



MODELADO DINÁMICO DE SISTEMAS EN LA GESTIÓN UNIVERSITARIA

JAVIER FRANCISCO MÁRQUEZ CAMARENA
HIPÓLITO CARBAJAL MORÁN
MIRIAM LUZ HUATUCO RAMÍREZ
JAVIER ALFREDO HERRERA MORALES
CARLOS ABEL GALVAN MALDONADO
YHONY SEBASTIAN HUAIRA PARAGUAY

ARCO
EDITORES



MODELADO DINÁMICO DE SISTEMAS EN LA GESTIÓN UNIVERSITARIA

JAVIER FRANCISCO MÁRQUEZ CAMARENA
HIPÓLITO CARBAJAL MORÁN
MIRIAM LUZ HUATUCO RAMÍREZ
JAVIER ALFREDO HERRERA MORALES
CARLOS ABEL GALVAN MALDONADO
YHONY SEBASTIAN HUAIRA PARAGUAY

ARCO
EDITORES ● ● ●

Conselho Editorial

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva - UNIDAVI
Prof. Dr. Astor João Schönell Júnior - IFFAR
Prof. Dr. Alan Ricardo Costa - UFRR
Prof. Dr. Allan Diêgo Rodrigues Figueiredo - UESPI
Profa. Dra. Andréia Bulaty - UNESPAR
Profa. Dra. Carla da Conceição de Lima - UFVJM
Prof. Dr. Camilo Darsie de Souza - UNISC
Profa. Dra. Clarice Caldeira Leite - UFRGS
Profa. Dra. Cecilia Decarli - UFRGS
Prof. Dr. Carlos Adriano Martins - UNICID
Prof. Dr. Christian Dennys Monteiro de Oliveira - UFCE
Profa. Dra. Dayse Marinho Martins - UFMA
Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos - UEL
Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio - UFRGS
Prof. Dr. Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos - FASESP
Profa. Dra. Elane da Silva Barbosa - UERN
Profa. Dra. Elen Gomes Pereira - IFBA
Profa. Dra. Francielle Benini Agne Tybusch - UFN
Prof. Dr. Francisco Odécio Sales - IFCE
Prof. Dr. Francisco Ricardo Miranda Pinto - UFCAT
Prof. Dr. Gilvan Charles Cerqueira de Araújo - UCB
Prof. Dr. Ismar Inácio dos Santos Filho - UFAL
Prof. Dr. Leonardo Bigolin Jantsch - UFSM
Profa. Dra. Liziany Müller Medeiros - UFSM
Profa. Dra. Marcela Mary José da Silva - UFRB
Prof. Dr. Mateus Henrique Köhler - UFSM
Prof. Dr. Michel Canuto de Sena - UFMS
Profa. Dra. Mônica Aparecida Bortolotti - UNICENTRO
Prof. Nilton David Vilchez Galarza - UPLA
Prof. Dr. Olavo Barreto de Souza - UEPB
Prof. Dr. Rafael Nogueira Furtado - UFABC
Prof. Dr. Roberto Araújo da Silva Vasques Rabelo - UNISANTOS
Prof. Dr. Rodrigo Toledo - USCS
Prof. Dr. Rodolfo Rodrigues de Souza - UERJ
Prof. Dr. Sidnei Renato Silveira - UFSM
Prof. Dr. Thiago Ribeiro Rafagnin - UFOB
Prof. Dr. Tomás Raúl Gómez Hernández - UCLV

Editor Chefe: Ivanio Folmer

Bibliotecária: Eliane de Freitas Leite

Projeto gráfico e Diagramação: Gabriel Eldereti Machado

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Modelado dinámico de sistemas en la gestión
universitaria [livro eletrônico] / Javier
Francisco Márquez Camarena...[et al.]. --
Santa Maria, RS : Arco Editores, 2025.
PDF

Outros autores: Hipólito Carbajal Morán, Miriam
Luz Huatuco Ramirez, Javier Alfredo Herrera Morales,
Carlos Abel Galvan Maldonado, Yhony Sebastian Huaira
Paraguay.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5417-538-8

1. Educação 2. Ensino universitário 3. Gestão
educacional I. Camarena, Javier Francisco Márquez.
II. Morán, Hipólito Carbajal. III. Ramirez, Miriam
Luz Huatuco. IV. Morales, Javier Alfredo Herrera.
V. Maldonado, Carlos Abel Galvan. VI. Paraguay,
Yhony Sebastian Huaira.

25-298851.0

CDD-378.125

Índices para catálogo sistemático:

1. Ensino universitário : Educação superior 378.125

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415



10.48209/978-65-5417-538-8

Este livro é o resultado de uma pesquisa científica em atividades de ciência e tecnologia.

O trabalho foi revisado por pares acadêmicos externo antes de ser publicado.



CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I.....	13
ASPECTOS BÁSICOS DE LA GESTIÓN UNIVERSITARIA.....	13
1.1. Conceptos básicos de la gestión universitaria.....	14
1.1.1. Elementos esenciales de la gestión universitaria.....	15
1.1.2. Tendencias educativas en gestión universitaria.....	16
1.2. Gestión académica universitaria.....	17
1.2.1. Organización curricular, docencia y matrícula.....	18
1.2.2. Calidad académica e innovación educativa.....	19
1.3. Gestión administrativa universitaria.....	20
1.3.1. Planificación, recursos tecnológicos e infraestructura.....	20
1.3.2. Talento humano y clima organizacional.....	21
1.4. Gestión económica y financiera universitaria.....	22
1.4.1. Recursos humanos, financiamiento y presupuesto.....	23
1.4.2. Evaluación financiera y rendición de cuentas.....	24
1.5. Gestión política universitaria.....	24
1.5.1. Autonomía universitaria y procesos electorales.....	25
1.5.2. Cultura organizacional y liderazgo político.....	26
1.6. Gestión estratégica universitaria.....	27
1.6.1. Planeación estratégica participativa.....	27
1.6.2. Internacionalización y alianzas institucionales.....	28
1.7. Gestión operativa universitaria.....	29
1.7.1. Ejecución cotidiana y procesos institucionales.....	30
1.7.2. Sistemas de información y decisiones basadas en datos.....	31
1.8. Planificación estratégica en el contexto universitario.....	32
1.8.1. Importancia de la planificación estratégica universitaria.....	33

1.8.2. Proceso de planificación estratégica universitaria.....	34
CAPÍTULO II.....	36
NOCIONES GENERALES DEL PENSAMIENTO SISTÉMICO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS.....	36
2.1. Nociones fundamentales de los sistemas.....	37
2.1.1. Características de los sistemas.....	38
2.1.2. Componentes de un sistema.....	39
2.1.3. Tipos de sistemas.....	41
2.2. Aplicación del pensamiento sistémico.....	42
2.2.1. Principios del pensamiento sistémico.....	43
2.2.2. Herramientas del pensamiento sistémico.....	44
2.3. Simulación de sistemas.....	45
2.3.1. Importancia de la simulación de sistemas.....	46
2.3.2. Ventajas y desventajas de la simulación de sistemas.....	46
2.4. Modelos de simulación de sistemas.....	48
2.4.1. Según la evolución del tiempo.....	48
2.4.2. Según la aleatoriedad.....	49
2.4.3. Según las variables de estado.....	50
2.5. Etapas de una simulación de sistemas.....	51
2.5.1. Formulación del problema.....	52
2.5.2. Definición del sistema.....	52
2.5.3. Formulación del modelo.....	52
2.5.4. Colección de datos.....	52
2.5.5. Implementación del modelo en la computadora.....	53
2.5.6. Verificación.....	53
2.5.7. Validación.....	53
2.5.8. Diseño de experimentos.....	53
2.5.9. Experimentación.....	54
2.5.10. Interpretación.....	54
2.5.11. Implementación.....	54
2.5.12. Documentación.....	54
CAPÍTULO III.....	56
FUNDAMENTOS Y APLICACIONES DEL MODELADO DINÁMICO DE SISTEMAS.....	56

3.1.1. Elementos del modelado dinámico de sistemas.....	58
3.1.2. Análisis de sistemas dinámicos.....	59
3.2. Validación del modelo dinámico para la toma de decisiones.....	60
3.2.1. Jerarquización de la validación.....	62
3.2.2. Tipos de validación del modelo dinámico.....	63
3.3. Ciclo del modelado dinámico de sistemas.....	64
3.3.1. Definición del problema.....	64
3.3.2. Conceptualización del sistema.....	65
3.3.3. Representación del modelo.....	65
3.3.4. Comportamiento del modelo.....	66
3.3.5. Construcción y evaluación del modelo.....	66
3.3.6. Políticas, análisis y uso del modelo.....	67
3.4. Software para el modelado dinámico de sistemas.....	68
3.4.1. Vensim.....	68
3.4.2. Stella.....	69
3.4.3. iThink.....	69
3.4.4. AnyLogic.....	70
3.4.5. Powersim.....	70
3.5. Ámbitos de aplicación del modelado dinámico de sistemas.....	71
3.5.1. Empresarial.....	72
3.5.2. Económico.....	72
3.5.3. Ambiental.....	72
3.5.4. Educativo.....	73
3.5.5. Salud.....	73
3.5.6. Políticas públicas.....	74
CAPÍTULO IV.....	75
MODELOS DE SISTEMAS DINÁMICOS EN LA GESTIÓN UNIVERSITARIA. UNA REVISIÓN DE ALCANCE.....	75
4.1. Metodología.....	77
4.2. Resultados.....	78
4.3. Discusión.....	90
4.4. Conclusiones.....	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
SOBRE LOS AUTORES.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resultados cualitativos de la revisión sistemática.....	79
----------------	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Flujograma de búsqueda según el método PRISMA.....	78
Figura 2.	Representación gráfica del modelo dinámico de innovación (MDI) basado en la inversión conjunta entre la industria y la universidad.....	84
Figura 3.	Modelado de un sistema dinámico del aprendizaje humano.....	86
Figura 4.	Modelo sistémico.....	88

RESUMEN

El objetivo general del estudio fue analizar el uso de los modelos de sistemas dinámicos empleados en la gestión universitaria. La metodología se sustenta en una revisión de alcance de la literatura publicada a partir del año 2015. La exploración abarcó la revisión de 644 publicaciones, de las cuales 56 fueron actas de congresos; 64, capítulos de libros, y 526, artículos académicos. De estos, 145 pertenecen a la base de datos Scopus, 24 a Dialnet, mientras que 475 se ubicaron en Google Académico. Finalizado el proceso de selección, se precisaron 12 artículos pertinentes. Los resultados del análisis exponen que la dinámica de sistemas presenta las bases para el modelado de estructuras matemáticas orientadas al abordaje de problemas complejos que, partiendo de la simulación por computadora, permiten modificar/mitigar los efectos secundarios indeseables de los sistemas problemáticos. En conclusión, el modelado de sistemas dinámicos ha posibilitado, en casos específicos, el tratamiento de diversas variables que interactúan entre sí. Esto ha hecho posible captar de forma efectiva la naturaleza compleja y evolutiva de los procesos administrativos, operativos, estructurales y funcionales.

Palabras clave: modelos, sistemas dinámicos, problemas complejos, gestión universitaria, toma de decisiones.

ABSTRACT

The overall objective of the study was to analyze the use of dynamic systems models employed in university management. The methodology is based on a comprehensive review of the literature published since 2015. The exploration included a review of 644 publications, of which 56 were conference proceedings, 64 were book chapters, and 526 were academic articles. Of these, 145 belong to the Scopus database, 24 to Dialnet, and 475 were found in Google Scholar. Once the selection process was complete, 12 relevant articles were identified. The results of the analysis show that system dynamics provides the basis for modeling mathematical structures aimed at addressing complex problems which, based on computer simulation, allow the undesirable side effects of problematic systems to be modified/mitigated. In conclusion, dynamic systems modeling has made it possible, in specific cases, to treat various variables that interact with each other. This has made it possible to effectively capture the complex and evolving nature of administrative, operational, structural, and functional processes.

Keywords: models, dynamic systems, complex problems, university management, decision-making.

INTRODUCCIÓN

La gestión universitaria enfrenta entornos cambiantes que requieren enfoques integrales para asegurar calidad y sostenibilidad. Por ello, comprender sus dimensiones académicas, administrativas, económicas y políticas resulta indispensable, ya que todas interactúan de manera constante. Así, la universidad se reconoce como un sistema complejo en el que confluyen actores, recursos y procesos, y donde la innovación educativa y la planificación estratégica se convierten en ejes prioritarios. Además, como la internacionalización y la transparencia fortalecen su proyección social, surge la necesidad de adoptar métodos que integren todas esas perspectivas. Este reto impulsa la búsqueda de enfoques más dinámicos.

En ese sentido, el pensamiento sistémico ofrece una manera de analizar la universidad como un todo interdependiente donde es posible identificar relaciones entre áreas, procesos y resultados que permiten comprender mejor los efectos de las decisiones y anticipar posibles escenarios. Asimismo, al fomentar una cultura de análisis crítico que favorece la mejora continua, su aplicación genera estrategias más coherentes con la complejidad institucional. También promueve una gestión adaptativa y orientada a resultados sostenibles.

