



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA - 2025

JORGE ARISTIZÁBAL GIL

EPM.- INNOVAR + , 27 DE MAYO DE 2019

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

1. Delimitación del tema

2. Meditación de la técnica

3. Presente y futuro de la formación y ejercicio de la ingeniería

4. Las revoluciones científicas tocan la puerta del ingeniero

5. El ingeniero innovador

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

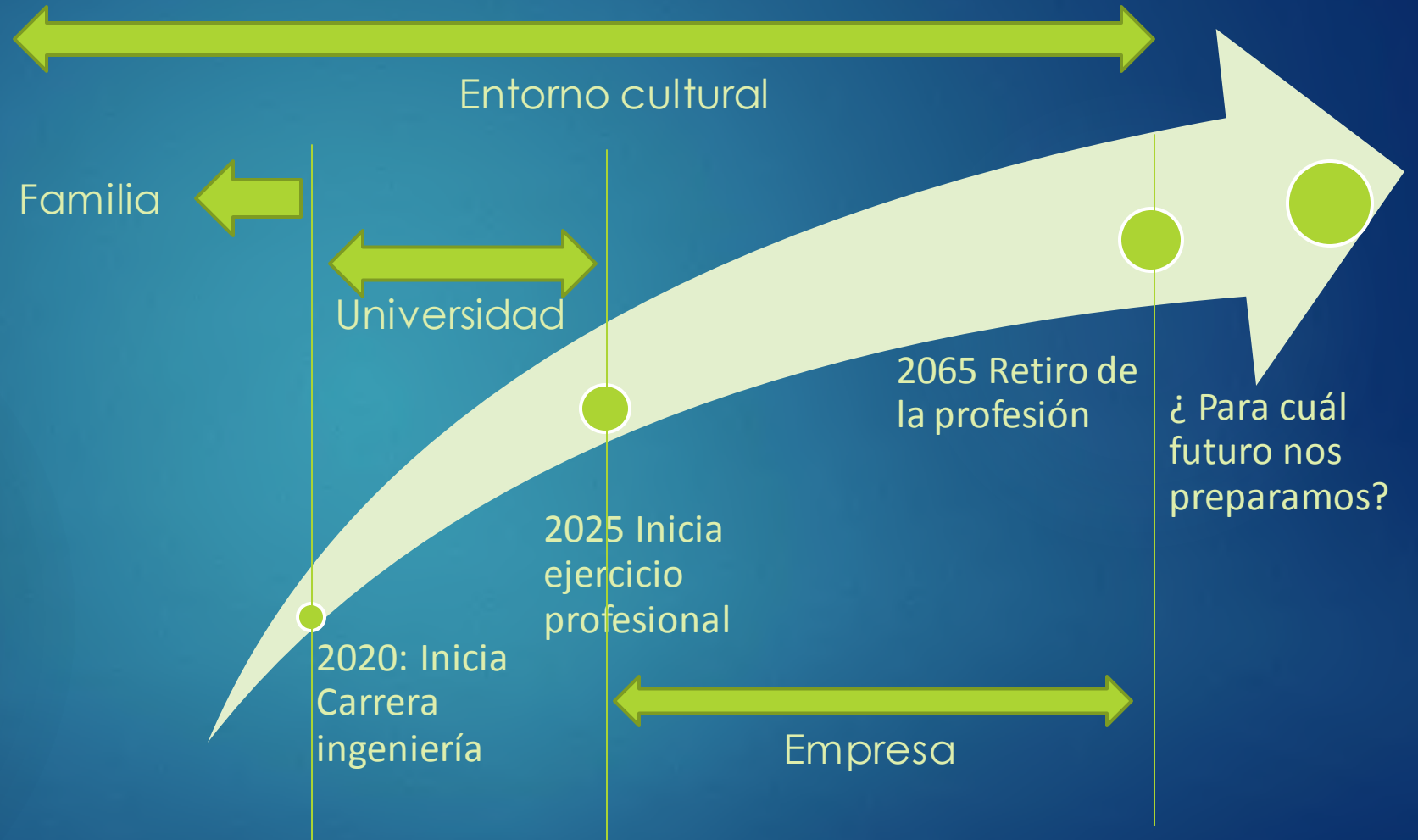
## 1. Delimitación de la discusión: formarnos para el futuro

Preguntas:

1. ¿ Para cuál futuro vamos a formar a los ingenieros?
2. ¿ En qué consiste esa formación?
3. ¿A quién le corresponde esa formación?

Ningún viento es bueno para quien no tiene puerto de destino.

Michael de Montaigne, Ensayos, Libro III.



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

1. Delimitación de la discusión: formarnos para el futuro.

Primera pregunta: ¿cuál futuro? Capturando a Proteo

Capacidad limitada de predecir el futuro

Lo único cierto es el cambio

Las tasas de cambio son cada vez mayores

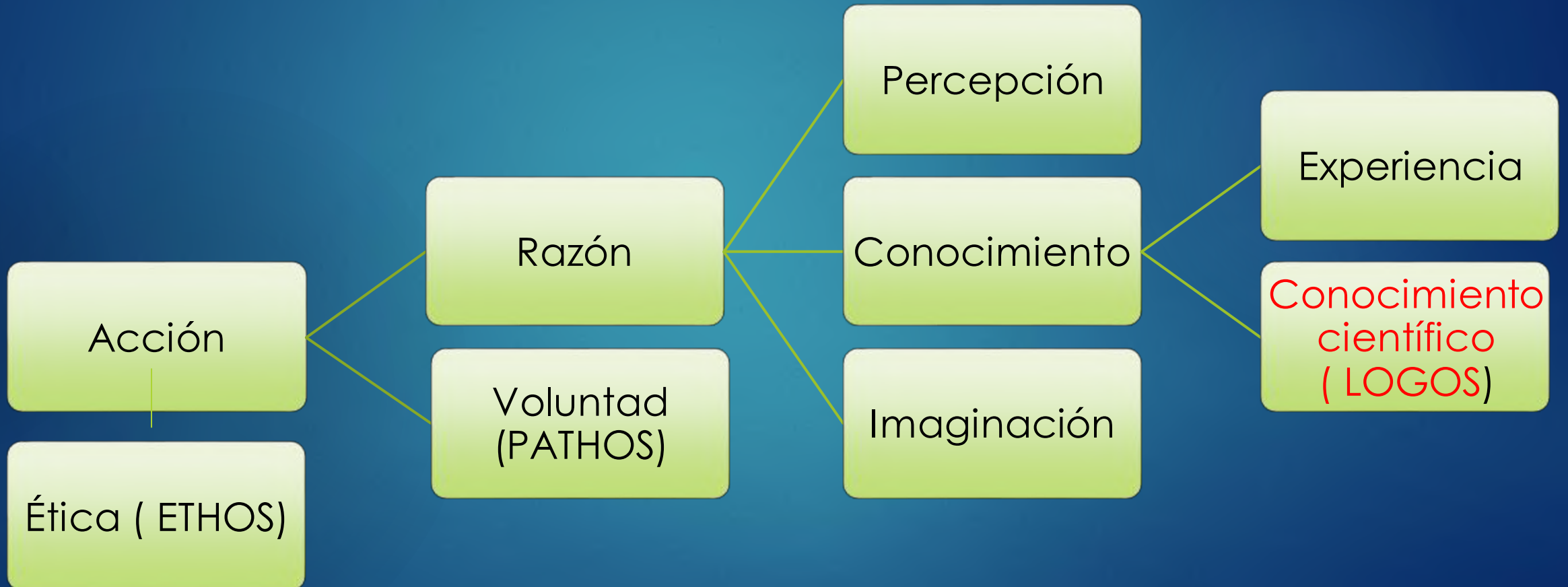
Propuesta: HACER El futuro en lugar de predecirlo



