un claro ejemplo de variables cuyo comportamiento tiene alta dependencia respecto a la evolución de variables influyentes del sistema. Si bien en cuanto a los tópicos que consideran son muy importantes, estarán supeditadas justamente a las demandas y requerimientos externos, una alta influencia de V22 (*Participación de diferentes actores en la formación y la capacitación*), y del fortalecimiento y la adaptación del talento humano a dichos requerimientos (V14).

Se ubica, también, un importante grupo de actividades de I+D y servicios “no usuales”, vinculados a las nuevas demandas (sustentabilidad y disrupciones tecnológicas), sugiriendo que estas se irán incorporando en la medida en que se registren avances en las variables de influencia del sistema. Es evidente que las posibilidades de avanzar en estas dependerán, en primer lugar, de la recuperación y el fortalecimiento del talento humano, pero también deberán contar con una capacidad de gestión eficiente y flexible (V16), que permita una renovada y efectiva *gestión del conocimiento* (V14), las variables de poder.

Finalmente, se consiguen tres variables que se ubican en el ámbito del entorno (*Problemas en la industria y los servicios* (V12), *Participación en el sistema de regulación y normas técnicas* (V18) y *Programas de recuperación de la industria y los servicios* (V19)). Si bien no dependen directamente de la gestión de las IES, la participación de estas (V12 y V19) o su adecuación (V18), dependerán de la evolución misma del sistema. Hay que recordar que tratar de incidir sobre estas variables directamente parece no tener influencia en la evolución del sistema.

3.4. Variables autónomas

Dos variables se clasifican como autónomas (independientes del funcionamiento del sistema): *Gestión de la vinculación* (V20) y *LOCTI* (V17). Esta última, presenta media influencia, y prácticamente ninguna dependencia, cayendo en la categoría de secundaria.

En el caso de V20, hay experiencias externas que han procurado manejar la vinculación, pero están limitadas por las posibilidades de incidir sobre los actores de la oferta y la demanda. Está, por ejemplo, el caso de la Fundación Educación – Industria (FUNDEI) que durante muchos años ha impulsado las pasantías, pero supeditada al programa de la institución educativa. En I+D+i, está la experiencia del Centro Nacional de Tecnología Química que, en sus inicios, procuró impulsar vínculos identificando necesidades de la industria y capacidades de las IES para responder a estas mediante proyectos conjuntos.

V17 presenta influencia media y ninguna dependencia, siendo claramente secundaria. Este resultado es importante, pues siendo una variable de entorno, la aplicación de medidas adicionales puede ser útil para la evolución del sistema como lo estipula la metodología. Está demostrado como la versión original de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI) de 2005¹¹, a pesar de diversas fallas y el poco tiempo de implementación, contribuyó a fortalecer capacidades tanto de investigación en las IES como tecnológicas en las empresas.

¹¹ La Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación, promulgada en 2001, ha sido objeto de sucesivas modificaciones, siendo la promulgada en 2005, la que tuvo un mayor impulso en el financiamiento y promoción de las actividades de CTI, así como mayor receptividad por parte de los actores del SNCTI.

3.5. Variable reguladoras

Finalmente, la clasificación arrojó una variable reguladora (*Vigilancia tecnológica (V13)*), ubicada en el centro del plano (Figura 4). Como se indicó, estas pueden actuar como variables secundarias, con objetivos más débiles, y como secundarias de riesgo. En este caso, pudiera incidirse sobre ella, mediante acciones que puedan ser útiles para potenciar el impacto de algunas variables influyentes. Por ejemplo, V14 (*Gestión del talento humano*), V4 (*Formación en la frontera tecnológica*) y V15 (*Gestión del conocimiento*).