Por otro lado, la simulación de sistemas constituye una herramienta que facilita representar el comportamiento institucional. A través de modelos dinámicos, se pueden explorar alternativas antes de ejecutarlas en la realidad para minimizar riesgos y optimizar la toma de decisiones. Entre los programas más usados destacan Vensim, Stella e iThink, que simplifican estos procesos. A la vez, su integración fortalece la planificación basada en datos objetivos y convierte a la simulación en un aliado estratégico de la gestión universitaria.

Finalmente, el modelado dinámico encuentra aplicaciones en áreas como planificación estratégica, evaluación financiera y organización curricular. Su uso contribuye a identificar factores clave que inciden en el desempeño institucional y, al mismo tiempo, facilita el diseño de políticas orientadas a la mejora

continua. Su adopción fortalece la capacidad de adaptación ante retos constantes y promueve procesos de aprendizaje organizacional y de innovación. Así, las universidades pueden consolidar una gestión más eficiente y sostenible, pues este enfoque refuerza su compromiso con la calidad educativa.

CAPÍTULO I

ASPECTOS BÁSICOS DE LA GESTIÓN UNIVERSITARIA

La gestión universitaria constituye un eje fundamental para el funcionamiento eficiente y coherente de las instituciones de educación superior, ya que articula múltiples dimensiones que contribuyen a que estas alcancen sus objetivos formativos y sociales. Abarca desde aspectos académicos y administrativos hasta económicos y estratégicos, conformando un entramado organizacional que responde a las demandas internas y a los desafíos del entorno. Comprender sus elementos esenciales permite visualizar cómo se integran los procesos educativos con la estructura institucional, facilitando decisiones acertadas y orientadas a la mejora continua.

En este contexto, la gestión académica incluye la organización curricular, la docencia y la matrícula, así como estrategias enfocadas en la calidad y la innovación educativa, elementos esenciales para garantizar la formación de los estudiantes y responder a las exigencias del conocimiento actual. La eficiencia académica depende también de una estructura administrativa que coordine recursos, procesos y funciones de actores institucionales. En esa línea, la planificación adecuada, el uso de tecnologías y el fortalecimiento del talento humano son claves para una cultura organizacional positiva.

La gestión financiera, por su lado, juega un papel esencial al asegurar el uso racional de recursos, la formulación de presupuestos y un manejo transparente que fortalezca la rendición de cuentas. Se articula con el ámbito político, donde la autonomía universitaria, los procesos democráticos internos y el liderazgo inciden directamente en el rumbo institucional. Al respecto, la cultura organizacional y la gobernanza influyen en las decisiones colectivas y en la conducción estratégica hacia objetivos comunes.

En suma, la gestión universitaria requiere una visión estratégica basada en procesos de planificación participativa, internacionalización y alianzas institucionales. La operatividad cotidiana exige mecanismos para ejecutar acciones,

evaluar resultados y ajustar procesos con base en información confiable. Como resultado, la planificación estratégica se vuelve una herramienta indispensable para anticiparse a los cambios, orientar recursos y fortalecer la identidad institucional. Todo esto posibilita a las universidades proyectarse hacia el desarrollo integral y la transformación social.

1.1. Conceptos básicos de la gestión universitaria

La gestión educativa comenzó a desarrollarse como disciplina en la década de los setenta en el Reino Unido, y más tarde —durante los años ochenta— se difundió en América Latina. Desde ese momento, surgieron diversas maneras de comprender cómo se comportan las personas, cómo se organizan los procesos sociales y qué papel desempeñan los individuos dentro de ellos. En este contexto, se reconocen cinco sistemas principales de formación de posgrado: el alemán, el inglés, el norteamericano, el soviético y el francés. Asimismo, la Unesco estableció lineamientos que dieron origen a la llamada universidad proactiva, orientada a definir políticas y llevar a cabo acciones estratégicas desde la gestión educativa (V. García et al., 2022).

Por su parte, la enseñanza universitaria se ha consolidado como un elemento esencial para impulsar el progreso y sostener el desarrollo de la sociedad. Por ello, las personas muestran interés en adquirir conocimientos y valoran que este nivel educativo contribuya al avance cultural, social y ambiental de individuos y comunidades. De igual manera, ayuda a enfrentar los retos que implica fortalecer la competitividad profesional, posibilitando que la sociedad actual integre criterios económicos y valore principios éticos y espirituales. Todo esto favorece el desarrollo de capacidades y promueve cambios positivos mediante una gestión universitaria eficaz (Liendo & Hernández, 2024).

Todas las instituciones precisan de una gestión bien organizada para llevar adelante los distintos procesos que conlleva su funcionamiento. No importa la naturaleza de sus actividades, ya que siempre existe un proceso general de gestión que busca optimizar recursos y cumplir con los resultados de forma eficiente según la estructura de cada organización y las condiciones en que se ejecutan sus tareas. Además, su aplicación se relaciona directamente con el ciclo

de Deming, que implica planificar, organizar, dirigir y controlar las acciones (V. García et al., 2022).

En la educación superior intervienen, por su lado, procesos orientados a perfeccionar de manera constante las prácticas educativas, como, por ejemplo, la creación de conocimiento, el desarrollo de capacidades humanas, el trabajo pedagógico, la responsabilidad laboral, la ética profesional y la eficiencia institucional. En consecuencia, la gestión educativa universitaria se concibe como un conjunto de decisiones, procedimientos y acciones que facilitan la implementación, evaluación y seguimiento de las actividades formativas para alcanzar los objetivos previstos (Liendo & Hernández, 2024).

1.1.1. Elementos esenciales de la gestión universitaria

De acuerdo con Pérez (2023), la educación superior enfrenta actualmente el reto de adaptarse a las exigencias de un mundo cambiante que demanda instituciones capaces de articular pertinencia, calidad e innovación de manera integrada. Estos elementos no deben analizarse de forma separada, pues conforman un sistema interdependiente que sostiene el desarrollo universitario. En ese sentido, es importante fomentar la participación activa de todos los actores involucrados, dado que su compromiso favorece la toma de mejores decisiones y prácticas educativas más efectivas.

1.1.1.1. Pertinencia. Refiere a la capacidad que tienen las universidades para responder de manera efectiva a las necesidades y expectativas del entorno social, económico y cultural donde desarrollan su labor. Implica ajustar los planes de estudio y las estrategias pedagógicas según los cambios que experimenta la sociedad. Requiere, por lo tanto, mantener una relación cercana con la comunidad a fin de identificar problemas reales y promover soluciones colaborativas, además de involucrar el compromiso ético de asegurar que la formación profesional contribuya al bien común y fortalezca valores compartidos que sostengan la cohesión social.

1.1.1.2. Calidad. Alude al proceso continuo que busca mejorar los servicios educativos mediante indicadores objetivos que posibiliten evaluar resul-

tados y procesos. Supone garantizar aprendizajes significativos que respondan a las expectativas de estudiantes y sociedad, de modo que no debe entenderse solo como la obtención de acreditaciones, sino como un compromiso ético orientado al mejoramiento constante. Requiere, por ende, de prácticas de retroalimentación que favorezcan el ajuste de las estrategias pedagógicas y administrativas, así como promover una cultura de responsabilidad compartida entre todos los actores institucionales, con el objetivo de fortalecer la confianza social y el prestigio de la universidad.

1.1.1.3. Innovación. Destaca la capacidad de las universidades para generar cambios creativos que transformen sus métodos de enseñanza y gestión, un concepto que trasciende la simple adopción de tecnologías. Implica cuestionar prácticas tradicionales que ya no responden a los retos actuales, a fin de adoptar una actitud abierta a cambios que promuevan la experimentación responsable y el aprendizaje permanente. Con ese propósito, debe integrarse de forma transversal en la cultura institucional como un compromiso colectivo, además de fomentar espacios de reflexión que impulsen nuevas soluciones educativas y fortalezcan la capacidad de adaptación de la universidad.

1.1.2. Tendencias educativas en gestión universitaria

Conforme a Botero (2009), la gestión educativa busca intervenir en todas las etapas del proceso administrativo, que incluyen la planeación, organización, ejecución, evaluación y control, por lo que se vuelve esencial que en la fase de planeación se considere la proyección educativa a futuro. En este contexto, se reconocen cinco tendencias que están marcando la educación superior en el siglo XXI y que orientan los procesos de transformación y mejora de las instituciones universitarias.

A. Autonomía. Refiere a la capacidad que posee una institución educativa para autogobernarse, por lo que puede definir libremente su estructura organizativa y establecer sus propias normas. Conlleva administrar con independencia los recursos humanos y financieros, lo cual favorece su sostenibilidad y posibilita ejercer la libertad académica sin injerencias externas.

B. Democracia. Alude a la participación activa de todos los estamentos universitarios, dado que docentes, estudiantes y directivos intervienen en la toma de decisiones. Busca entonces promover la corresponsabilidad y el diálogo permanente para garantizar que las políticas respondan a intereses colectivos y no solamente a enfoques unilaterales.

C. Calidad. Comprende la mejora continua de los procesos formativos, ya que busca asegurar la pertinencia, eficiencia y obtención de resultados verificables, de modo que la educación responda efectivamente a las demandas sociales y al contexto global. En este escenario se valoran la innovación pedagógica y la evaluación constante como componentes esenciales.

D. Formación integral. Involucra un enfoque educativo que propicia el desarrollo armónico de las capacidades cognitivas, sociales, éticas y afectivas de los estudiantes. Para ello, se combinan contenidos académicos con experiencias de crecimiento personal, cuyo propósito es consolidar la formación de ciudadanos críticos y comprometidos con su entorno.

E. Universidad virtual. Busca incorporar tecnologías de la información y modalidades a distancia como parte fundamental de la oferta educativa. Debido a que con estas herramientas amplía las oportunidades de acceso y diversifica los métodos de enseñanza, fomenta un aprendizaje flexible que trasciende las barreras físicas.

1.2. Gestión académica universitaria

Para Machado (2020), la gestión académica universitaria integra la administración de la docencia, la investigación y la proyección social, funciones que se planifican y supervisan mediante mecanismos de evaluación que orientan el quehacer institucional. Por eso, esta dinámica depende de estrategias que armonicen los objetivos académicos con la autonomía de las unidades responsables, pues en muchos casos la toma de decisiones se desarrolla de manera colegiada. Además, la evaluación del desempeño docente y la regulación de criterios salariales representan áreas sensibles que demandan atención constante y procesos de mejora continua.

En esa línea, la transformación curricular se vincula estrechamente con los sistemas de autoevaluación y los procesos de acreditación nacional e internacional que fortalecen la calidad educativa. Al respecto, la incorporación de tecnologías de la información ha impulsado la virtualización de programas y modalidades de enseñanza innovadoras que facilitan el acceso de los estudiantes a la formación profesional. No obstante, persisten retos relacionados con la deserción y la repitencia, fenómenos que inciden en la matrícula, la organización de recursos y la eficiencia presupuestaria de las instituciones de educación superior (Machado, 2020).

1.2.1. Organización curricular, docencia y matrícula

La organización curricular comprende el diseño, desarrollo, articulación y evaluación de los contenidos académicos, así como la implementación de estrategias que aseguren la pertinencia y calidad de los programas. Se articula con estructuras internas que determinan funciones específicas, tanto de las autoridades académicas como de los responsables de cada unidad, quienes conforman comisiones y equipos de trabajo que promueven la actualización permanente de los planes de estudio (Rohlehr, 2006).

También contempla la gestión de componentes fundamentales como la carga académica, la asignación de horarios, la supervisión metodológica y la atención directa a los estudiantes. Igualmente, se encarga de la programación de prácticas de campo, el desarrollo de proyectos de curso y la organización de ferias académicas, acciones que consolidan el perfil profesional y fortalecen la vinculación con la sociedad. Tales prácticas promueven una formación integral orientada a responder a los cambios del entorno (Machado, 2020).

La matrícula y la retención estudiantil, por su lado, representan desafíos permanentes que requieren estrategias de seguimiento y control que garanticen el cumplimiento de los objetivos educativos. Así, la distribución de espacios físicos, el número de estudiantes por aula y la planificación de turnos son aspectos que influyen en la eficiencia institucional. De ahí que resulta indispensable implementar procesos de mejora que atiendan las demandas

de los estudiantes y contribuyan al fortalecimiento de la gestión académica (Zerpa & Rodríguez-Montoya, 2024).

1.2.2. Calidad académica e innovación educativa

La calidad académica se promueve a través de procesos de autoevaluación institucional y de programas de carrera que permiten identificar fortalezas y áreas de mejora en los servicios educativos. Estas prácticas se consolidan mediante la acreditación nacional e internacional, la cual garantiza el cumplimiento de estándares de excelencia y fomenta una cultura de rendición de cuentas. En este punto se debe destacar que las instituciones encargadas de la verificación de calidad desempeñan un papel central en el fortalecimiento del sistema universitario (Machado, 2020).

Asimismo, la integración de tecnologías informáticas ha generado cambios significativos en los procesos formativos, dando lugar a modalidades educativas que combinan actividades presenciales y virtuales, lo que representa un avance en términos de flexibilidad y acceso. De este modo, la virtualización de programas académicos contribuye a diversificar la oferta educativa y facilita el ingreso de grupos poblacionales que antes tenían barreras relacionadas con el tiempo o la distancia. Sin embargo, esta transformación demanda un compromiso institucional enfocado en consolidar nuevas prácticas pedagógicas, garantizar la disponibilidad de recursos tecnológicos y actualizar permanentemente los enfoques de enseñanza (Cruz, 2021).