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

1. Delimitación de la discusión: formarnos para el futuro.

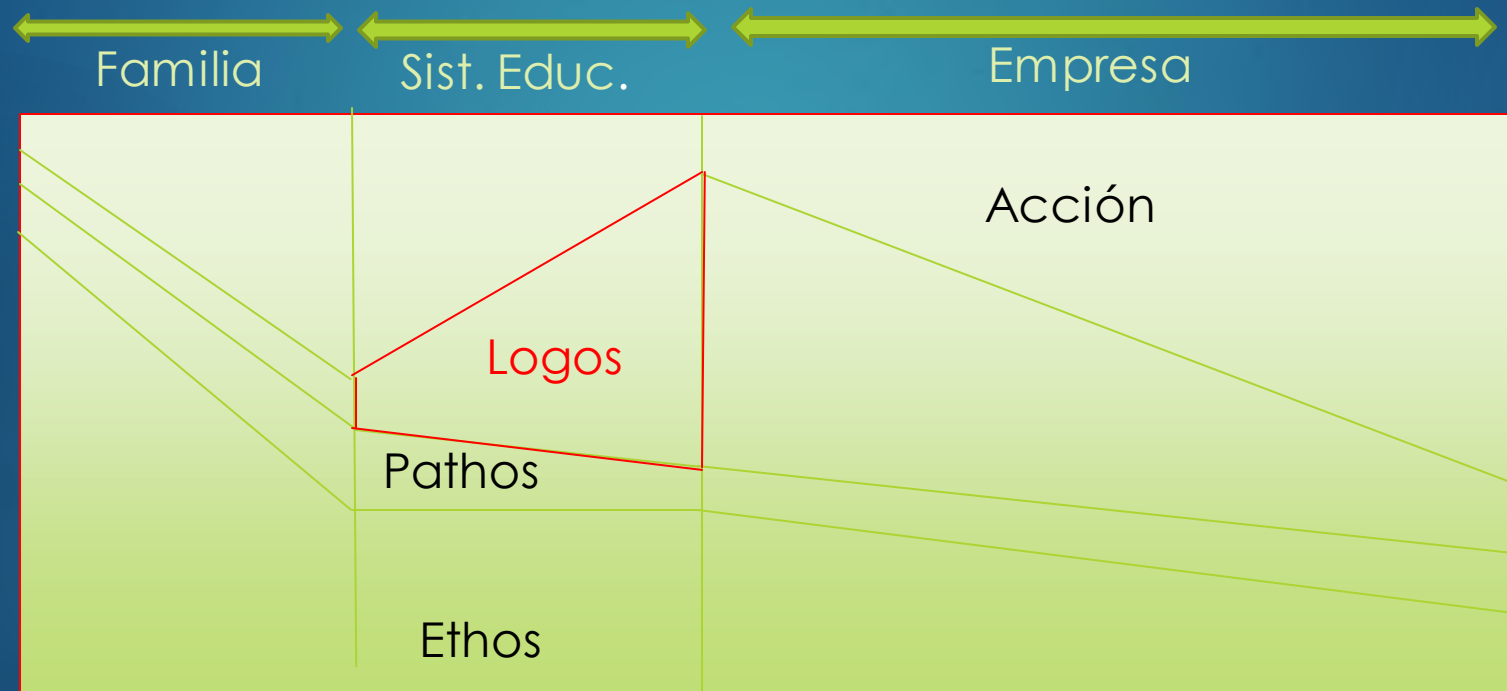
Segunda pregunta: ¿En qué consiste esa formación?





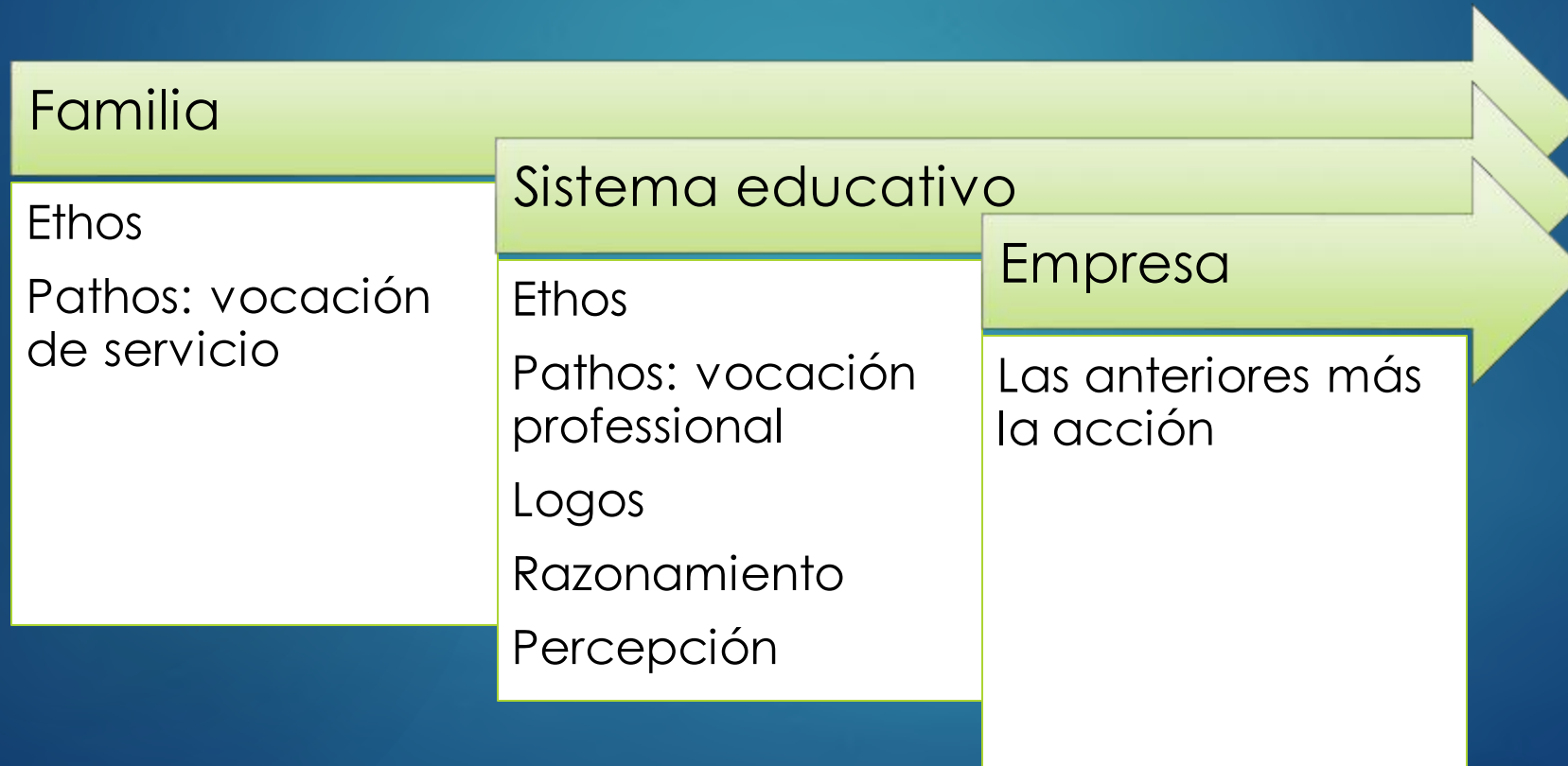
# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