4. Enunciados de políticas y estrategias institucionales

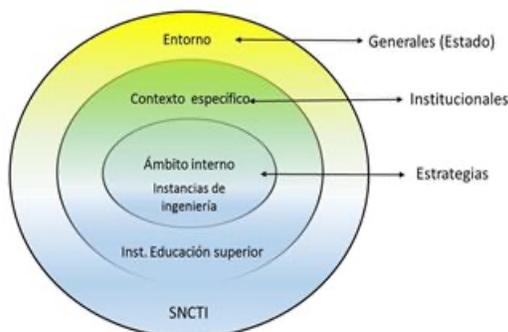
Los resultados del Análisis Estructural dan una visión bastante completa del sistema de las ingenierías en la educación superior. Ha permitido identificar las variables que, desde los diferentes ámbitos (entorno, contexto específico y componente interno) son las más influyentes en su evolución. Como se evidenció, la mayoría de estas se ubican en los dos últimos ámbitos, lo que significa que puede influirse sobre ellas desde las propias instituciones de educación superior, colocando extraordinarios desafíos y oportunidades para avanzar en la recuperación y en la transformación de las ingenierías.

El análisis estructural permitió identificar el conjunto de variables a las que se les debe prestar atención especial a objeto de formular las políticas y estrategias para poder avanzar en la recuperación y transformación de las ingenierías en Venezuela. En total, son diez: 2 influyentes, 4 relé-riesgo y 4 relé-blanco. Cómo se indicó, más allá del soporte financiero y material que se le pueda prestar a las IES para impulsar las transformaciones necesarias, éstas dependen en gran medida de las capacidades de gestión de las propias instituciones, así como las acciones que emprendan a tal efecto. Así, partiendo de las variables identificadas, así como de las consultas a la academia, la industria y los servicios, y de los talleres de trabajo realizados, se hizo un ejercicio de enunciación de políticas y estrategias institucionales, a modo de propuesta de trabajo a ser discutida y alimentada por las distintas instancias de ingeniería de las IES venezolanas.

Se presenta un conjunto de enunciados de políticas y estrategias que competen a instancias de diferentes niveles de decisión, factor que determina las posibilidades de participar en su formulación e implementación (Figura 5):

1. Políticas tecnológicas y científicas generales. Asociadas al entorno, siendo competencia principal de las instituciones rectoras del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación.
2. Políticas institucionales. Asociadas al contexto específico, competencia de las instituciones de educación superior (IES)
3. Estrategias institucionales. Asociadas al componente interno, competencia de las instancias de ingeniería de las IES.

Figura 5
Ámbitos y competencias para diseñar políticas y estrategias para recuperar y transformar las ingenierías (enunciados)



Fuente: Elaboración propia

Por las posibilidades de incidir desde las propias instancias de ingeniería, y de las IES, se coloca el énfasis en los

dos últimos niveles de formulación y ejecución de políticas (Figura 5). Debe recordarse que todo el proceso (desde la identificación y selección de variables a la realización del Análisis Estructural), contó con participación de miembros de diferentes universidades y actores de la industria y los servicios, por lo que los resultados son una descripción bien aproximada de la realidad del sistema. No obstante, en las diferentes instituciones puede haber matices o diferencias que determinen que una variable adquiera importancia o influencia más que en otra. Por esta razón, no se ha descartado sugerir algunas acciones sobre las variables blanco, secundarias y reguladoras, quedando de parte de cada institución hacer las valoraciones correspondientes.

4.1. Variables determinantes o influyentes

Se insiste en la importancia que tiene la estructura de gestión de la universidad para diseñar las políticas y soportar las estrategias institucionales que conlleven a la recuperación y transformación de las ingenierías. Si estas mantienen un carácter altamente conservador, rigidez y poca disposición a los cambios, harán inefectivos muchos de los esfuerzos que se hagan desde el sistema interno de las ingenierías.