En definitiva, la innovación educativa se manifiesta en la creación de estrategias que atienden la diversidad estudiantil y fortalecen la relación entre universidad y sociedad mediante acciones concretas que enriquecen la experiencia académica. Las actividades de extensión, los proyectos culturales y las iniciativas comunitarias son expresiones que integran la formación profesional con el compromiso social y contribuyen a consolidar el sentido de pertenencia institucional. De ese modo, la gestión académica se convierte en un proceso dinámico que promueve la adaptación a los cambios del entorno, la revisión constante de prácticas y la mejora sostenida de la calidad educativa (Machado, 2020).

1.3. Gestión administrativa universitaria

Como expresa Machado (2020), la gestión administrativa universitaria comprende la planificación institucional, organización, dirección y control de los recursos materiales, de la infraestructura y del personal administrativo, procedimientos que respaldan las funciones académicas. Se configura, de esa manera, como un servicio de apoyo que asegura las condiciones necesarias para la docencia, la investigación y los procesos complementarios. En este sentido, dicha planificación se ha consolidado como un requisito de acreditación y control interno que promueve la cultura de la planificación estratégica y operativa en las instituciones de educación superior.

Por otro lado, es importante destacar que la planificación se convierte en un elemento esencial que articula la evaluación institucional con la rendición de cuentas, fomentando la transparencia y la mejora continua. No obstante, aún persisten desafíos vinculados con la instauración de prácticas sistemáticas y con la creación de mecanismos sólidos de seguimiento y evaluación. En consecuencia, las universidades han emprendido esfuerzos para optimizar estos procesos mediante la automatización de sistemas, la integración de planes de mejora y el análisis de riesgos, lo que evidencia un compromiso con la gestión administrativa eficiente (Machado, 2020).

1.3.1. Planificación, recursos tecnológicos e infraestructura

La planificación institucional se desarrolla a partir de procesos estratégicos y operativos que articulan los objetivos con los recursos disponibles, estableciendo prioridades para su adecuada ejecución. Así, se orienta el uso racional del presupuesto, la distribución de espacios físicos y la organización de actividades que sustentan la misión universitaria. Adicionalmente, las instituciones han incorporado herramientas de automatización que permiten disponer de información en tiempo real, fortaleciendo la toma de decisiones en todos los niveles de la organización (Ramírez et al., 2024).

En cuanto a los recursos tecnológicos, su integración ha producido transformaciones significativas, ya que los sistemas informáticos facilitan la gestión de la matrícula, el registro académico, los procesos financieros y la comunicación interna. De igual forma, la modernización de los servicios bibliográficos y el desarrollo de plataformas virtuales han contribuido a elevar la calidad educativa y ampliar las posibilidades de acceso. Pese a ello, persisten retos asociados a la capacitación del personal y a la reducción de brechas tecnológicas que limitan su adopción plena (Machado, 2020).

Por otra parte, la infraestructura representa un componente esencial que garantiza la disponibilidad y funcionalidad de los espacios destinados a la enseñanza, la investigación y los servicios institucionales. En consecuencia, la distribución de aulas, el equipamiento de laboratorios y el mantenimiento de instalaciones requieren una planificación detallada que responda al crecimiento de la matrícula y a las necesidades emergentes. Además, se reconoce que la percepción de calidad académica se vincula estrechamente con el estado de los entornos físicos (Quesada-Chaves, 2019).

1.3.2. Talento humano y clima organizacional

La gestión del talento humano en el contexto universitario se orienta principalmente al personal administrativo, con énfasis en la aplicación de normas internas, control de asistencia y regulación de permisos laborales. Aunque estos mecanismos buscan garantizar la disciplina institucional, se observa que los procesos de evaluación del desempeño y los programas de formación metodológica son todavía limitados. Esta situación contrasta con los beneficios establecidos en los convenios colectivos, que en la práctica se extienden al personal docente, aunque con escaso desarrollo de la capacitación continua (Carvajal-Pérez, 2021).

El clima organizacional, en tanto, refleja las interacciones entre las autoridades, los equipos directivos y los colaboradores que participan en la gestión cotidiana de las instituciones. De este modo, la estructura administrativa presenta un carácter jerárquico que establece líneas claras de autoridad y control,

diferenciándose del modelo colegiado que predomina en la gestión académica. Aun así, este esquema puede generar tensiones si no se acompaña de estrategias que fortalezcan el liderazgo positivo, la comunicación efectiva y la cohesión institucional, aspectos que resultan esenciales para alcanzar los objetivos comunes (Alarcón et al., 2022).

Bajo este punto de vista, es importante señalar que la cultura de la planificación, el liderazgo participativo y los procesos de autoevaluación representan factores clave para consolidar un clima organizacional favorable. Así, la identificación de áreas de mejora vinculadas al talento humano constituye una oportunidad para promover el compromiso laboral y optimizar la calidad de los servicios administrativos. Por tanto, estas acciones contribuyen a articular la planificación con el desarrollo profesional de quienes integran la comunidad universitaria y a consolidar una gestión orientada a la excelencia y la sostenibilidad institucional (Machado, 2020).

1.4. Gestión económica y financiera universitaria

A juicio de Machado (2020), la gestión económica y financiera universitaria comprende el conjunto de procesos destinados a formular, ejecutar y controlar los recursos presupuestarios que garantizan el desarrollo de las funciones sustantivas de la educación superior. De esta manera, se establecen mecanismos que permiten asignar los fondos de manera eficiente y conforme a las prioridades estratégicas de cada institución. Asimismo, estas acciones se articulan con disposiciones legales y normativas que promueven la transparencia y la sostenibilidad financiera en el largo plazo, por lo que la adecuada administración de los recursos resulta determinante para alcanzar los objetivos académicos y sociales de las universidades.

Por otro lado, la planificación presupuestaria constituye un proceso participativo que involucra a diversas instancias de gobierno universitario, las cuales dictaminan sobre la distribución y el control de los fondos. Así, la elaboración del presupuesto se acompaña de procedimientos de seguimiento y evaluación que buscan asegurar la congruencia entre las inversiones y los planes estratégicos institucionales. Por consiguiente, la gestión económica se

convierte en un componente esencial que posibilita materializar los programas de docencia, investigación y proyección social, fortaleciendo la capacidad de respuesta ante los desafíos del entorno (Machado, 2020).

1.4.1. Recursos humanos, financiamiento y presupuesto

La gestión del financiamiento universitario debe considerar la gran proporción de recursos destinados a cubrir costos salariales, situación que influye en la disponibilidad presupuestaria para otros proyectos. Esta es una realidad que se tiene que afrontar, pues los fondos asignados al personal docente y administrativo representan un componente que condiciona la ejecución de actividades de investigación, extensión y modernización de infraestructura. Por tal razón, el manejo eficiente de los recursos humanos y financieros exige estrategias que equilibren las necesidades operativas con el cumplimiento de los objetivos institucionales (Recéndez et al., 2024).

En este contexto, el presupuesto se formula teniendo en cuenta etapas que incluyen su aprobación, control y cierre, cada una acompañada por instancias colegiadas que revisan y validan las asignaciones. El objetivo es garantizar que los recursos se utilicen con criterios de eficiencia, legalidad y pertinencia, considerando tanto los requerimientos históricos como las prioridades definidas en los planes de desarrollo universitario. Sin embargo, aún persisten retos para lograr una mayor correspondencia entre las decisiones presupuestarias y las demandas académicas (Machado, 2020).

Al respecto, resulta fundamental destacar que las universidades deben cumplir con normativas de rendición de cuentas y controles externos que supervisan la gestión de los fondos públicos. Por esa razón, las entidades responsables de la fiscalización solicitan informes periódicos que permitan evaluar el uso de los recursos y su impacto en los indicadores de desempeño institucional. Esta práctica refuerza la transparencia y contribuye a consolidar la confianza de la sociedad en el quehacer universitario, asegurando la legitimidad de los procesos financieros y promoviendo una cultura de responsabilidad institucional (Recéndez et al., 2024).

1.4.2. Evaluación financiera y rendición de cuentas

La evaluación financiera comprende el análisis sistemático de los ingresos y egresos institucionales con el propósito de valorar la eficiencia en la asignación de los recursos. En este sentido, los informes de ejecución presupuestaria permiten identificar las áreas de mejora y formular estrategias de optimización capaces de responder a los objetivos académicos y administrativos de las instituciones. De esta manera, los procesos de control interno y fiscalización externa contribuyen a consolidar una cultura de responsabilidad administrativa capaz de fortalecer la gestión universitaria en su conjunto (Machado, 2020).

La rendición de cuentas se materializa, por otro lado, a través de reportes periódicos que son remitidos a los organismos de supervisión y a la comunidad universitaria. Estos informes incluyen detalles sobre el destino de los fondos, su distribución por funciones y su correspondencia con los planes estratégicos institucionales que orientan la toma de decisiones y prioridades. La transparencia financiera se convierte, de esa forma, en un elemento esencial que legitima la labor de las autoridades y promueve el uso ético de los recursos públicos asignados a la educación superior (Recéndez et al., 2024).

En última instancia, cabe señalar que la relación entre presupuesto, planificación estratégica y resultados académicos constituye un aspecto clave para la evaluación de la gestión financiera. Por tanto, la adopción de sistemas de control más integrales hace posible evidenciar el impacto de las decisiones económicas en la calidad de los servicios educativos y en el cumplimiento de metas institucionales. En consecuencia, esta perspectiva fomenta la mejora continua y asegura que los procesos financieros se alineen con las metas institucionales y las expectativas de la sociedad (Machado, 2020).

1.5. Gestión política universitaria

Como expresa Machado (2020), la gestión política universitaria hace referencia al conjunto de procesos que regulan la organización del gobierno institucional y la toma de decisiones estratégicas en el ámbito de la educación superior. Esta gestión se sustenta en principios de legitimidad, participación y

autonomía que permiten a las universidades definir sus políticas internas lejos de influencias externas. En este contexto, las estructuras de gobierno se configuran mediante normas estatutarias que establecen competencias, responsabilidades y mecanismos de representación de los diferentes actores universitarios.

Por otra parte, el ejercicio de la autoridad política dentro de las instituciones se articula con procesos democráticos que garantizan la renovación periódica de los órganos de gobierno. De ese modo, la elección de rectores, decanos y representantes colegiados se convierte en un factor que refuerza la legitimidad de las decisiones institucionales. Estos procedimientos se complementan con sistemas de rendición de cuentas y transparencia que buscan fortalecer la confianza de la comunidad universitaria y consolidar la gobernanza responsable (Machado, 2020).

1.5.1. Autonomía universitaria y procesos electorales

La autonomía universitaria se concibe como la capacidad de las instituciones de educación superior para definir de manera libre y responsable sus políticas académicas, administrativas y financieras, sin injerencias externas que puedan limitar su funcionamiento o comprometer sus objetivos. Por ende, se le reconoce como un principio esencial que fortalece la independencia institucional, impulsa el pensamiento crítico y la libertad de cátedra, promueve la investigación y la producción de conocimiento científico riguroso. A la vez, se configura como un elemento indispensable para garantizar la pluralidad de enfoques, la calidad formativa en el ámbito universitario y el respeto a la diversidad cultural e ideológica (Falcón et al., 2022).

Con relación a los procesos electorales, estos constituyen mecanismos formales por medio de los cuales se elige a las principales autoridades universitarias y a los órganos colegiados de decisión. Tales procesos se rigen por normas que establecen requisitos de participación, procedimientos de votación y criterios de legitimidad. En consecuencia, la práctica democrática contribuye a fortalecer la representatividad de los actores académicos y administrativos en la gestión institucional, consolidando un modelo de gobierno basado en la participación activa (Machado, 2020).

En adición a lo anterior, la articulación que se produce entre autonomía y elecciones transparentes asegura que las universidades ejerzan su autogobierno con legitimidad y responsabilidad. Como resultado, la existencia de procesos electorales regulares favorece la estabilidad de las estructuras de poder y posibilita la formulación de políticas orientadas al logro de los objetivos estratégicos y la consolidación de proyectos institucionales sostenibles en el tiempo. De esta manera, la gobernanza universitaria se convierte en un proceso dinámico que demanda adaptación constante y compromiso con los principios democráticos (Falcón et al., 2022).

1.5.2. Cultura organizacional y liderazgo político

La cultura organizacional en las universidades se expresa a través de valores, creencias y prácticas que orientan la convivencia y la gestión institucional. Este conjunto de elementos configura una identidad compartida que influye en la toma de decisiones y en la percepción que la comunidad universitaria tiene de sus autoridades, generando climas que pueden potenciar o limitar los procesos de innovación y cambio. Así, la cultura interna constituye un factor que puede facilitar o dificultar la implementación de proyectos de transformación según la coherencia entre los valores institucionales y los objetivos estratégicos (Machado, 2020).

En este sentido, el liderazgo político desempeña un papel determinante en la consolidación de la cultura organizacional, debido a que las autoridades elegidas ejercen influencia sobre los estilos de dirección, las relaciones interpersonales y la comunicación institucional. Un liderazgo participativo y orientado a la transparencia contribuye a fortalecer la confianza de los distintos colectivos que integran la universidad y, a su vez, favorece la construcción de una visión compartida. Igualmente, la capacidad de articular intereses diversos resulta indispensable para lograr consensos y avanzar hacia metas comunes (Falcón et al., 2022).