1. Delimitación de la discusión: formarnos para el futuro. Tercera pregunta: ¿A quién le corresponde esa formación?



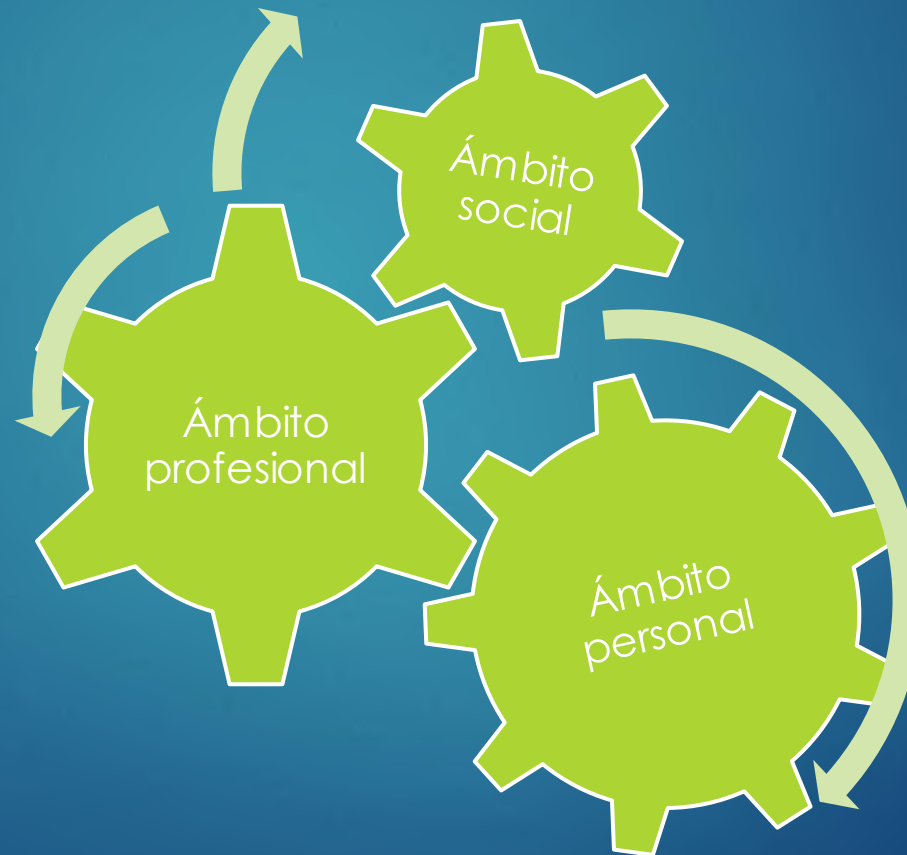
# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

1. Delimitación de la discusión: formarnos para el futuro. Tercera pregunta: Reasigando los roles de la educación (Long Life Learning)



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 2. Meditación de la técnica. Individuo, profesión y sociedad

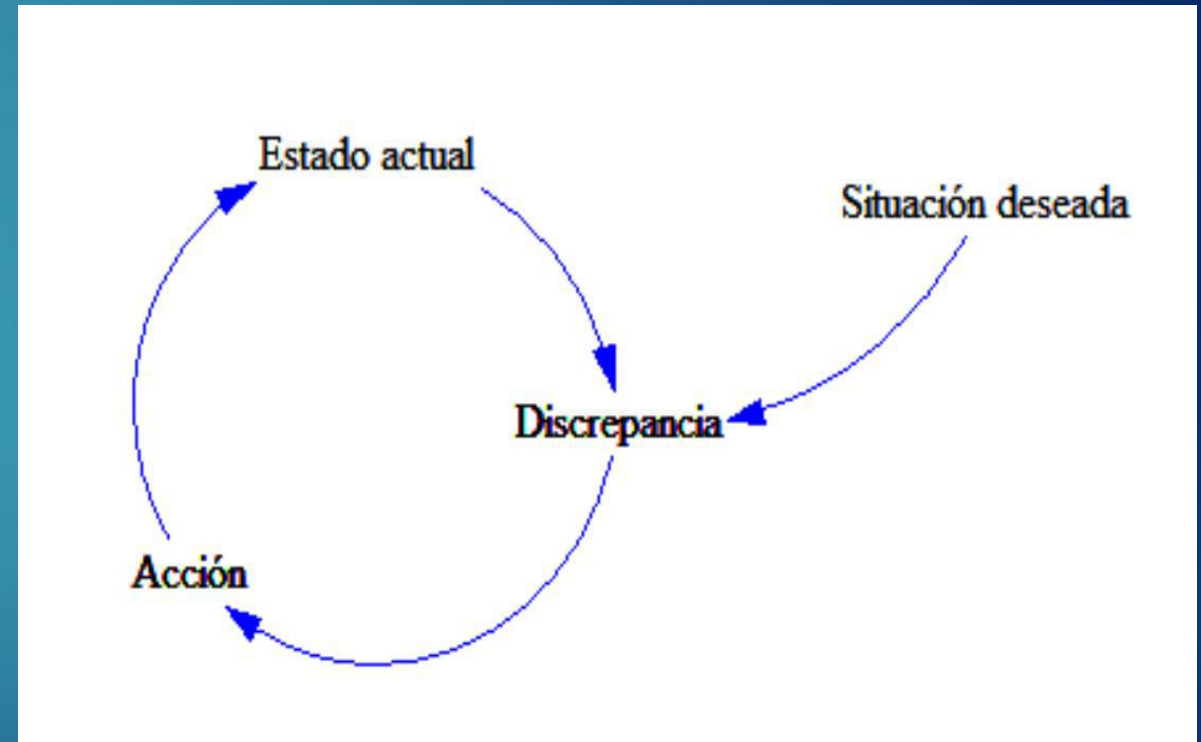




# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

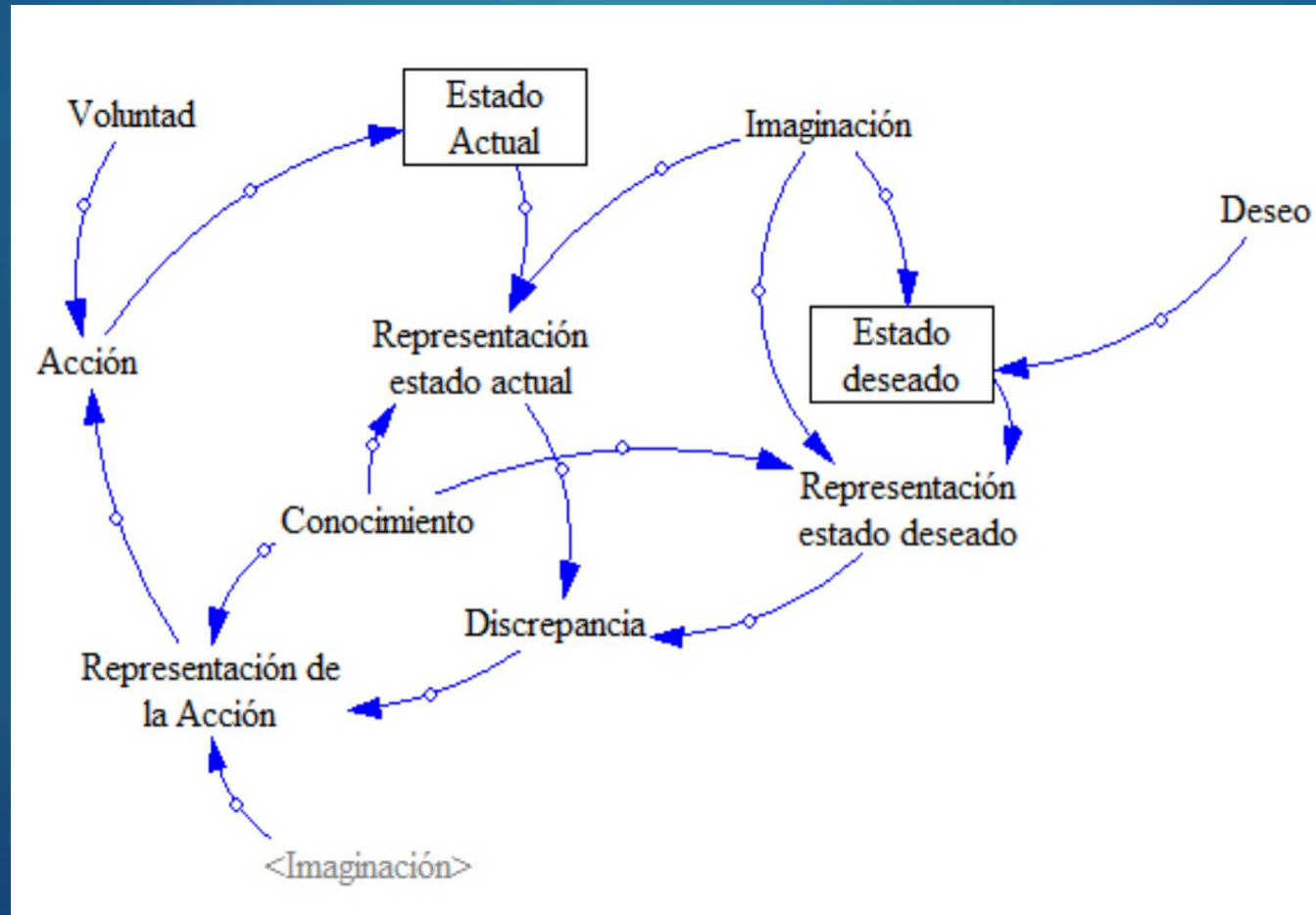
## 2. Meditación de la técnica. Ámbito personal