Gestión universitaria eficiente y flexible (V16). Las políticas a formular para esta variable, fundamental para la evolución del sistema, son competencia principalmente de las instancias de alto gobierno universitario y administrativas centrales. Se propone, en primer lugar, implementar un sistema de gestión universitaria eficiente, flexible y transparente, que proponga e implemente acciones conducentes a una transformación tanto académica como administrativa. Esto conlleva a una revisión de los fines y funciones de las IES, para renovar su contrato social a objeto de responder a las ingentes demandas que impone la crisis nacional, las profundas transformaciones tecnológico-científicas y la crisis socioambiental. Por otra parte, se aconsejan algunas estrategias institucionales (Instancias de ingeniería) con doble propósito: crear instrumentos de intervención, pero, a la vez, presionar por una gestión universitaria que permita darles viabilidad (Cuadro 3).

Cuadro 3
Políticas y estrategias institucionales (Variables determinantes o influyentes)

VARIABLE	POLÍTICAS TECNOLÓGICAS Y CIENTÍFICAS (SNCTI)	POLÍTICAS INSTITUCIONALES (INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR)	ESTRATEGIAS INSTITUCIONALES (INSTANCIAS DE INGENIERÍA)
Gestión universitaria eficiente y flexible (V16)		<p>Implementar un sistema de gestión universitaria eficiente, transparente y flexible</p> <p><u>En lo académico:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Adecuación de los programas de formación para responder eficientemente a las demandas de la sociedad. •Redefinición de los criterios de la carrera académica y del escalafón docente. <p><u>Administrativo</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •Revisión de las estructuras de gestión, normas, procedimientos •Modernización y flexibilización de los mecanismos administrativos para diversificar el financiamiento. •Gestión de la calidad universitaria (referido a normas de laboratorios, etcétera) •Profesionalización de la gestión. <p>Política de vinculación con la sociedad que considere diversos mecanismos para poder dar respuestas a una amplia variedad de demandas.</p> <p>Rediseño de la política de cooperación nacional e internacional.</p>	<p>Propiciar la conformación de redes inter-facultades (ingeniería) para ofrecer programas de formación conjuntos y desarrollar proyectos colaborativos.</p> <p>Programas institucionales para optimizar el aprovechamiento de recursos.</p> <p>Programa de egresados embajadores, tanto para el levantamiento de fondos como para la búsqueda de oportunidades de “negocios” en el exterior, tanto para la TT como para el desarrollo de alianzas estratégicas.</p> <p>Formular y mantener actualizado un plan estratégico en línea con el de la Universidad.</p> <p>Definición de estrategias para búsqueda de financiamiento y la obtención de recursos.</p>
Gestión del talento humano (V14)	<p>Restablecer Programas de estímulo a la investigación y la innovación.</p> <p>Remuneración acorde a lo establecido en la CRBV.</p> <p>Mecanismos de estímulo a las empresas para establecer vínculos con la universidad para desarrollo tecnológico.</p>	<p>Política para recuperar y mantener la planta profesoral y técnica.</p> <p>Políticas para garantizar las generaciones de relevo.</p> <p>Revisión de las políticas de convenios con universidades del exterior en docencia e investigación.</p> <p>Programa de contacto con investigadores venezolanos en el exterior para integrarlos mediante acuerdos colaborativos.</p>	<p>Estímulos al personal existente.</p> <p>Contribuir a la formación de la generación de relevo.</p> <p>Promoción de acuerdos de cooperación (nacionales e internacionales) para apoyar el desarrollo de la docencia, investigación y extensión.</p>

Fuente: Elaboración propia

Gestión del talento humano (V14). En este tema neurálgico se sugieren acciones para los tres ámbitos: entorno (SNCTI), contexto específico (IES) y sistema interno (Instancias de ingeniería). Pero se destaca que recaen fundamentalmente en el contexto específico, con contribución del sistema interno, presionando por eficiencia y flexibilidad de la estructura universitaria (Cuadro 3). Las instancias de ingeniería deberán jugar un papel importante en el establecimiento de convenios mediante la identificación de mejores opciones de cooperación e intercambio (nacionales e internacionales) para apoyar el desarrollo de los programas de docencia, investigación y extensión. Se deberán coordinar estas acciones con las que adelante el contexto específico para su establecimiento.