Por último, es importante reconocer que el liderazgo político y la cultura organizacional se hallan estrechamente vinculados con la eficacia de la gestión universitaria. En consecuencia, las acciones que promueven la cohe-

sión interna, el respeto a la diversidad y la innovación en los procesos de gobierno fortalecen la capacidad de respuesta institucional frente a los cambios del entorno y los desafíos de la sociedad contemporánea. De ahí que estos elementos representan pilares fundamentales para el desarrollo sostenible de las universidades (Machado, 2020).

1.6. Gestión estratégica universitaria

En opinión de Machado (2020), la gestión estratégica universitaria hace referencia al proceso mediante el cual las instituciones de educación superior definen su rumbo a mediano y largo plazo, considerando tanto los cambios del entorno como sus capacidades internas. Busca anticipar escenarios y establecer prioridades que orienten la determinación de decisiones, promoviendo la sostenibilidad y la competitividad institucional frente a los desafíos de un contexto dinámico y exigente. De este modo, la planificación estratégica ayuda a articular los objetivos académicos, administrativos y financieros en una visión compartida.

Por otro lado, la gestión estratégica incorpora metodologías participativas que facilitan el compromiso de los distintos actores universitarios en la formulación de planes y proyectos, donde la identificación de fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas constituye una base para la construcción de estrategias pertinentes y realistas que respondan de manera efectiva a las demandas sociales y educativas. Consecuentemente, este proceso no solo promueve la alineación entre los recursos disponibles, sino también las metas institucionales, generando capacidades de innovación y adaptación permanente (Machado, 2020).

1.6.1. Planeación estratégica participativa

La planeación estratégica participativa se concibe como un proceso que involucra a los actores clave de la comunidad universitaria en la definición de objetivos, acciones y prioridades institucionales. Dicho enfoque reconoce que la construcción colectiva de estrategias fortalece la apropiación de los compro-

misos y contribuye a la eficacia en su implementación, al mismo tiempo que incentiva el sentido de pertenencia. De igual forma, la participación amplia favorece la transparencia y la confianza en los procesos de gestión (Zandonade et al., 2020).

Esta modalidad de planificación combina el análisis interno y externo para identificar las variables que inciden en el desempeño institucional. La aplicación de herramientas diagnósticas, como la matriz FODA o los estudios prospectivos, permite fundamentar la toma de decisiones con información objetiva y criterios compartidos por los participantes. Por ello, el diseño de planes estratégicos se convierte en una oportunidad para alinear las expectativas de los diferentes grupos de interés con las capacidades de la universidad (Machado, 2020).

Por último, esta forma de planeación requiere de mecanismos de seguimiento que aseguren la evaluación periódica de los avances y el ajuste oportuno de las acciones previstas. En este sentido, los indicadores de gestión y los sistemas de monitoreo son recursos que sirven para valorar el impacto de las estrategias sobre la calidad educativa y el desarrollo institucional, generando evidencia objetiva para la toma de decisiones. De esta forma, la retroalimentación constante se consolida como un elemento esencial para la mejora continua (Zandonade et al., 2020).

1.6.2. Internacionalización y alianzas institucionales

La internacionalización universitaria comprende el conjunto de acciones orientadas a fortalecer la presencia global de las instituciones por medio del intercambio académico, la cooperación científica y la movilidad estudiantil. Este proceso contribuye a enriquecer la formación profesional con perspectivas diversas y a incrementar la competitividad de los programas educativos en el ámbito internacional, consolidando redes de colaboración sostenibles que favorecen la proyección internacional. Ese es el modo en que las universidades consolidan su prestigio y capacidad de influencia en un entorno cada vez más interconectado y dinámico (Rama, 2021).

Por otra parte, las alianzas institucionales representan acuerdos de colaboración con organismos, redes académicas y entidades gubernamentales que comparten intereses comunes y objetivos estratégicos orientados al fortalecimiento académico. Estas alianzas posibilitan la ejecución de proyectos de investigación conjunta, la oferta de programas de doble titulación y el desarrollo de actividades de extensión que impactan positivamente en la sociedad y fortalecen la transferencia de conocimiento en diferentes áreas de especialidad. Así, la cooperación interinstitucional se convierte en una vía para optimizar recursos y ampliar oportunidades formativas y científicas (Machado, 2020).

En suma, la internacionalización y las alianzas requieren estrategias claras de gestión que integren políticas de apoyo a la movilidad, el reconocimiento de créditos y el desarrollo de competencias interculturales en todos los niveles de formación profesional. La consolidación de estas acciones demanda liderazgo institucional y compromiso de la comunidad universitaria para garantizar su sostenibilidad en el tiempo y su alineación con las tendencias globales. Por tanto, la dimensión internacional se configura como un componente clave de la planeación estratégica contemporánea que orienta el futuro de la educación superior (Rama, 2021).

1.7. Gestión operativa universitaria

Conforme a Machado (2020), la gestión operativa universitaria se ocupa de coordinar las actividades cotidianas que permiten la ejecución eficaz de los procesos académicos, administrativos y de apoyo. Por consiguiente, este enfoque se orienta a garantizar que los servicios y funciones se desarrollen con eficiencia, calidad y oportunidad, en correspondencia con los objetivos estratégicos de la institución. De esta forma, la operatividad se convierte en el componente que materializa las políticas y los planes previamente diseñados, asegurando la continuidad de las acciones en cada uno de los niveles organizativos.

A su vez, la gestión operativa requiere sistemas de control y seguimiento que aseguren el cumplimiento de normas, procedimientos y estándares de desempeño. Estos mecanismos permiten identificar desviaciones, proponer

ajustes y promover la mejora continua en todas las áreas funcionales, fortaleciendo así la cultura de responsabilidad institucional. De ahí que la articulación entre la planeación estratégica y la operatividad diaria constituye un requisito indispensable para la sostenibilidad institucional y la confianza de la comunidad universitaria (Machado, 2020).

1.7.1. Ejecución cotidiana y procesos institucionales

La ejecución cotidiana en las universidades implica la coordinación de procesos como la matrícula, el registro académico, la gestión documental, el mantenimiento de infraestructura y los servicios de bienestar estudiantil. Cada una de estas actividades requiere procedimientos claramente definidos que garanticen su desarrollo con transparencia y eficiencia, contribuyendo al logro de metas comunes. Asimismo, la supervisión constante resulta esencial para responder a las demandas de la comunidad universitaria y asegurar el cumplimiento de los plazos establecidos en los calendarios institucionales (Machado, 2020).

Por otro lado, los procesos institucionales se estructuran en función de normas internas que definen roles, responsabilidades y flujos de trabajo que orientan la acción operativa. La sistematización de estas operaciones facilita la consistencia en la prestación de servicios y coadyuva a reducir riesgos asociados a errores o demoras administrativas. De igual forma, el fortalecimiento de las competencias del personal operativo es un factor clave para elevar la calidad y la oportunidad de la gestión diaria, generando entornos más confiables y eficientes (García et al., 2024).

Finalmente, la ejecución de los procesos institucionales exige una articulación efectiva entre los distintos niveles jerárquicos y las áreas funcionales. Esta coordinación promueve la identificación temprana de necesidades, la solución oportuna de incidencias y la alineación de las acciones con los objetivos estratégicos previamente establecidos. De este modo, la capacidad de coordinación interáreas fortalece la eficiencia operativa y asegura la continuidad de los servicios esenciales en beneficio de la comunidad universitaria (Machado, 2020).

1.7.2. Sistemas de información y decisiones basadas en datos

Los sistemas de información suponen herramientas imprescindibles para la recopilación, procesamiento y análisis de datos vinculados a la actividad universitaria. Estas plataformas facilitan el monitoreo de indicadores académicos, administrativos y financieros de manera sistemática. Su implementación contribuye a la automatización de procesos, la reducción de tiempos de respuesta y la mejora de la calidad en la gestión documental. De esa forma, la tecnología se convierte en un aliado estratégico que fortalece la capacidad de respuesta institucional ante cambios del entorno y demandas emergentes (Machado, 2020).

La toma de decisiones basada en datos promueve, por otra parte, un enfoque objetivo que respalda la formulación de políticas, planes y acciones de mejora en todos los niveles de la organización. El uso de informes estadísticos y cuadros de mando integral posibilita la identificación de tendencias, la evaluación de resultados y la detección de áreas críticas que precisan de intervención prioritaria y seguimiento continuo. Además, este enfoque fortalece la transparencia y legitima la rendición de cuentas frente a los distintos grupos de interés. Este proceso contribuye a optimizar la gestión en todos sus niveles y a elevar la calidad institucional (Consultoría IA, 2024).

Por último, el aprovechamiento de los sistemas de información demanda inversiones en infraestructura tecnológica, capacitación del personal y actualización permanente de las herramientas digitales que sustentan los procesos clave. Estas condiciones aseguran la confiabilidad de los datos y fomentan una cultura organizacional enfocada en la evidencia y la mejora continua. Con la integración de tecnologías avanzadas se responde con mayor agilidad a los retos del entorno educativo y se fortalecen los procesos de innovación institucional. En consecuencia, la información oportuna y verificada se convierte en un recurso esencial para la toma de decisiones fundamentadas y sostenibles (Machado, 2020).

1.8. Planificación estratégica en el contexto universitario

La planificación estratégica constituye un proceso organizado mediante el cual una institución determina sus objetivos y establece las acciones necesarias para alcanzarlos. Este procedimiento implica la identificación de prioridades, la asignación de recursos y la formulación de estrategias coherentes con la misión organizacional. También contempla el análisis de factores internos y externos que pueden influir en el desempeño institucional, por lo que su aplicación ayuda a estructurar de manera sistemática las actividades educativas (Vizcarra & Boza, 2023).

En las instituciones educativas, el enfoque estratégico integra diversas dimensiones que abarcan aspectos pedagógicos, administrativos y tecnológicos, pues reconoce que la organización educativa representa un sistema complejo donde interactúan múltiples actores con intereses diversos, razón que debe llevarlas a considerar las interrelaciones existentes entre los componentes de dicho sistema. Además, como la planificación estratégica contempla la adaptación continua a los cambios que se producen en el entorno, establece una base conceptual que articula los procesos de gestión con las demandas contextuales. Así, este enfoque favorece la coherencia en la toma de decisiones (Carmona et al., 2020).

De igual manera, la adopción de estrategias analíticas en la educación superior incorpora técnicas procedentes de otros campos del conocimiento que permiten sistematizar información, modelar escenarios y evaluar posibles impactos antes de ejecutar acciones. En ese contexto, la gestión estratégica se apoya en datos cuantitativos y cualitativos que facilitan la formulación de planes realistas y consolidan procedimientos encaminados a fortalecer la eficiencia organizacional. Por consiguiente, el empleo de métodos analíticos constituye un componente esencial en la estructura de la planificación (Vizcarra & Boza, 2023).

Por último, la planificación estratégica posee funciones preventivas y orientadoras que contribuyen a anticipar situaciones que puedan afectar el

cumplimiento de los objetivos institucionales. Este proceso facilita la definición de metas específicas, indicadores de seguimiento y mecanismos de evaluación, a la vez que proporciona un marco referencial para coordinar las actividades de los diferentes niveles de la organización. Consiguientemente, se optimiza la utilización de los recursos disponibles, y la planificación se convierte en un elemento fundamental para mantener la consistencia institucional. Su aplicación se relaciona con la mejora permanente de la gestión educativa (Carmona et al., 2020).

1.8.1. Importancia de la planificación estratégica universitaria

En el contexto universitario, la planificación estratégica adquiere importancia por su capacidad de alinear los propósitos institucionales con acciones ordenadas y coherentes. Este proceso favorece la construcción de un rumbo claro que optimiza los recursos disponibles y reduce la dispersión de esfuerzos, al mismo tiempo que conduce a priorizar objetivos relevantes y asegurar su cumplimiento mediante un enfoque estructurado. Gracias a ello, se fortalecen la consistencia y la orientación de los proyectos educativos, por lo que su aplicación resulta primordial para lograr resultados sostenidos y consolidar una gestión eficaz y responsable (Carmona et al., 2020).

Otra relevancia fundamental de la planificación estratégica consiste en anticipar cambios y responder de manera proactiva a los desafíos del entorno. Este enfoque coadyuva a identificar riesgos potenciales, diseñar mecanismos preventivos y ajustar las acciones con oportunidad, contribuyendo a mantener la estabilidad institucional cuando surgen nuevas demandas o condiciones inesperadas. De esta forma, se minimiza la improvisación y se potencia la capacidad de adaptación, lo que garantiza la continuidad de los procesos y asegura una evolución constante y ordenada (González & Espinoza, 2008).

Ahora bien, resulta indispensable señalar que esta planificación estimula la participación activa de todos los actores que conforman la comunidad universitaria. Este involucramiento fortalece la identificación con los objetivos institucionales y genera consensos que legitiman las decisiones. Adicio-

nalmente, promueve una cultura organizacional basada en la cooperación y la responsabilidad compartida al propiciar espacios de diálogo que incrementan el compromiso con la mejora continua. Por ello, su relevancia se manifiesta en el fortalecimiento del tejido institucional que potencia las capacidades colectivas y el liderazgo compartido (Madrigal & Calderón, 2017).