- ▶ El ser humano está condenado a saber
- ▶ El ser humano está compelido a buscar su bienestar.
- ▶ La búsqueda del conocimiento y del bienestar supera la vida biológica y se llama “VIDA HUMANA”
- ▶ La técnica es el conjunto de haceres y saberes que complementan a la naturaleza y al hombre para esa vida humana
- ▶ Usar la técnica no nos hace un hombre técnico



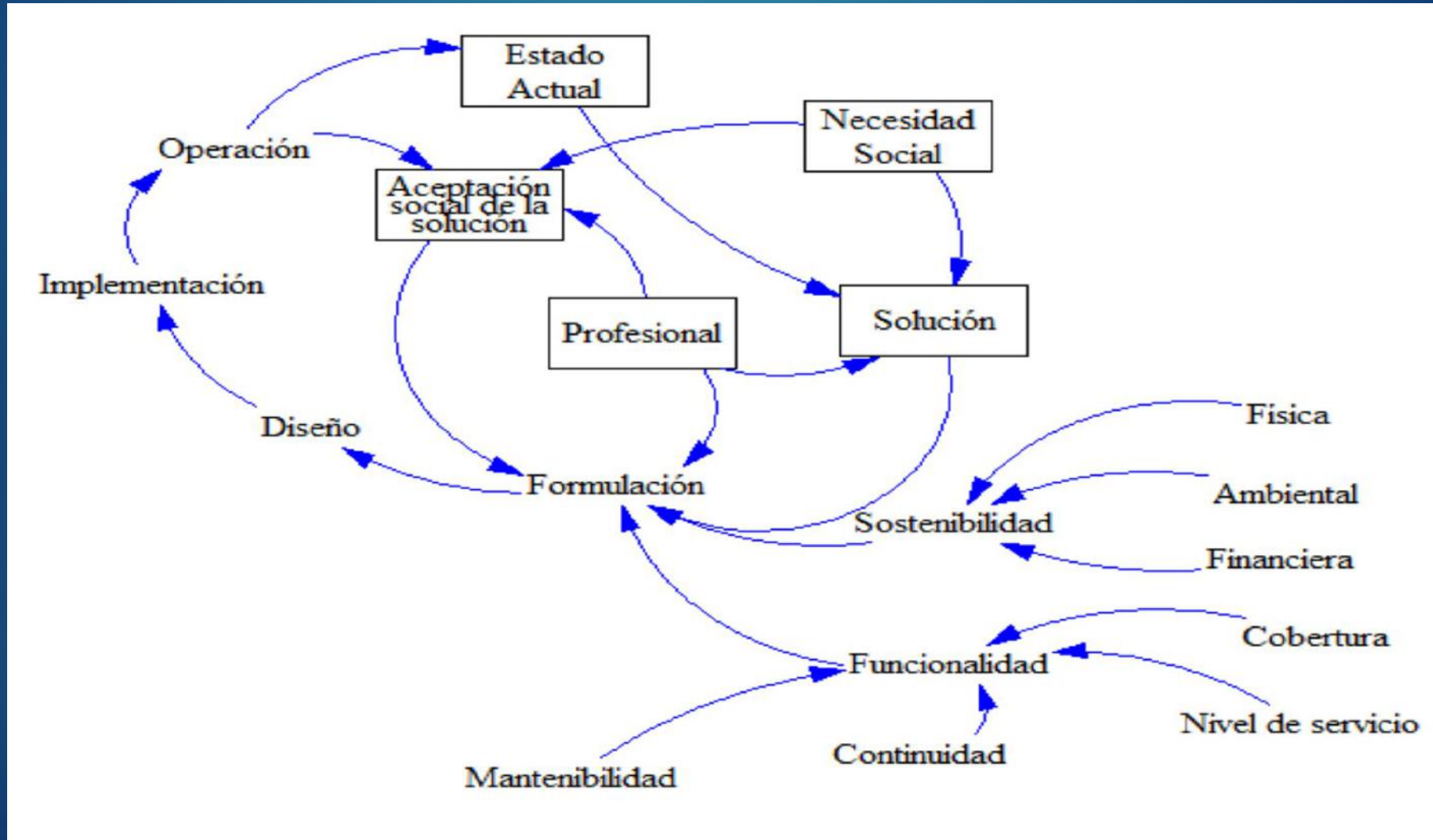
# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 2. Meditación de la técnica. El proceso creativo



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 2. Meditación de la técnica. Sentido social de la profesión



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 2. Meditación de la técnica.

De la creatividad individual a la innovación empresarial

### Creatividad individual

- Percepción: sobre el estado actual
- Deseo: estado deseado
- Conocimiento
- Imaginación

### Innovación personal

- Creatividad técnica
- Adaptación del medio al hombre
- Reacción enérgica contra la naturaleza: la sobrenaturaleza

### Innovación empresarial

- La empresa como un propósito común.
- El proceso técnico-creativo como propósito común.
- Trascender la funcionalidad establecida.

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

## 3. Presente y futuro de la formación y práctica de la ingeniería

3.1 Punto de partida

3.2. Tendencias

3.3. Mandato Social

3.4. Competencias del ingeniero moderno



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.1. El punto de partida (ASCE 2006)

Baja calidad  
Infraestructura

Prácticas  
corruptas en la  
ingeniería y  
construcción

Poca  
conciencia  
sostenibilidad  
infraestructura

Baja  
participación  
política de los  
ingenieros

Sistemas mayor  
complejidad

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.2. Tendencias globales (ASCE 2006)

Internacionalización  
ingeniería

Incremento  
urbanización  
mundial

Crecimiento  
población  
mundial

Reducción de la  
pobreza

Incremento  
vulnerabilidad  
infraestructura

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.3. Mandato social (ASCE 2006)

### Roles

#### Innovadores:

- Integradores de ideas y tecnologías.
- Integradores de sectores público, privado y académico (Long Life Learning)

#### Gestores de los riesgos:

- De las incertidumbres causados por acontecimientos naturales, accidentes y otras amenazas.
- De las incertidumbres propias de nuestros modelos

Líderes en debates y decisiones que conforman la política pública ambiental y de infraestructuras

### Deberes

Medio ambiente construido

Medio ambiente natural

Operadores

Constructores

Planificadores

Custodios

Habitantes



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.4. Competencias Ingeniero Civil 2025 (ASCE 2006)

### Conocimientos

- Logos

### Destrezas

- La acción

### Actitudes

- El pathos

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.4. Competencias Ingeniero Civil 2025 : Conocimientos

Ciencias básicas. **Las revoluciones científicas**

Ingeniería: básica y aplicada. **Visión sistémica**

Manejo riesgo e incertidumbre. **Modelos estocásticos**

Sostenibilidad: ambiental, económica, física

Política pública y administración

Ciencias sociales. **Tono cultural**



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.4. Competencias Ingeniero Civil 2025 : Destrezas

Herramientas ingeniería: estadística, modelación, códigos y normas

TIC's

Trabajo en equipo: multi-disciplinario, colaborativo. **De la creatividad individual a la innovación empresarial**

Gestión de tareas, programas y recursos. **Trabajo por objetivos**

Visión sistémica, pensamiento crítico.