4.2. Variables relé

Variables relé riesgo

Las acciones sobre estas variables competen fundamentalmente al contexto específico (IES) y al sistema interno (instancias de ingeniería). Se insiste sobre la importancia que tienen sobre la evolución del sistema y el cuidado que se debe tener en la intervención, sobre todo en el caso de las variables *Gestión del Conocimiento (V15)* y *Pasantías Industriales V21*), por la alta inestabilidad que presentan.

Participación de diferentes actores en la formación y la capacitación (V22). El alto grado de influencia y media dependencia de esta variable, determina prestarle especial atención. Se proponen algunas acciones concretas que pueden tener alta incidencia sobre la evolución del sistema, siempre que se cumplan ciertas condiciones en las variables de poder, en especial de V16.

Una única acción institucional puede impulsar transformaciones importantes: el establecimiento de una normativa precisa para que miembros de la industria, los servicios, el Estado y otros ámbitos de la sociedad participen en el diseño e implementación de los programas de formación y capacitación. En función de las demandas, deben posibilitarse cambios en la formación (aprendizaje transdisciplinario, basado en el trabajo y la participación en proyectos útiles para la demanda), reconociendo que la universidad debe compartir su espacio privilegiado de generación y transmisión de conocimientos. Dicha normativa, debe dar pie a la implementación de una serie de estrategias institucionales, de las instancias de ingeniería, que permitan la operatividad de formas novedosas de gestión del conocimiento. Desde el punto de vista práctico, es necesario realizar actividades que permitan mantener un flujo continuo e intercambio de información entre los diversos actores. Entre ellas destacan las consultas periódicas a “empleadores” en su acepción más amplia.

Formación en la frontera tecnológica (V4). Resulta muy indicativo que en el grupo de variables de formación (Cuadro 1) sea ésta la que tiene mayor influencia sobre la evolución del sistema. Ello en la medida en que resulta fundamental para la transformación del perfil del ingeniero para adecuarse a las aceleradas transformaciones tecnológicas. Pero debe señalarse que depende de manera importante de V14 (*Gestión del talento humano*). Difícilmente se puedan adelantar acciones institucionales efectivas, si no hay una recuperación de la planta de docencia e investigación de las IES.

En el contexto específico, las IES deben proponer políticas de fortalecimiento (formación y capacitación), no sólo del personal de docencia e investigación en las diferentes áreas tecnológicas convergentes sino, también, del resto del personal docente, técnico y administrativo para el uso y aplicación de estas tecnologías. Ello en pos de un funcionamiento adecuado a las grandes transformaciones de la educación superior.

El conocimiento de los avances y disrupciones en el conocimiento tecnológico y científico será fundamental para poder formular las políticas y estrategias institucionales, de allí que la *vigilancia tecnológica (V13)* constituya una herramienta de apoyo fundamental para las acciones de esta variable.

Gestión del conocimiento (V15). Siendo una variable inestable (alta influencia y dependencia) resulta más apropiado abordarla, principalmente, a través de acciones en el ámbito del contexto específico (IES).

Pasantías industriales (V21). La variable más inestable del sistema, de allí que se sugiera su abordaje apoyándose en acciones de las variables V22 (*Participación de diferentes actores en la formación y la capacitación*) y V16 (*Gestión universitaria eficiente y flexible*). De hecho, su definición (diversificación de la actividad mediante el desarrollo de nuevas modalidades en pregrado y postgrado), evidencia claramente que su avance depende de estas.

En el caso de las políticas de las IES (Cuadro 4), se propone priorizar el rol de las pasantías y prácticas industriales/empresariales en la(s) normativa(s) para que miembros de la industria y los servicios participen en el diseño e implementación de los programas de formación y capacitación (V22).