En suma, dicha planificación es relevante porque facilita la evaluación sistemática y el seguimiento constante de los avances logrados. A partir de estos procesos, se identifican aciertos, reconocen dificultades y establecen medidas de mejora permanente; asimismo, se fortalece la transparencia y la rendición de cuentas en todos los niveles de gestión. Gracias a este enfoque, se elevan los estándares de calidad educativa y se consolida la confianza institucional, por lo que su aplicación se convierte en un factor determinante para la excelencia universitaria. Como resultado, se proyecta una educación pertinente y sostenible (Carmona et al., 2020).

1.8.2. Proceso de planificación estratégica universitaria

La planificación estratégica es un procedimiento esencial que toda organización necesita realizar para diseñar las acciones que tracen el camino hacia el logro de sus proyectos a largo plazo. Aunque no existe un esquema único que determine cómo debe ejecutarse esta planificación, se trata de un proceso que exige el cumplimiento de ciertas etapas, las cuales tienen como finalidad estructurar de manera ordenada el plan que orientará las acciones institucionales (Carmona et al., 2020).

Como expresa Almuiñas (2013), tanto las empresas como las instituciones elaboran planes estratégicos con la finalidad de alcanzar sus metas a largo plazo, que habitualmente se fijan en un horizonte aproximado de cinco años. Estos planes no surgen de forma improvisada, sino que se construyen sobre un conjunto de pasos secuenciales que dan coherencia a la propuesta. En términos generales, estos pasos se organizan de manera estructurada en diferentes componentes que orientan su desarrollo, los cuales son:

- Estudio de la situación, que posibilita identificar con claridad la condición actual que presenta la institución o la empresa.

- Diagnóstico de la situación, que facilita comprender de qué manera se desarrolla la actividad organizacional en el ámbito interno y externo, lo cual lleva a definir las acciones necesarias para medirla.
- Definición de objetivos, que representa el propósito que la organización desea alcanzar, procurando que sea específico, verificable, medible y alcanzable.
- Estrategias corporativas, que determinan los plazos y métodos de trabajo frente a los escenarios del entorno, sean académicos, económicos o de otra naturaleza.
- Planes de acción, que corresponde a la materialización práctica de todo lo establecido durante la fase de planificación.
- Seguimiento o monitoreo, que implica la observación constante del progreso del plan estratégico, con el fin de prevenir situaciones inesperadas al finalizarlo.
- Evaluación, que consiste en valorar los resultados obtenidos y comprobar si estos contribuyen al logro de los objetivos planteados en el plan.

Así, la planificación estratégica en las organizaciones educativas es un proceso que se desarrolla por fases definidas y requiere aplicación constante. Dado que el entorno cambia de manera permanente, es indispensable revisar y ajustar lo planificado para responder ante situaciones inesperadas. Por ello, la planificación se mantiene como un proceso continuo vinculado al contexto externo (Carmona et al., 2020).

CAPÍTULO II

NOCIONES GENERALES DEL PENSAMIENTO SISTÉMICO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

La comprensión de los sistemas y su funcionamiento constituye un pilar esencial para abordar la complejidad que caracteriza a los entornos actuales, donde múltiples variables interactúan de manera simultánea y generan resultados difíciles de prever. En este contexto, el pensamiento sistémico surge como un enfoque integrador que posibilita visualizar relaciones, identificar patrones y anticipar consecuencias. Gracias a esta perspectiva, se vuelve posible superar la visión fragmentada de los problemas y diseñar soluciones más coherentes con la naturaleza interdependiente de los procesos.

El estudio de la simulación de sistemas amplía esta comprensión al ofrecer una vía práctica para experimentar con modelos que representan la realidad de manera controlada, de modo que se pueden ensayar escenarios, valorar estrategias y evaluar impactos sin poner en riesgo los recursos reales. La importancia de esta técnica radica en su capacidad para convertir datos y supuestos en proyecciones útiles, lo que resulta especialmente relevante en entornos de incertidumbre y alta variabilidad. Entre sus ventajas destaca la posibilidad de formar directivos, identificar cuellos de botella y optimizar procesos, aunque también requiere cautela para evitar errores derivados de modelos mal definidos o interpretaciones inadecuadas.

En este recorrido se detallan los distintos modelos de simulación según su evolución temporal, aleatoriedad y naturaleza de sus variables de estado, puesto que cada clasificación aporta criterios para elegir la metodología más adecuada en función de los objetivos del estudio. También se describen las etapas que guían el proceso de simulación desde la formulación del problema hasta la documentación final, con el objetivo de asegurar que el desarrollo de cada proyecto sea riguroso, transparente y replicable.

Por último, se profundiza en los fundamentos y aplicaciones del modelado dinámico de sistemas como una herramienta estratégica para la toma de decisiones informadas. Este enfoque permite representar el comportamiento de los sistemas a lo largo del tiempo, validar modelos según distintos criterios y utilizar *software* especializado que simplifica la construcción y el análisis de escenarios complejos. A partir de su versatilidad, el modelado dinámico se aplica en ámbitos tan diversos como la empresa, la economía, el medioambiente y la salud.

2.1. Nociones fundamentales de los sistemas

En la actualidad, la sociedad se distingue por presentar una mayor complejidad, así como por una creciente interdependencia y transformaciones constantes, donde las innovaciones tecnológicas han modificado distintos campos relacionados con los elementos vivos, generando repercusiones directas en el entorno inmediato. Estas transformaciones han propiciado un aumento de la riqueza disponible, un consumo más elevado y un acceso más amplio a la educación, de modo que surge la necesidad de modificar las estructuras sociales para potenciar su capacidad de adquirir conocimientos y adaptarse con mayor agilidad frente a los retos emergentes (Martínez, 2004).

Ante este panorama, surgió otra manera de comprender la realidad, conocida como el enfoque de sistemas, cuya perspectiva aporta elementos que enriquecen la visión mecanicista surgida durante la Revolución Industrial. Este modelo de pensamiento tuvo como principal referente al biólogo Ludwig von Bertalanffy, quien anticipó que los sistemas se convertirían en un elemento esencial para abordar y entender con mayor profundidad problemáticas vinculadas a lo viviente, siempre que se articularan disciplinas que, en principio, parecieran distantes del objeto de análisis (Luengo, 2018).

Al referirse al concepto de sistemas, se alude a conjuntos formados por componentes que mantienen interacciones, relaciones mutuas o dependencias recíprocas que permiten conformar unidades complejas con identidad propia. Por ejemplo, se puede mencionar una organización empresarial o el organis-

mo humano como expresiones de esta idea. Igualmente, se concibe un sistema como un grupo compuesto por al menos dos elementos interrelacionados que persiguen un propósito común, lo que resalta su carácter integrador y dinámico frente a la diversidad de sus partes (Caqui, 2018).

Considerando tal planteamiento, los sistemas son una red extensa de nodos interconectados donde todo mantiene vínculos con todo. A partir de esta perspectiva, es posible diferenciar entre sistemas de origen natural y aquellos creados por la intervención humana, así como entre sistemas inanimados y vivos. Entre los sistemas naturales, se encuentran los ecosistemas, las colectividades humanas o los cuerpos de los seres vivos, ya que reúnen un gran número de elementos y relaciones internas que generan complejidad. Por su parte, los sistemas diseñados por el ser humano, como los automóviles, tienden a ser más autónomos y presentan conexiones menos profundas con el entorno que los rodea (Martínez, 2004).

2.1.1. Características de los sistemas

Como expresa Martínez (2004), en el estudio de los sistemas se reconocen varias características esenciales que permiten distinguirlos de simples agrupaciones de elementos. Cada una de ellas describe cómo se organizan y funcionan los componentes que los integran, así como su relación con otros sistemas y su entorno. Tales características son fundamentales para comprender su propósito y dinámica interna, aparte de su capacidad de adaptación constante.

A. Presencia de todas las partes. Un sistema necesita que todas sus partes estén presentes y relacionadas activamente para realizar su propósito, pues si se quitan ciertos elementos sin alterar su funcionamiento, en realidad solo existe una agrupación sin carácter sistémico. Por ejemplo, retirar limones de una canasta de cítricos no cambia la naturaleza de la colección, mientras que añadir manzanas modifica su esencia.

B. Disposición organizada de los componentes. Para que un sistema cumpla su objetivo, los componentes deben organizarse de manera específica

y no de forma aleatoria, dado que su estructura interna es la que sostiene su funcionalidad. Por ejemplo, si en un tazón de frutas se cambian las posiciones de las piezas, su naturaleza no varía porque no hay un orden que defina un sistema.

C. Propósitos específicos dentro de un sistema mayor. Todo sistema cumple un propósito particular en relación con un sistema mayor que lo contiene y lo condiciona, de modo que no se puede asumir que unir o dividir sistemas genere otros con las mismas propiedades. Por ejemplo, si se fracciona un elefante, no surgen dos más pequeños que conserven su esencia, ni al juntar dos elefantes pequeños aparece uno grande.

D. Estabilidad a través de fluctuaciones. Los sistemas buscan mantener su equilibrio mediante fluctuaciones y ajustes constantes que aseguran su funcionamiento frente a los cambios internos o externos. Por ejemplo, una organización adapta sus procesos para conservar sus márgenes de utilidad designados, así como los organismos vivos regulan su temperatura cercana a 36 grados Celsius.

E. Realimentación. La retroalimentación constituye un mecanismo vital que permite a los sistemas recibir, procesar y devolver información, generando transformaciones en su comportamiento. Este proceso ocurre tanto dentro del sistema como en sus vínculos con el entorno que lo rodea. En algunos casos, las respuestas suceden con rapidez y resultan fáciles de observar, mientras que en otros la retroalimentación requiere periodos prolongados para evidenciar sus efectos.

2.1.2. Componentes de un sistema

A juicio de Martínez (2004), los sistemas están conformados por diversos componentes que interactúan entre sí y posibilitan su funcionamiento integral, ya que cada uno aporta funciones y relaciones que sostienen la dinámica del conjunto. Estos pueden clasificarse según su naturaleza, su nivel jerárquico dentro del sistema y los márgenes que lo delimitan en relación con su entorno inmediato y más amplio.

A. Según su naturaleza. Los componentes de un sistema pueden diferenciarse de acuerdo a su naturaleza, es decir, si se trata de elementos físicos o inmateriales. Ambos tipos son necesarios, pues contribuyen al cumplimiento de funciones específicas y al comportamiento global del sistema.

a. Tangible. Componentes materiales y concretos que se pueden observar y manipular físicamente. Por ejemplo, en un automóvil incluyen el motor, las llantas, las puertas o el volante, todos esenciales para su funcionamiento.

b. Intangible. Componentes que no tienen una forma física, pero influyen directamente en el sistema. Por ejemplo, los procesos, políticas, relaciones interpersonales, emociones y flujos de información que lo sostienen internamente.

B. Según su nivel jerárquico. Los sistemas pueden analizarse considerando los distintos niveles en los que se organizan sus elementos. Así, se identifican estructuras internas y externas que desempeñan roles específicos dentro de un orden mayor.

a. Subsistema. Sistema más pequeño que forma parte del sistema principal y que cumple funciones específicas dentro de él. Su análisis hace posible comprender cómo contribuye al comportamiento global del conjunto, considerando distintos niveles de detalle según el enfoque adoptado.

b. Suprasistema. Sistema más amplio que contiene al sistema en análisis y establece el contexto donde se desarrollan sus actividades. Su estudio permite comprender las relaciones, la influencia externa y el papel del sistema en la dinámica general del conjunto.

C. Según su límite. Todo sistema se encuentra delimitado por una frontera que separa lo que está dentro de su estructura y lo que pertenece al medio externo. Esta división es esencial para identificar sus componentes y sus relaciones.

a. Fronteras. Alude hasta dónde llega un sistema y marcan la diferencia entre sus elementos internos y los del medio externo. Establecen el alcance del análisis y permiten identificar qué influencias del exterior pueden afectarlo.

2.1.3. Tipos de sistemas

En la opinión de Martínez (2004), los sistemas pueden clasificarse considerando diversos criterios relacionados con su comportamiento, su evolución a lo largo del tiempo, el grado de interdependencia que presentan frente al entorno y la influencia que ejercen sus salidas sobre sus entradas. De esta manera, cada tipo refleja características particulares que ayudan a entender su funcionamiento.

A. Por su comportamiento

a. Abierto. Mantiene un intercambio constante de materia, energía e información con su entorno, lo que implica conocer las condiciones externas que lo afectan y condicionan su operación.

b. Cerrado. No establece relaciones activas con su medio ambiente, aunque en la práctica no existen sistemas completamente cerrados debido a influencias externas inevitables.

B. Por su cambio en el tiempo

a. Dinámico. Modifica su estructura o las relaciones que se producen entre sus elementos a medida que transcurre el tiempo, mostrando así una evolución constante en su funcionamiento.

b. Estático. La organización interna y las conexiones entre partes se mantienen estables, ya que pueden considerarse permanentes durante periodos prolongados sin alteraciones.

C. Por su grado de interdependencia

a. Abierto. Depende en gran medida del ambiente externo, debido a que recibe entradas y genera salidas que se integran activamente con su medio circundante.

b. Cerrado. Busca operar de forma independiente del entorno y limita la influencia de factores externos sobre sus procesos internos y resultados.