Capacidad de expresión: escrita, oral y gráfica. **Persuasión**

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.4. Destrezas. Reflexión sobre el uso de las TIC's

### VENTAJAS

- ▶ Visualización realista
- ▶ Aproximación por solución experimental ( what if)
- ▶ Modelación realística
- ▶ Experimentación en ambiente ingenieril
- ▶ Cambio de condiciones
- ▶ Velocidad de proceso

### RIESGOS

- ▶ Pérdida de capacidades básicas
- ▶ Desconexión entre comprensión y procedimiento
- ▶ Abuso del ensayo y error sin razonamiento de base
- ▶ Dependencia y fe absoluta en la herramienta

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 3.4. Competencias Ingeniero Civil 2025 : Actitudes

Creatividad:  
curiosidad y  
carácter  
emprendedor.

Imaginación

Compromiso.

Pathos

Honestidad e  
integridad.

Ethos

Rigor, minuciosidad y  
disciplina

Respeto y tolerancia

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 4. Las revoluciones científicas tocan la puerta del ingeniero (o los límites al conocimiento científico)

4.1. La falsabilidad de Karl Popper

4.2. La incompletitud de Goedel

4.3. La incertidumbre

4.4. La complejidad

- ▶ La crisis de la concepción mecanicista ( Laplaciana) del mundo físico:
- ▶ “ Dios prohíbe que la verdad pueda ser confinada por la demostración matemática” . William Blake
- ▶ “ Se halla prueba para todo y razón en que fundarla; ya no hay razón para nada, de haber razón para tanto”. Sor Juana Inés de la Cruz

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

4. 1. Las revoluciones científicas tocan la puerta del ingeniero. La falsabilidad de Karl Popper.

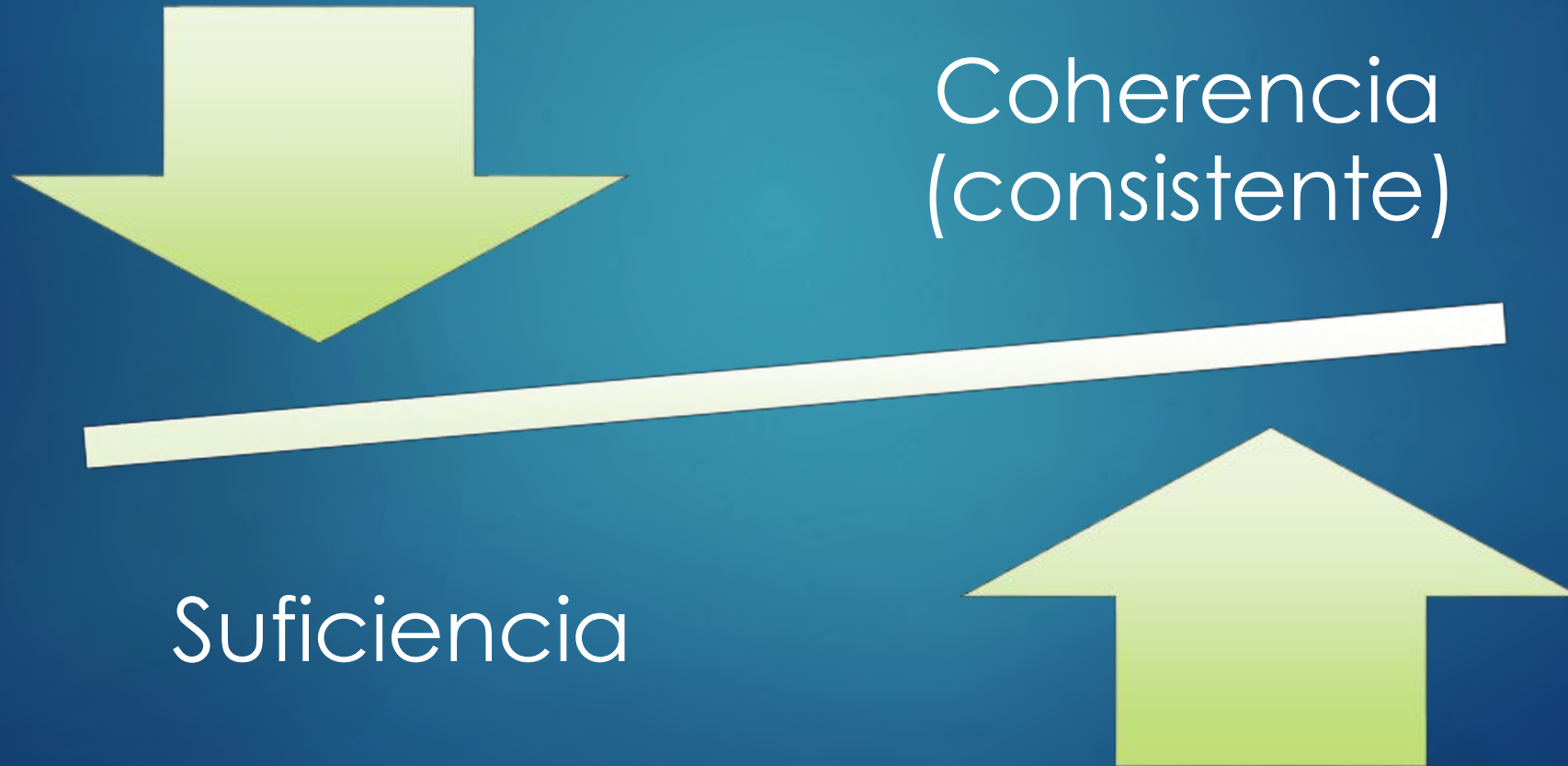


- ▶ El conocimiento como representación de la realidad.
- ▶ La matemática como herramienta de representación



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

4. 2. Las revoluciones científicas tocan la puerta del ingeniero. La incompletitud de Kurt Godel (1931)



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 4. 3. Las revoluciones científicas tocan la puerta del ingeniero. La incertidumbre ( Heisenberg 1925)

- ▶ Es imposible medir simultáneamente con precisión pares de variables complementarias de una partícula.
- ▶ “ No se pueden predecir los eventos futuros del universo si ni siquiera es posible medir el estado presente del universo con precisión”. Stephen Hawking, Historia del tiempo.
- ▶ “ Los dioses nos crean muchas sorpresas: lo esperado no se cumple y a lo inesperado, un dios le abre el camino”. Medea de Eurípides.
- ▶ “ Es necesario que el cuerpo docente se dirija hacia los puestos más avanzados del peligro que constituye la incertidumbre permanente del mundo”. Martín Heidegger.

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

4. 4. Las revoluciones científicas tocan la puerta del ingeniero. La complejidad



- ▶ La estructura del Sistema determina el comportamiento
- ▶ Pequeñas causas pueden implicar grandes efectos (efecto mariposa)
- ▶ No aplica el principio de superposición.

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 4. 5. La respuesta: vision sistémica como nuevo paradigma

### ▶ Qué permanece:

- ▶ La idea de Sistema, como conjunto funcional de partes, identificable en contraste con su entorno.
- ▶ La idea de modelo como herramienta para representar un Sistema.
- ▶ Las leyes que rigen las relaciones entre los elementos de los sistemas.