Cuadro 4
Políticas y estrategias institucionales
(Variables Relé-Riesgo)

VARIABLE	POLÍTICAS TECNOLÓGICAS Y CIENTÍFICAS (SNCTI)	POLÍTICAS INSTITUCIONALES (INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR)	ESTRATEGIAS INSTITUCIONALES (INSTANCIAS DE INGENIERÍA)
Participación diferentes actores en la formación y la capacitación (V22)		Establecer normativa para el diseño de programas de formación y capacitación conjuntamente con la industria y otros sectores de la sociedad.	Incorporación de la industria, los servicios y el Estado en la discusión, elaboración y actualización de los planes de estudio. Participación activa de la industria, los servicios en la formación. Participación activa de la industria, los servicios y las comunidades en la capacitación.
Formación en la Frontera Tecnológica (V14)	Plan de capacitación de técnicos del Estado Política de formación de personal para I+D en centros internacionales de alto nivel.	Plan de fortalecimiento de las capacidades de docencia e investigación en las diferentes áreas tecnológicas convergentes. Capacitación del resto del personal docente, técnico y administrativo para el uso y aplicación de estas tecnologías.	Monitoreo de tendencias tecnológicas y brechas de conocimiento. Revisión y actualización de programas de estudio. Formación de competencias para la transformación digital. Estimular investigación en la frontera del conocimiento. Alianzas con empresas para la formación y la dotación.
Gestión de conocimiento (V15)		Política que establezca mecanismos de promoción, fijación de normas e impulso a instancias para la gestión del conocimiento.	Promover grupos y redes de investigación, nacionales e internacionales, que generen y compartan conocimiento
Pasantías industriales (V21)		Priorizar el rol de las pasantías y prácticas industriales en el diseño conjunto de programas de formación y capacitación.	Diseñar programas de pasantías y prácticas industriales conjuntamente miembros de la industria, los servicios y gremios empresariales y académicos. Fortalecer las instancias de coordinación de pasantías y servicio comunitario.

Fuente: Elaboración propia

Variable relé blanco

Al ser resultado de la evolución del sistema, se puede actuar directamente sobre ellas para modificar su comportamiento. En consecuencia, la mayoría de las acciones competen al sistema interno (las propias instancias de ingeniería) (Cuadro 5).

Formación y capacitación en temas del desarrollo sustentable (V3). Se propone fijar en las carreras de ingeniería un mínimo de contenidos obligatorios sobre la sustentabilidad, tal como hacen diversas universidades en el ámbito internacional. Es necesario, además, proveer conocimientos a personal graduado y trabajadores de las propias instituciones. Las estrategias institucionales (instancias específicas de ingeniería) son fundamentales

para impulsar estos cambios *bottom-up*.

Perfil transdisciplinario (V5). Constituye elemento esencial de la formación y la praxis del ingeniero de 2030. En varias universidades nacionales vienen adelantando algunos esfuerzos para adoptar esta perspectiva en la formación y la investigación que se deben potenciar.

Asistencia técnica (V6). Actividad que, aun en las actuales condiciones, puede generar interacciones importantes con la industria y los servicios en la medida que se fundamenta en los conocimientos de los profesores-investigadores.

I+D+i en tecnologías maduras (V8). Se puede incidir directamente sobre esta variable desde las propias instancias de ingeniería. A pesar de experimentar una caída importante, hay experiencia en la actividad, especialmente de investigación aplicada. Pero debe colocarse mayor énfasis en el desarrollo tecnológico, razón por la que debe vincularse a V6 (*Asistencia técnica*) a objeto de identificar agendas.