D. Por la influencia de salida en la entrada del sistema

a. Abierto. Las salidas dependen de las entradas que recibe del entorno, pero tales salidas no afectan nuevamente a esas entradas, por lo que no existe retroalimentación directa sobre su propio funcionamiento.

b. Cerrado. Utiliza la retroalimentación, pues los resultados de sus acciones vuelven a entrar en el sistema, permitiendo ajustar su comportamiento y controlar procesos futuros de manera continua.

2.2. Aplicación del pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico se presenta como una herramienta fundamental para comprender la complejidad de los entornos actuales, donde los fenómenos no pueden analizarse de manera aislada. A través de esta perspectiva, se reconoce que los elementos dentro de un sistema están interrelacionados y que cualquier cambio en uno de ellos puede generar efectos en los demás. De esa forma, se reemplaza la lógica lineal tradicional por una visión más integradora y dinámica que ve patrones de comportamiento a lo largo del tiempo. Esta manera de pensar ayuda a interpretar los problemas no solo en función de sus síntomas, sino desde sus causas estructurales (Prieto, 2025b).

En contextos organizacionales, el pensamiento sistémico permite tomar decisiones más informadas al considerar las consecuencias a corto y largo plazo. Por ejemplo, una política que hoy mejora un indicador puede generar efectos negativos en otras áreas si no se comprende el sistema completo. Para entenderlo, dicho enfoque promueve la anticipación de impactos colaterales, lo que refuerza su utilidad en la planificación estratégica, la gestión del cambio y la resolución de conflictos. Al incorporar esta mirada integral, se favorece la sostenibilidad y la adaptación continua frente a escenarios complejos (Liévano & Londoño, 2013).

Su aplicación también se extiende al ámbito educativo, ambiental, económico y social, por cuanto en todos ellos se manifiestan interdependencias y retroalimentaciones. Comprender cómo se influyen mutuamente los componentes de un sistema permite diseñar soluciones más coherentes y duraderas. En lugar de intervenir de forma parcial o reactiva, el pensamiento sistémico impulsa acciones más estructuradas y preventivas. Esta visión también fomenta la participación de múltiples actores, pues reconoce la importancia de diversas perspectivas en la comprensión del todo (Prieto, 2025b).

En conclusión, aplicar el pensamiento sistémico implica cambiar la forma de observar la realidad, asumiendo que los problemas no tienen una única causa ni una solución rápida. Requiere desarrollar habilidades como el análisis relacional, la identificación de bucles de retroalimentación y el reconocimiento de estructuras ocultas. Al hacerlo, se transforma la manera en que se aborda la toma de decisiones, pasando de respuestas inmediatas a enfoques más reflexivos y estratégicos. En este sentido, el pensamiento sistémico representa una herramienta esencial para quienes enfrentan desafíos complejos en entornos dinámicos (Liévano & Londoño, 2013).

2.2.1. Principios del pensamiento sistémico

Con base en Martínez (2004), el pensamiento sistémico se fundamenta en principios orientados a observar los problemas como partes de sistemas mayores, reconocer la interdependencia de los elementos y equilibrar perspectivas temporales que promueven la reflexión sobre las propias acciones, la consideración de datos diversos y la revisión constante de creencias. Aplicar estos principios favorece el desarrollo de soluciones más integrales y sostenibles frente a situaciones complejas.

A. Visión ampliada (*big picture*). Refiere a la capacidad de dar un paso atrás para contemplar un problema dentro de un sistema mayor que lo contiene. Esta perspectiva más amplia sirve para identificar causas profundas y plantear soluciones más efectivas.

B. Balancear perspectiva a corto y largo plazo. Refiere a la necesidad de evaluar decisiones considerando los resultados inmediatos y sus impactos futuros. Este equilibrio ayuda a anticipar consecuencias y a actuar con mayor responsabilidad.

C. Reconocer la naturaleza dinámica e interdependiente. Refiere a aceptar que todo sistema es complejo, cambia constantemente y sus elementos están conectados entre sí. Esto coadyuva a comprender mejor la evolución de los problemas.

D. Considerar factores cuantitativos y cualitativos. Refiere a la importancia de integrar datos numéricos con información subjetiva para analizar situaciones. Ambos se complementan y enriquecen la comprensión de la realidad.

E. Recordar que somos parte de los sistemas. Refiere a reconocer que las personas influyen en los sistemas en los que participan mientras también son afectadas. Esta conciencia contribuye a asumir responsabilidad sobre las propias acciones.

F. Consecuencias involuntarias. Refiere a entender que muchos problemas actuales son efectos no previstos de soluciones aplicadas en el pasado. Reflexionar sobre estas relaciones previene decisiones apresuradas.

G. Suposiciones. Refiere a la idea de que las suposiciones pueden originar limitaciones o errores en la toma de decisiones. Cuestionarlas abre nuevas posibilidades y evita caer en problemas que pueden volverse recurrentes.

H. Valores y creencias. Refiere a que ciertos valores y creencias pueden bloquear la forma de percibir y resolver situaciones. Revisarlos facilita encontrar alternativas más adecuadas y efectivas.

2.2.2. Herramientas del pensamiento sistémico

De acuerdo con Prieto (2025b), el pensamiento sistémico incorpora herramientas que permiten comprender y modelar la complejidad de los sistemas en los que se presentan problemas repetitivos. En consecuencia, su aplicación ayuda a estructurar la información de manera más clara y a formular estrategias que contemplen tanto la dinámica interna como el contexto externo.

A. Diagramas de bucles causales. Representan de forma visual cómo las variables de un sistema se relacionan mediante causas y efectos que se retroalimentan. Estos diagramas ayudan a identificar bucles que refuerzan o equilibran un proceso, mostrando dinámicas frecuentes. Con esta herramienta es posible comprender por qué ciertos comportamientos persisten a lo largo del tiempo y cómo pequeñas acciones pueden producir grandes cambios.

B. Diagramas de *stocks* y flujos. Se utilizan para mostrar cómo se acumulan o disminuyen recursos dentro de un sistema mediante entradas y

salidas. Los *stocks* representan las cantidades almacenadas, mientras que los flujos indican los procesos que las modifican. Este tipo de diagramas sirven para observar las demoras y dependencias que influyen en la dinámica de un sistema. También son fundamentales para identificar cuellos de botella o tendencias que se profundizan con el tiempo.

C. Modelos de simulación. Son construcciones que combinan los elementos de un sistema en un entorno virtual que permite experimentar con diferentes escenarios. Con los modelos de simulación, se pueden evaluar decisiones antes de aplicarlas en la realidad y anticipar resultados. Igualmente, ayudan a visualizar la evolución de las variables en periodos prolongados, considerando diversas condiciones externas.

D. Arquetipos sistémicos. Consisten en patrones de comportamiento recurrentes que se presentan en diferentes sistemas y contextos. Identificar estos arquetipos facilita reconocer dinámicas problemáticas antes de que se consoliden. Entre los más conocidos se encuentran los llamados “límites al crecimiento” o la “tragedia de los comunes”, que muestran cómo ciertas acciones producen efectos no deseados.

Estas herramientas del pensamiento sistémico aportan claridad y rigor al análisis de problemas complejos. Su uso contribuye a visualizar interacciones, reconocer patrones y anticipar consecuencias de manera más estructurada. Al mismo tiempo, fortalece la capacidad de diseñar estrategias sostenibles y de adaptarse a contextos dinámicos (Prieto, 2025b).

2.3. Simulación de sistemas

La simulación de sistemas constituye una metodología clave que permite representar, de manera aproximada, el comportamiento de un sistema real mediante un modelo computacional o matemático que posibilita experimentar con diferentes escenarios y observar sus efectos sin alterar el sistema original, lo que reduce riesgos y costos. Por medio de la simulación, se pueden analizar procesos complejos que resultan difíciles de estudiar con métodos tradicionales, pues incorpora variables dinámicas e interdependientes, aparte de otorgar la oportunidad de evaluar alternativas antes de su implementación y anticipar resultados futuros (Hira, 2009).

2.3.1. Importancia de la simulación de sistemas

Como lo hace notar Martínez (2004), la simulación de sistemas constituye una estrategia que facilita representar situaciones reales de forma controlada y participativa, convirtiéndose en un recurso que potencia el aprendizaje práctico y la experimentación. Con ello, los usuarios pueden enfrentarse a decisiones y escenarios complejos sin exponer recursos ni asumir riesgos directos, por lo que resulta muy valiosa en distintos campos profesionales. Entre los aspectos más importantes destacan los siguientes:

- Permite reproducir ciclos productivos, operaciones de comercio o procesos industriales de forma virtual.
- Sirve como herramienta de capacitación, experimentación y divulgación de conocimientos.
- Favorece la toma de decisiones mediante la práctica en entornos seguros y controlados.
- Incrementa la motivación y la implicación de los participantes al hacerlos protagonistas del proceso.
- Contribuye a validar nuevas tecnologías y estrategias antes de su implementación en escenarios reales.

De esta manera, la simulación de sistemas representa un recurso de aprendizaje innovador y eficaz que transforma la forma en que las personas adquieren experiencia práctica. Su aplicación aporta beneficios tanto en la formación profesional como en la optimización de procesos organizacionales, convirtiéndose en un componente clave para afrontar la complejidad de los entornos contemporáneos (Martínez, 2004).

2.3.2. Ventajas y desventajas de la simulación de sistemas

Desde la posición de Caqui (2018), la simulación de sistemas ofrece múltiples beneficios al ayudar a experimentar con procesos reales de manera segura, aunque también implica limitaciones que deben considerarse con cuidado. Esta herramienta resulta útil para analizar escenarios complejos,

evaluar decisiones y fortalecer habilidades de gestión sin comprometer recursos. Sin embargo, su aplicación exige rigor metodológico y claridad en la interpretación de los resultados. A continuación, se describen algunas de sus principales ventajas y desventajas.

A. Ventajas de la simulación de sistemas. La simulación aporta numerosos beneficios que facilitan el estudio, la optimización y la toma de decisiones en medios complejos, lo que la convierte en una herramienta clave para el análisis estratégico. Estos son sus beneficios:

- Permite implicarse rápidamente con bajo costo y sin exponer el sistema real a riesgos.
- Ayuda a identificar puntos débiles, cuellos de botella y problemas críticos.
- Facilita analizar distintas opciones y límites difíciles de comprobar en la práctica.
- Es útil en la formación de directivos al simular decisiones y observar sus efectos.
- Resulta eficaz en el ensayo de procedimientos estratégicos y tácticos.

B. Desventajas de la simulación de sistemas. A pesar de sus aportes, la simulación presenta limitaciones que pueden afectar la validez de los resultados. Por ello, es importante conocer estos riesgos para aplicarla con responsabilidad y precisión:

- No debe usarse si hay disponibles métodos analíticos más precisos y eficientes.
- Puede generar falsas expectativas si el modelo no refleja adecuadamente la realidad.
- Existe riesgo de tomar decisiones erróneas basadas en simulaciones mal diseñadas.
- Es difícil establecer con certeza absoluta la validez de un modelo.
- Puede aplicarse fuera de sus límites originales, lo cual afecta su confiabilidad.

En síntesis, la simulación de sistemas es una herramienta poderosa que favorece el aprendizaje y la gestión de procesos complejos, siempre que se

utilice con criterio y precaución. Sus ventajas pueden potenciar la toma de decisiones y el desarrollo de capacidades estratégicas; no obstante, sus limitaciones obligan a un manejo responsable que considere la validez del modelo y su adecuada aplicación (Caqui, 2018).

2.4. Modelos de simulación de sistemas

Como indica Hira (2009), la clasificación de los modelos de simulación permite comprender con claridad las distintas formas en que un sistema puede representarse y analizarse de manera virtual. Estos modelos se organizan en función de su comportamiento temporal, el grado de incertidumbre presente y la naturaleza de sus variables de estado. Esta diferenciación facilita elegir el enfoque más adecuado para el problema a resolver y para los objetivos del estudio. Así, se pueden construir modelos que reproduzcan fielmente la dinámica de procesos industriales, administrativos o científicos, permitiendo ensayar estrategias sin afectar el sistema real.

2.4.1. Según la evolución del tiempo

Distingue los modelos conforme a su relación con el paso del tiempo y el modo en que el sistema cambia. Algunos modelos se limitan a describir una situación puntual que no varía, mientras que otros representan transformaciones que ocurren a lo largo de un periodo determinado. Esta diferencia resulta clave para seleccionar la técnica de modelado y las variables a controlar en cada etapa del análisis. De este modo, se obtiene una visión más precisa del comportamiento del sistema y se pueden prever los efectos de diversas acciones. Existen dos tipos de modelos:

A. Estático. Se caracteriza porque no incorpora la dimensión temporal en su estructura de análisis y se centra en representar un estado fijo del sistema. Este tipo de simulación es útil cuando se necesita conocer la distribución de resultados en un momento específico, sin atender su evolución posterior. Su aplicación sirve para evaluar riesgos, comparar escenarios o estimar resultados sin necesidad de recrear cambios sucesivos. Por su simplicidad, facilita experimentos con menor carga computacional.