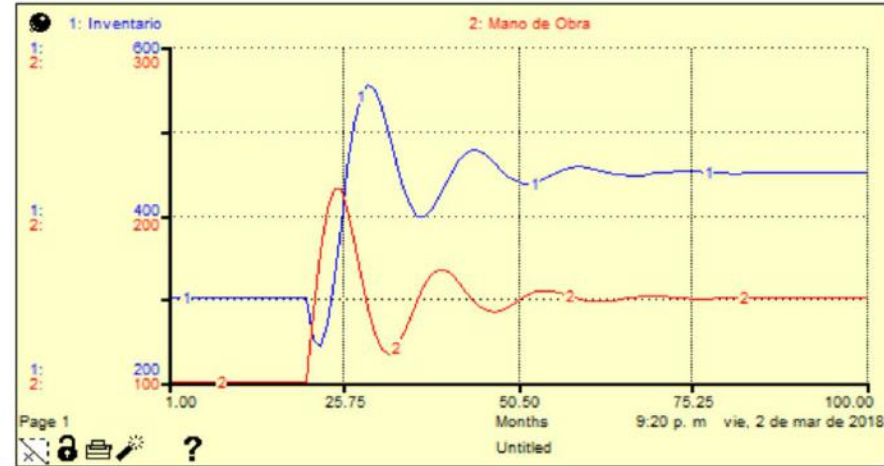
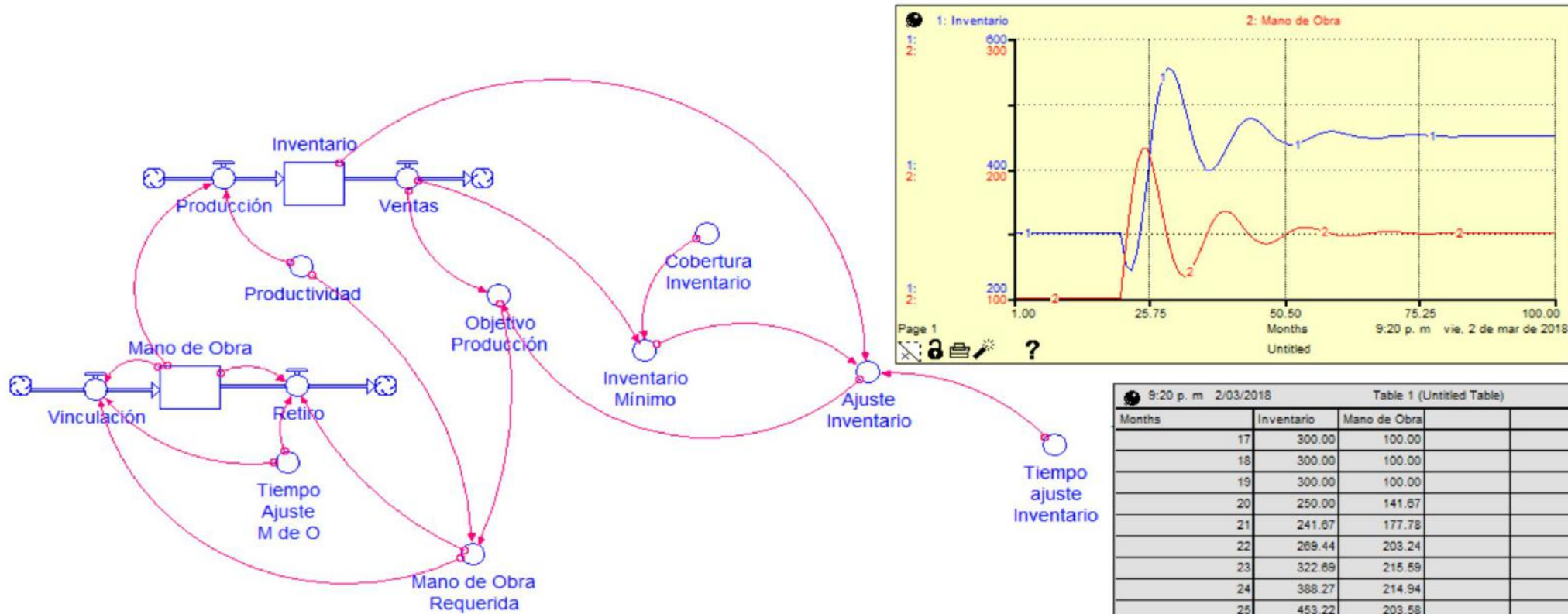
### ▶ Que cambia:

- ▶ El **énfasis** ya no está en el análisis de las partes del Sistema como entidades independientes, sino en el comportamiento del Sistema como resultado de la interacción entre sus partes.
- ▶ Incluye nuevos conceptos como re-alimentación y auto-replicación.
- ▶ Interdisciplinariedad. (episteme relacional, no taxonómico)



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 4. 5. La respuesta: vision sistémica. Estructura (Elementos y relaciones) y comportamiento

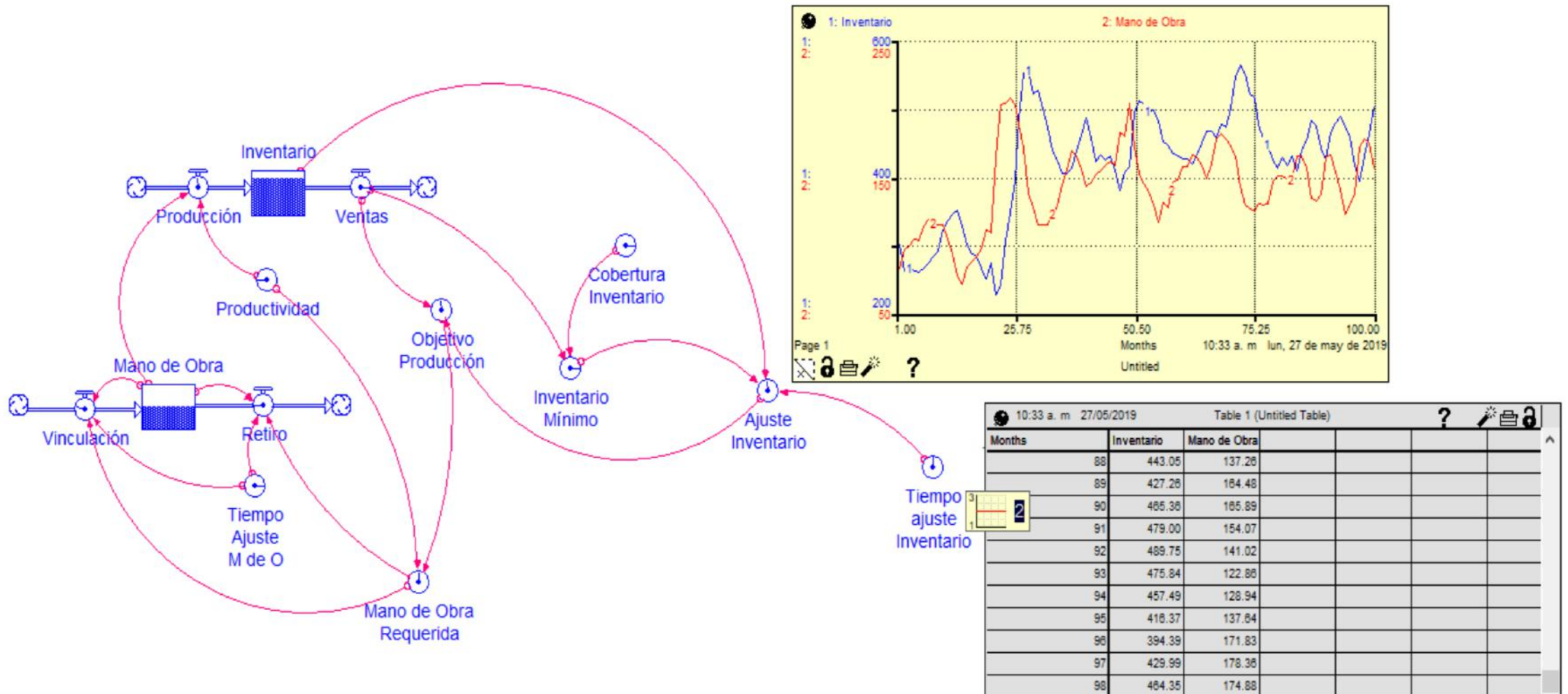


Months	Inventario	Mano de Obra
17	300.00	100.00
18	300.00	100.00
19	300.00	100.00
20	250.00	141.67
21	241.67	177.78
22	269.44	203.24
23	322.69	215.59
24	388.27	214.94
25	453.22	203.58
26	506.80	185.19
27	541.99	163.99
28	555.98	144.00
29	549.97	128.33



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 4. 5. La respuesta: vision sistémica. Complejidad + incertidumbre