Cuadro 5
Políticas y estrategias institucionales
(Variables Relé-blanco)

VARIABLE	POLÍTICAS TECNOLÓGICAS Y CIENTÍFICAS (SNCTI)	POLÍTICAS INSTITUCIONALES (INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR)	ESTRATEGIAS INSTITUCIONALES (INSTANCIAS DE INGENIERÍA)
Formación integral y capacitación en temas del desarrollo sustentable (V3)		Promover la inserción de los ODS en las tres misiones de la universidad. Fortalecer proyectos existentes y el marco institucional normativo.	Incluir la sustentabilidad en los pensa. Formación y sensibilización de los docentes en esta área. Incorporar a la comunidad en programas para hacer los campus sustentables.
Perfil de formación transdisciplinario (V5)		Promover espacios de producción de conocimiento transdisciplinario. Repensar la política de extensión.	Instituir la formación por competencias. Promover investigación transdisciplinaria y articularla a la formación. Uso de la extensión para conocer necesidades y promover conocimiento transdisciplinario.
Asistencia técnica (V6)		Elaborar o adecuar normativa que establezcan incentivos a la asistencia técnica. Vincular la asistencia técnica a la extensión.	Diseñar una oferta de Servicios de asistencia técnica. Identificar brechas de capacidades para responder a las demandas de asistencia técnica. Vincular las pasantías industriales a la asistencia técnica.
I+D+i en tecnologías maduras (V8)			Proponer proyectos de I+DT a partir de la identificación de problemas mediante la asistencia técnica. Acuerdos con la industria para recuperar y compartir equipos para diseño de procesos.

Fuente: Elaboración propia

5. Consideraciones finales

A partir de un riguroso análisis del Estado del Arte en la formación, la investigación y desarrollo y el ejercicio profesional de las ingenierías en el ámbito global y de la situación de las ingenierías en el país, y de un amplio proceso de consultas e intercambio de ideas entre miembros de la academia, la industria y los servicios, se identificaron las variables que determinan el funcionamiento del sistema (las ingenierías en la educación superior, considerando tanto sus componentes internos y externos) y, mediante un análisis estructural, aquellas que son clave para incidir positivamente en su evolución. A partir de ello, se presenta este conjunto de enunciados de políticas y estrategias institucionales. Resulta altamente sugerente que un número importante de las mismas, orientadas a la transformación de la generación, transferencia y uso de conocimientos en las

instancias de ingenierías de las IES, estén altamente relacionadas y tengan como elemento común las vinculaciones con actores externos, especialmente las empresas.

Hace falta conocer con más detalle, los problemas específicos que se confrontan en las instancias de ingeniería de las IES en cuanto a capacidades de formación e Investigación y desarrollo, infraestructura y equipamiento, así como la situación de los vínculos con la industria y los servicios. Estos servirán para avanzar en la formulación e implementación de las políticas y estrategias institucionales enunciadas.

Queda de parte de las Instituciones de educación superior, sus organismos de dirección y sus instancias de ingeniería, trabajando de manera colaborativa con la industria, los servicios y organismos técnicos del Estado, la identificación de aquellas que sean más importantes para avanzar en su recuperación y transformación.

Referencias bibliográficas

- Arcade, J, Godet, M. y Meunier F. (2004). *Análisis estructural con el método MICMAC, y estrategia de los actores con el método MACTOR* (trad. E.R. Balbi). Metodología de Investigación de Futuros. Buenos Aires. p. 69.
- Ferrara de Giner, G. y Williams, M. (2001). *Elementos y Gestión Ambiental para la Industria*. CIDIAT, Mérida.
- Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción. Manual de prospectiva y estrategia*. Barcelona: Marcombo. p. 380.
- Graham, R. (2018). *The global state of the art in engineering education. New Engineering Education Transformation (NEET)*. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge. p. 170.
- Mercado, A., Ávalos, I., Sánchez-Rose, I., Cervilla, M.A., López, M. S. y Vessuri, H. (2020). Strategies for rebuilding research capacities in Venezuela. *Policy Brief*. November 2020.
https://www.gdn.int/sites/default/files/u115/Venezuela%20Policy%20Brief%20_Spanish.pdf
- Tobón, S. y Núñez Rojas, A (2006). La gestión del conocimiento desde el pensamiento complejo: un compromiso ético con el desarrollo humano. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 58, 27-39.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
 Atribución-NoComercial 4.0 Internacional