B. Dinámico. Considera que las variables y los parámetros cambian a lo largo del tiempo, por lo que reflejan la evolución del sistema en intervalos sucesivos. Este enfoque resulta adecuado para estudiar procesos productivos, inventarios y fenómenos que dependen de secuencias temporales. En este sentido, la simulación dinámica requiere definir reglas de actualización de estados y mecanismos de seguimiento para comprender las transformaciones progresivas. Como resultado, se logra un análisis más detallado y realista de cada proceso.

2.4.2. Según la aleatoriedad

Corresponde al grado de incertidumbre presente en el sistema que se estudia. Algunos modelos operan bajo relaciones deterministas donde cada entrada produce un único resultado previsible, mientras que otros incorporan componentes probabilísticos que modifican el comportamiento del modelo en cada ejecución. Esta diferencia resulta decisiva porque define si la simulación requiere cálculos estadísticos o si basta con una estructura lógica de relaciones. Además, la presencia de aleatoriedad implica validar los resultados a través de múltiples repeticiones y analizar tendencias consistentes para tomar decisiones fundamentadas. Comprende el modelo determinista y el modelo estocástico.

A. Determinista. No incluye variables aleatorias y cada escenario genera salidas idénticas si se repiten las mismas condiciones iniciales. Esta característica facilita el análisis al eliminar la incertidumbre, por lo que resultan apropiados cuando se cuenta con información completa y relaciones exactas entre los elementos del sistema. Se utiliza con frecuencia en simulaciones de procesos industriales, cálculos de capacidad o evaluaciones técnicas donde los factores de variabilidad son mínimos o se consideran irrelevantes. La claridad de estos modelos contribuye a obtener conclusiones directas y replicables.

B. Estocástico. Incorpora variables aleatorias que influyen en el comportamiento del sistema y hacen que los resultados cambien incluso bajo condiciones aparentemente idénticas. Este enfoque es necesario cuando se simulan procesos que dependen del azar, como llegada de clientes, tiempos de espera o demandas que fluctúan. Por consiguiente, la simulación estocástica requiere

ejecutar numerosas iteraciones para estimar probabilidades y rangos de comportamiento posibles. Este tipo de modelo ofrece una representación más realista de sistemas sujetos a incertidumbre y permite evaluar riesgos con mayor precisión.

2.4.3. Según las variables de estado

Se refiere a la forma en que varían las variables de estado que describen el sistema a lo largo del tiempo. Estas variables pueden cambiar de manera continua, en intervalos discretos o combinar ambos comportamientos según la naturaleza del proceso. Cada variante exige técnicas específicas de modelado y herramientas computacionales diferentes. La distinción entre continuo, discreto e híbrido permite adaptar el diseño del modelo a las características propias del fenómeno estudiado. De este modo, se logra que la simulación reproduzca con fidelidad la dinámica real y aporte resultados útiles.

A. Continuo. Representa sistemas en los que las variables cambian de manera constante y progresiva con el tiempo sin interrupciones abruptas, lo que sirve para describir con gran detalle el comportamiento del proceso. Este enfoque es habitual en procesos físicos, químicos y de ingeniería, donde los estados se expresan mediante ecuaciones diferenciales que relacionan los factores involucrados. Su aplicación requiere métodos numéricos especializados que ayuden a resolver trayectorias y analizar la evolución de cada variable con precisión. Aunque su desarrollo puede ser más complejo, aporta detalles que otros enfoques no reflejan con igual claridad, por lo que resulta fundamental en estudios donde la continuidad es un factor crítico.

B. Discreto. Aquí los cambios en el estado ocurren en puntos específicos del tiempo y se asocian a eventos que alteran el sistema, generando actualizaciones puntuales que modifican la situación del modelo. Este tipo de simulación es adecuado para representar colas, inventarios y procesos administrativos donde las modificaciones no son continuas, sino que se producen con cada suceso relevante que desencadena una acción. Su utilización facilita el seguimiento de secuencias lógicas y el conteo de eventos,

además de ofrecer una perspectiva detallada de los impactos de cada decisión sobre el sistema en su conjunto.

C. Híbrido. Combina variables de estado continuas y discretas dentro de un mismo sistema, de manera que algunos procesos se actualizan de forma constante, mientras que otros lo hacen en instantes puntuales en función de eventos específicos. Este enfoque resulta necesario cuando el fenómeno incluye componentes con dinámicas mixtas, como una planta industrial que reúne procesos físicos en operación permanente y decisiones de control ejecutadas de manera episódica según necesidades. Aun cuando su construcción puede ser más exigente por la combinación de metodologías, ofrece una representación flexible y completa que integra distintos niveles de comportamiento y favorece la captura de interacciones complejas con mayor fidelidad.

En conclusión, la clasificación de modelos de simulación permite contar con un marco conceptual sólido para planificar estudios rigurosos y seleccionar las metodologías más idóneas. Cada criterio refleja una dimensión clave que influye en el diseño, la ejecución y la interpretación de los resultados. Gracias a esta organización, se facilita identificar los recursos requeridos, prever posibles dificultades y optimizar el uso de la simulación como herramienta de apoyo. De esta forma, se contribuye a una toma de decisiones más informada y precisa (Hira, 2009).

2.5. Etapas de una simulación de sistemas

Tal como expresa Tarifa (2001), el proceso de simulación no se limita a la creación de un modelo computacional. También comprende una serie de pasos estructurados que aseguran su precisión, utilidad y aplicabilidad. Estas etapas ayudan a definir claramente el problema, desarrollar una representación válida del sistema y garantizar que los resultados obtenidos sean confiables, por lo que su correcta aplicación es crucial para la toma de decisiones basada en evidencia. A continuación, se describen las etapas consideradas en este proceso:

2.5.1. Formulación del problema

Refiere a la etapa donde se define con precisión qué se desea simular, los objetivos que se persiguen y el alcance del estudio. En este punto, cliente y desarrollador acuerdan los resultados esperados, el plan de experimentación y el nivel de detalle. También se especifican variables de interés y criterios de análisis. Esta claridad inicial es fundamental para orientar todas las fases posteriores.

2.5.2. Definición del sistema

Refiere a identificar de manera detallada los límites del sistema que se va a estudiar y sus relaciones con el entorno. Aquí es donde se decide qué aspectos se incluirán en el modelo y cuáles quedarán fuera, por lo que el acuerdo entre las partes resulta clave para no omitir interacciones relevantes. De este modo, una definición adecuada conduce a representar fielmente el comportamiento real.

2.5.3. Formulación del modelo

Refiere a construir un esquema conceptual que reproduzca los aspectos esenciales del sistema real. En un principio, se elabora un modelo simple que se perfecciona mediante iteraciones sucesivas, donde el nivel de detalle depende de los objetivos planteados y de la naturaleza del problema. Por ello, esta etapa requiere criterio técnico y comprensión profunda del fenómeno.

2.5.4. Colección de datos

Refiere a reunir toda la información necesaria para alimentar y calibrar el modelo con datos confiables, los cuales pueden provenir de registros históricos, experimentos o mediciones directas. En ese sentido, la calidad y cantidad de datos se encuentran definidas por el problema y el tipo de simulación. Al final, los datos se procesan hasta quedar en el formato requerido.

2.5.5. Implementación del modelo en la computadora

Refiere a trasladar el modelo conceptual a un entorno de programación que haga posible ejecutarlo. Para tal propósito, se utilizan lenguajes específicos de simulación o herramientas prediseñadas, cuya correcta codificación resulta fundamental para que el modelo funcione como se espera. Esta fase convierte las ideas en un sistema operativo capaz de generar resultados.

2.5.6. Verificación

Refiere a la comprobación de que el modelo ha sido implementado sin errores de programación ni inconsistencias lógicas a través de procesos de depuración y pruebas parciales. En tal sentido, la verificación asegura que el modelo funcione conforme al diseño original, por lo que constituye un paso indispensable antes de realizar cualquier simulación completa.

2.5.7. Validación

Refiere a evaluar si el modelo refleja con precisión el comportamiento real del sistema estudiado, puesto que se comparan los resultados de las simulaciones con datos históricos o mediciones conocidas. En este contexto, si aparecen diferencias significativas, se realizan ajustes o se amplía la recolección de información. Así, la validación aporta confianza en los resultados obtenidos.

2.5.8. Diseño de experimentos

Refiere a definir cómo se llevarán a cabo las simulaciones en cuanto a duración, número de corridas y condiciones iniciales. En este momento se detalla la estructura de los experimentos que servirán para analizar el sistema, por lo que resulta importante aclarar que esta fase no busca optimizar alternativas. Su finalidad radica en preparar un plan ordenado de ejecución.

2.5.9. Experimentación

Refiere a ejecutar las simulaciones conforme al diseño previamente establecido. Durante esta fase, se generan, recolectan y procesan los datos producidos por el modelo, cuyos resultados ofrecen una base para interpretar el comportamiento del sistema. Por consiguiente, la consistencia en la ejecución resulta clave para no alterar la validez de la información.

2.5.10. Interpretación

Refiere a analizar los datos obtenidos para evaluar la sensibilidad del modelo ante las variables críticas. Aquí se identifican tendencias, impactos y posibles márgenes de error, por lo que, de ser necesario, se ajustarán parámetros o se recogerán más datos. Esta etapa permite extraer conclusiones y plantear recomendaciones con fundamentos sólidos.

2.5.11. Implementación

Refiere a acompañar al usuario en la puesta en marcha del modelo o en la aplicación de los resultados obtenidos, puesto que la asistencia técnica evita interpretaciones equivocadas o usos inadecuados del simulador. Tal acompañamiento resulta importante para asegurar que el esfuerzo de simulación se traduzca en decisiones efectivas y bien informadas.

2.5.12. Documentación

Refiere a elaborar los manuales y descripciones técnicas que explican el modelo, sus datos y las etapas de desarrollo. Al respecto, la documentación facilita futuras modificaciones y garantiza la transparencia del proceso; además, permite compartir el conocimiento con otros usuarios. De este modo, una buena documentación asegura la continuidad y la mejora del simulador.

En resumen, cada etapa de la simulación cumple una función específica y complementaria que garantiza la solidez del proceso. Desde la formulación del problema hasta la documentación final, tienen un rol clave que asegura la

coherencia del proceso y la calidad de los resultados. Por tanto, una ejecución rigurosa favorece el uso de la simulación como una herramienta sólida que respalda decisiones más informadas, precisas y eficaces (Tarifa, 2001).

CAPÍTULO III

FUNDAMENTOS Y APLICACIONES DEL MODELADO DINÁMICO DE SISTEMAS

El modelado dinámico de sistemas representa un enfoque metodológico que ha cobrado relevancia en los últimos años, pues ofrece una forma rigurosa de comprender fenómenos complejos y anticipar su evolución en el tiempo. Favorece la identificación de patrones que surgen de la interacción entre variables y retroalimentaciones que suelen pasar desapercibidas en análisis más lineales, ya que integra datos cuantitativos, conocimientos expertos y supuestos estratégicos en representaciones que facilitan la exploración de escenarios diversos y promueven decisiones más informadas.

Dentro de esta perspectiva, resulta fundamental comprender los elementos y fundamentos que sustentan la dinámica de sistemas, dado que de ellos depende la solidez conceptual de cualquier modelo que se desarrolle, considerando aspectos como la definición precisa del problema, la demarcación de límites, la identificación de bucles de retroalimentación y la formulación de ecuaciones que conforman la base de representaciones confiables y contribuyen a reconocer oportunidades de mejora, riesgos y efectos indirectos que inciden en los resultados.

Por otro lado, la validación rigurosa se convierte en un proceso indispensable para asegurar que el modelo construido sea coherente con la realidad que pretende representar y, sobre todo, que resulte útil como herramienta de apoyo en la gestión, planificación o políticas. Para ello, combina técnicas de verificación estructural, análisis de escenarios y consulta a expertos que otorgan confianza en las conclusiones y fortalecen su valor práctico al exigir equilibrio entre rigor técnico y criterio profesional.

La evolución de la tecnología ha coadyuvado a que diversos programas informáticos simplifiquen la construcción y el análisis de modelos dinámicos, mientras sus aplicaciones se han extendido a la economía, el medioambiente,

la salud y la educación. Esto ha posibilitado explorar alternativas y evaluar sus efectos antes de decidir, de modo que esta flexibilidad metodológica convierte al modelado en una opción indispensable para comprender sistemas complejos con visión estratégica y capacidad de adaptación.

3.1. Fundamentos del modelado dinámico de sistemas

En la década de los treinta, Ludwig von Bertalanffy presentó la teoría general de sistemas como una alternativa al paradigma clásico que dividía los fenómenos en partes para simplificar su estudio, bajo la idea de que la suma de las partes era equivalente al todo. Sin embargo, este enfoque tuvo limitaciones al explicar procesos biológicos y sociales donde predominan relaciones dinámicas que no pueden reducirse a componentes aislados. Con el aporte de Boulding, Ashby y Wiener, esta teoría se consolidó como disciplina científica en los años cincuenta y comenzó a influir en diversas áreas que demandaban un enfoque más integral y flexible, capaz de comprender la interacción constante entre los elementos que conforman un sistema (Prieto & Paba, 2007).