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

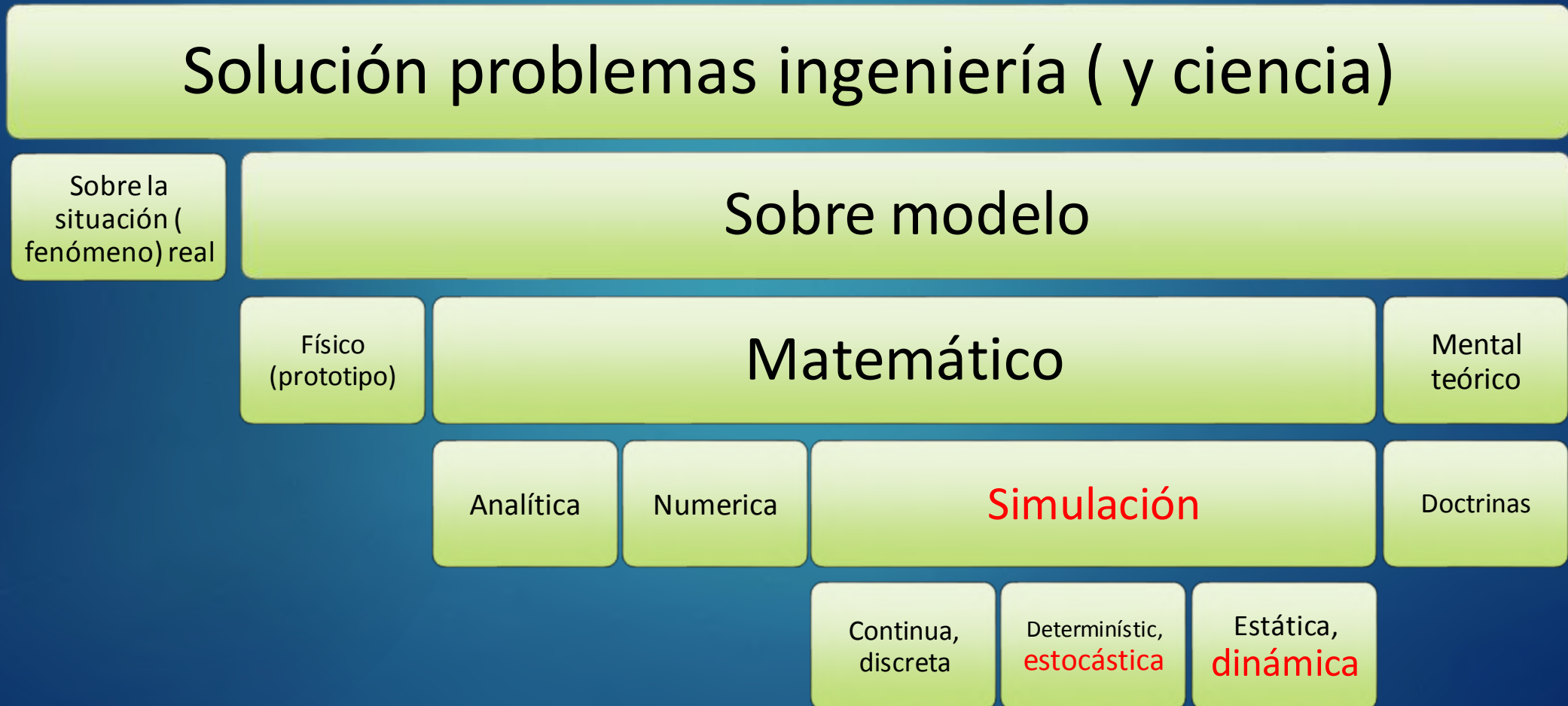
## 4. 5. La respuesta: nuevas herramientas matemáticas

- ▶ Tomado de “Teoría General de los Sistemas”, de Ludwig von Bertalanffy

Ecuación	Ecuaciones lineales			Ecuaciones no lineales		
	Una ecuación	Varias ecuaciones	Muchas ecuaciones	Una ecuación	Varias ecuaciones	Muchas ecuaciones
Algebraica	Trivial	Fácil	Casi imposible	Muy difícil	Muy difícil	Imposible
Diferenciales ordinarias	Fácil	Difícil	Casi imposible	Muy difícil	Imposible	Imposible
Diferenciales parciales	Difícil	Casi imposible	Imposible	Imposible	Imposible	Imposible

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025

## 4. 5. La respuesta: nuevas herramientas matemáticas



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

## 4. 5. La respuesta: nuevas competencias matemáticas.

Pensamiento matemático

Razonamiento matemático

Planteamiento y solución de problemas

Modelamiento matemático

Representación entidades matemáticas

Manejo formalismos y símbolos

Comunicación relativa a la matemática

Uso de ayudas y herramientas

## VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

### 4. 5. La respuesta: nuevas competencias matemáticas.

Niveles de formación matemática



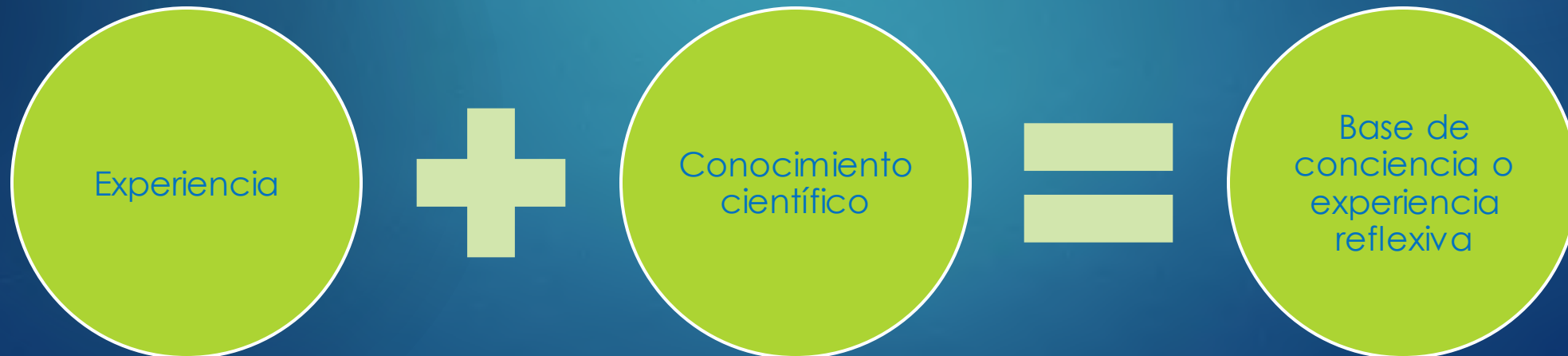
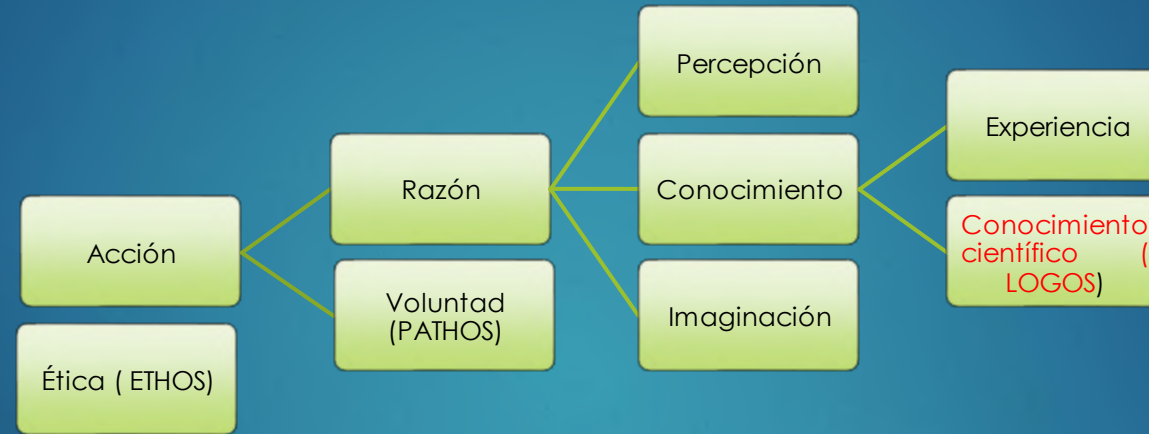
Reproducción

Conexión

Reflexión

# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

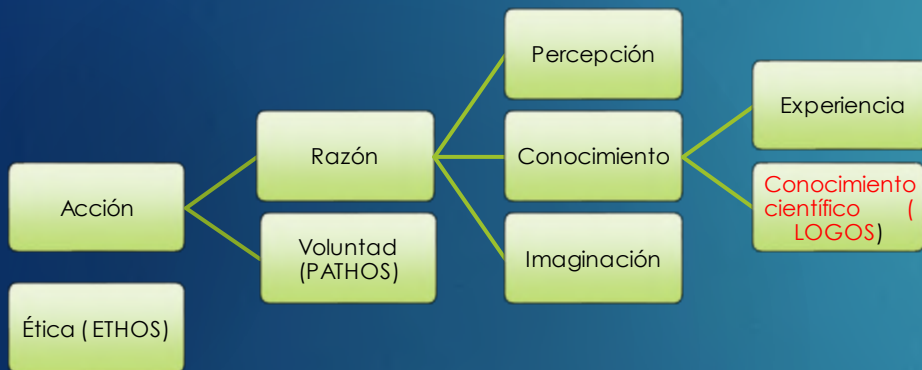
## 5. El ingeniero innovador. Experiencia reflexiva





# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

## 5. El ingeniero innovador. La percepción y la imaginación



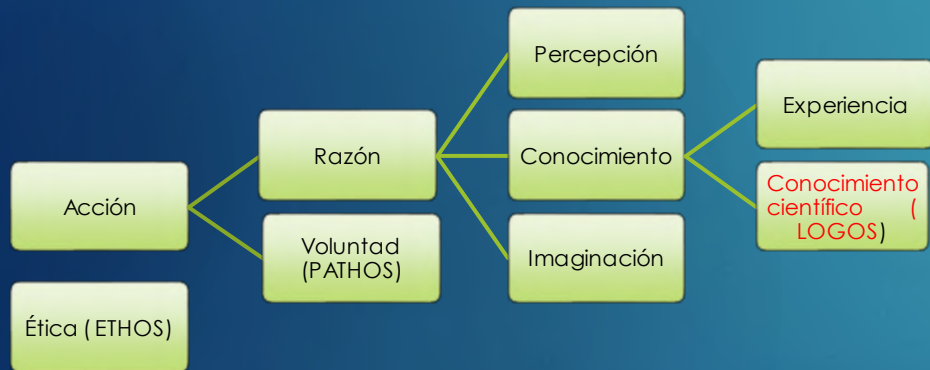
TODO ES NUEVO CUANDO SE VE CON OJOS NUEVOS.  
(Vicente Huidobro, "Altazor").

La realidad actual

La realidad posible

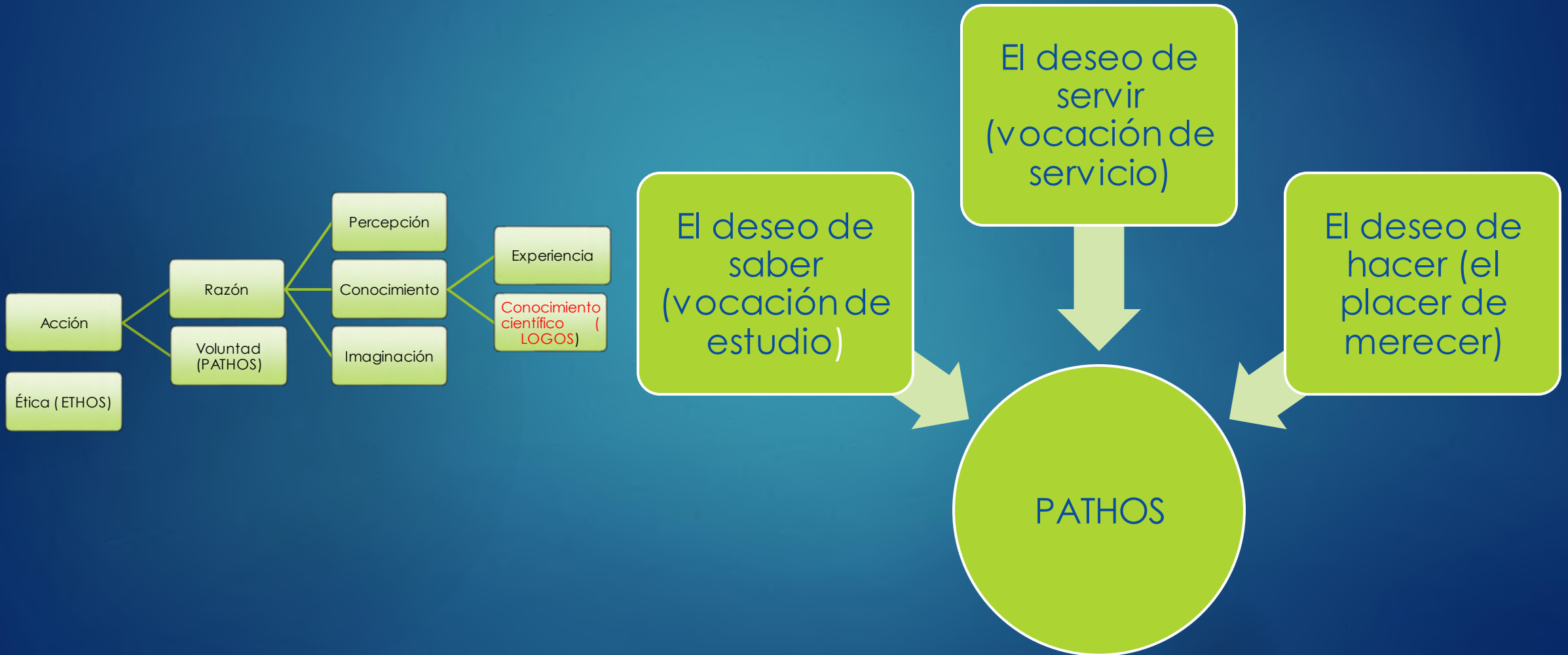
# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

5. El ingeniero innovador. El conocimiento racional como representación de la realidad.



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

## 5. El ingeniero innovador. El pathos o la mística



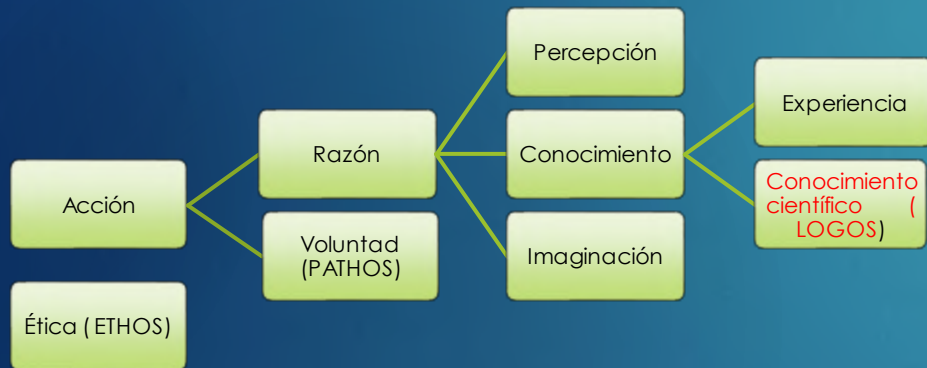
# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

## 5. El ingeniero innovador. El Ethos o el buen hacer



# VISIÓN DE LA INGENIERÍA – 2025.

## 5. El ingeniero innovador. La innovación ¿causa primera o causa final ?



- El quehacer del ingeniero será necesariamente innovador, si su experiencia es reflexiva y fundada en el conocimiento y sus límites, con capacidad de observación integradora, con imaginación para representar tanto lo que observa como lo que desea, voluntad para lograr sus deseos, mística para servir y persistir pero siempre guiado por fines nobles.

GRACIAS

JORGE ARISTIZÁBAL GIL.

VISIÓN DE LA INGENIERÍA -2025.

EPM. INNOVAR+. 27 DE MAYO DE 2019