La dinámica de sistemas surge inspirada en estos planteamientos, pues integra conceptos de la teoría de sistemas, la cibernética y los procesos de retroalimentación para crear modelos que describen el comportamiento temporal de los fenómenos complejos. Este enfoque propone observar primero los patrones reales, identificar los elementos críticos y luego representar sus relaciones mediante ecuaciones matemáticas que simulen escenarios. De este modo, se logra analizar de forma anticipada el efecto de distintas decisiones sin alterar el sistema original, lo que resulta valioso en contextos de incertidumbre o alta variabilidad (Prieto, 2025a).

A diferencia de otros métodos lineales, esta perspectiva concede especial importancia a los bucles de retroalimentación que pueden amplificar o atenuar los impactos de cualquier cambio en el sistema, por lo que pequeñas acciones pueden desencadenar transformaciones acumulativas con efectos significativos. Por esta razón, identificar correctamente estas relaciones y prever su evolución es vital para definir estrategias efectivas, mientras la si-

mulación hace posible ensayar diferentes hipótesis sin asumir riesgos operativos (Prieto & Paba, 2007).

La aplicación de la dinámica de sistemas abarca áreas tan diversas como la gestión empresarial, el diseño de políticas públicas, la planificación urbana y el estudio de fenómenos ambientales, pues su capacidad de integrar variables cuantitativas y cualitativas la convierte en una herramienta adaptable a múltiples entornos. Su principal aporte consiste en ofrecer una forma rigurosa de comprender y anticipar la evolución de los sistemas complejos, permitiendo tomar decisiones más informadas y sostenibles que respondan a la naturaleza interdependiente de los problemas que enfrenta la sociedad contemporánea (Prieto, 2025a).

3.1.1. Elementos del modelado dinámico de sistemas

Como sostiene Prieto (2025a), el modelado dinámico de sistemas se apoya en un conjunto de elementos que ayudan a representar de forma estructurada la dinámica interna de cualquier fenómeno complejo, donde cada uno de ellos desempeña un rol específico en la definición del comportamiento global y facilita comprender cómo se producen los cambios a lo largo del tiempo. A continuación, se describen los principales elementos:

3.1.1.1. Niveles (*stocks*). Refieren a las acumulaciones que mantienen el estado de una variable en el tiempo, actuando como depósitos de recursos o condiciones. Su valor se modifica por la interacción con los flujos que entran o salen del sistema.

3.1.1.2. Flujos (*flows*). Refieren a las tasas de cambio que alimentan o vacían los niveles, determinando cómo varía una cantidad en cada periodo. Son esenciales para representar el movimiento y la transformación de los recursos en el modelo.

3.1.1.3. Variables auxiliares. Refieren a componentes intermedios que facilitan cálculos, expresan relaciones lógicas y permiten mayor claridad. Ayudan a conectar niveles y flujos de forma comprensible sin complicar la estructura general.

3.1.1.4. Parámetros. Refieren a valores fijos que configuran el entorno del modelo y permanecen constantes durante la simulación. Sirven para definir escenarios y comparar resultados modificando ciertas condiciones externas.

3.1.1.5. Conexiones de influencia. Refieren a vínculos que indican cómo una variable incide sobre otra estableciendo la red de relaciones internas. Estas conexiones permiten comprender la lógica que sostiene la dinámica del sistema.

3.1.1.6. Bucles de retroalimentaciones (*feedback loops*). Refieren a ciclos cerrados donde las acciones retornan a su origen, reforzando o contrarrestando el cambio. Son clave para explicar el comportamiento dinámico y la estabilidad del sistema.

3.1.1.7. Retrasos (*delays*). Refieren a periodos entre la causa y el efecto de una acción, generando tiempos de espera antes de observar impactos. Influyen en la respuesta del sistema y pueden producir oscilaciones o inestabilidad.

En conjunto, estos elementos conforman la base conceptual que hace posible representar de manera rigurosa la dinámica de cualquier sistema complejo. Al integrarlos, se consigue identificar patrones de comportamiento, anticipar efectos de intervenciones y evaluar distintos escenarios. Esta estructura aporta claridad y coherencia al análisis. Así, el modelado dinámico se convierte en una herramienta poderosa para la toma de decisiones informada y sostenible (Prieto, 2025a).

3.1.2. Análisis de sistemas dinámicos

El análisis de sistemas dinámicos se centra en estudiar cómo cambian los sistemas con el paso del tiempo considerando las relaciones internas que determinan su comportamiento. Esto permite comprender fenómenos que surgen de la interacción acumulada de variables y de la existencia de retrasos o ciclos de retroalimentación, dado que a través de modelos y simulaciones se identifican patrones que no resultan evidentes en un análisis estático. Este proceso es fundamental para anticipar consecuencias y explorar escenarios hipotéticos, a la vez que ofrece la posibilidad de evaluar impactos de decisiones antes de su implementación real (Edwards, 2013).

Para llevar a cabo un análisis riguroso, se emplean diferentes herramientas, como diagramas causales, ecuaciones diferenciales y simulaciones computacionales, que describen la dinámica interna del sistema y posibilitan representar interacciones complejas entre variables y visualizar cómo influyen unas sobre otras. Sirven, asimismo, para localizar puntos críticos donde pequeñas acciones pueden generar grandes cambios. En este sentido, la validación de los modelos es esencial, ya que garantiza que reflejen con fidelidad la realidad observada, minimizan errores en la interpretación de resultados y fortalecen la confianza en las conclusiones (Romero, 2023).

Adicionalmente, el análisis dinámico resulta útil sobre todo en contextos donde los sistemas presentan comportamientos no lineales, acumulaciones o demoras significativas que modifican su evolución, como procesos económicos, fenómenos ecológicos y dinámicas sociales. Gracias a este análisis, se identifican tendencias que pueden conducir a situaciones de crecimiento acelerado o a colapsos inesperados. Por tal motivo, comprender estos procesos facilita diseñar estrategias que prevengan crisis y potencien resultados sostenibles; además, promueve una gestión más responsable de los recursos disponibles (Edwards, 2013).

En última instancia, el análisis de sistemas dinámicos contribuye a desarrollar un pensamiento sistémico que ayuda a reconocer la interdependencia entre acciones y resultados, fomentando la capacidad de anticipar efectos indirectos y valorar impactos que se manifestarán a largo plazo. Esta perspectiva brinda la posibilidad de explorar distintas alternativas de intervención y elegir aquellas que aporten beneficios más sostenibles y equilibrados. Por otro lado, el aprendizaje que se adquiere a través de la simulación fortalece la toma de decisiones fundamentadas en datos y evidencias comprobables, lo que incrementa la confianza en las estrategias adoptadas (Romero, 2023).

3.2. Validación del modelo dinámico para la toma de decisiones

El proceso de validación de un modelo dinámico es un paso determinante para asegurar que su comportamiento sea beneficioso y confiable en el contexto en que se aplique. A diferencia de la verificación, que revisa la cor-

recta programación del modelo, la validación busca comprobar que el modelo simulado realmente refleja la dinámica esperada por los usuarios. Esta tarea implica contrastar la estructura teórica con la realidad observada, así como revisar la coherencia de los resultados generados bajo diferentes condiciones y escenarios. De esta forma, se incrementa la confianza en la utilidad del modelo como herramienta para la toma de decisiones (Morlán, 2010).

Considerando que la validación es un proceso relativo y condicionado al propósito concreto que guía la construcción del modelo, no existe un procedimiento único que pueda aplicarse de forma universal. Autores como Forrester y Sterman coinciden en que es imposible validar un modelo en términos absolutos, pues su pertinencia depende del grado en que satisface los objetivos para los cuales fue diseñado. Esto supone reconocer que un modelo no se califica como verdadero o falso, sino como suficientemente adecuado en relación con las decisiones que permite fundamentar (Cadenas & Guaita, 2021).

Por este motivo, el proceso de validación combina criterios objetivos, como la revisión detallada de la coherencia dimensional de las ecuaciones, el análisis de las constantes utilizadas y la verificación de que su formulación sea rigurosamente correcta, junto con elementos subjetivos relacionados con el juicio experto, la comparación cualitativa de los patrones de comportamiento y la experiencia acumulada de quienes conocen el sistema. El objetivo es que estas aproximaciones complementarias refuercen la credibilidad de los resultados y otorguen a la simulación un valor sólido como herramienta de análisis estratégico y de mejora organizacional (Morlán, 2010).

En conclusión, la validación de un modelo dinámico no puede entenderse como una fase aislada o estática, sino que constituye una práctica que se prolonga a lo largo de todo el ciclo de desarrollo del modelo, desde su construcción inicial y la definición de supuestos hasta la aplicación de políticas y el ajuste de escenarios. En tal sentido, la revisión continua de hipótesis, límites y resultados permite detectar errores, actualizar parámetros y asegurar que el modelo conserve su pertinencia, su capacidad explicativa y su utilidad frente a nuevas realidades o transformaciones del entorno en el que se implementa (Cadenas & Guaita, 2021).

3.2.1. Jerarquización de la validación

La jerarquización de la validación consiste en establecer un orden lógico de comprobaciones que preserven la calidad del modelo en todos sus niveles de detalle. La defensa de un modelo se inicia con la revisión minuciosa de sus componentes y ecuaciones, dado que un comportamiento que parece correcto puede esconder inconsistencias profundas que lleven a interpretaciones erróneas o decisiones poco acertadas. Por tal razón, la verificación de la coherencia dimensional y la claridad en las definiciones son pasos indispensables antes de cualquier evaluación sobre el comportamiento emergente y su correspondencia con la realidad (Morlán, 2010).

Se afirma que la validación se apoya en un enfoque relativo, donde cada prueba debe vincularse con los objetivos específicos que justifican la construcción del modelo y no con una idea abstracta de perfección absoluta. Esta perspectiva resalta que los modelos de dinámica de sistemas son representaciones parciales y simplificadas de un fenómeno real, por lo que su valor radica principalmente en su capacidad de reproducir patrones de comportamiento relevantes y en servir como herramienta de apoyo para la toma de decisiones informadas, más que en la imitación exacta de datos históricos en cada detalle (Cadenas & Guaita, 2021).

De la misma forma, se sostiene que un modelo debe comportarse igual que el sistema real y por los mismos fundamentos que explican su funcionamiento interno, por lo que resulta esencial definir con precisión los límites, supuestos y relaciones que determinan su dinámica. Para ello, se recomienda aplicar pruebas que evalúen de manera integral la estructura, la lógica interna y las implicaciones de políticas que puedan derivarse, sin descuidar la importancia de mantener la coherencia dimensional y de documentar con claridad la justificación de cada componente y relación del modelo (Morlán, 2010).

Se comprende entonces que la jerarquización de la validación es un proceso técnico detallado y, paralelamente, un ejercicio de criterio profesional sustentado en la reflexión crítica, dado que implica equilibrar revisiones formales, análisis cualitativos y juicios sobre la pertinencia del modelo según su contexto

de aplicación. La finalidad de esta jerarquización es aumentar la confianza en que la simulación logra reflejar de manera adecuada los procesos más importantes del sistema y, al mismo tiempo, facilita el análisis de distintas opciones de acción que puedan conducir a decisiones más acertadas, sostenibles y coherentes con las condiciones reales de cada contexto (Cadenas & Guaita, 2021).

3.2.2. Tipos de validación del modelo dinámico

En la opinión de Cadena y Guaita (2021), los tipos de validación de un modelo dinámico se organizan según distintas aproximaciones que van desde la comprobación de la estructura y coherencia de las ecuaciones hasta el contraste de escenarios y la consulta de expertos. Cada una aporta evidencias complementarias sobre la calidad y relevancia del modelo, permitiendo consolidar su uso como herramienta de análisis y decisión.

3.2.2.1. Validación de la estructura. Se centra en confirmar que las ecuaciones, parámetros y dimensiones estén bien definidas y sean coherentes entre sí para garantizar que la lógica interna refleje de forma precisa el sistema real. Con herramientas como Check Model y Units Check de Vensim® se detectan inconsistencias y errores que puedan distorsionar la simulación. Este proceso refuerza la solidez técnica del modelo, lo que resulta un paso esencial antes de su uso práctico en cualquier análisis.

3.2.2.2. Validación de escenarios. Implica evaluar la respuesta del modelo bajo diferentes condiciones hipotéticas y contrastarla con datos históricos o expectativas realistas, con el fin de identificar fortalezas y debilidades en la formulación. Este análisis facilita ajustes necesarios y contribuye a valorar si el comportamiento simulado es estable y coherente. Así, se logra mayor confianza en la capacidad del modelo de apoyar decisiones estratégicas en contextos cambiantes.

3.2.2.3. Validación de expertos. Se basa en solicitar la opinión de profesionales con experiencia reconocida sobre el modelado de sistemas, quienes aportan criterios que ayudan a valorar la pertinencia de la simulación. Sus observaciones permiten identificar omisiones, inconsistencias o mejoras potenciales que no se perciben solo con pruebas técnicas. De este modo, se enriquece

la interpretación de resultados y se fortalece la aceptación del modelo por los usuarios finales.

Por consiguiente, la validación de un modelo dinámico se concibe como un proceso continuo que no termina con la verificación técnica, sino que se enriquece con la reflexión crítica y la interacción con diversos actores interesados. Esta visión integradora fomenta la construcción de modelos más sólidos, capaces de adaptarse a nuevos desafíos a medida que evolucionan los entornos organizacionales. Por otra parte, la combinación de métodos cuantitativos y cualitativos amplía la comprensión de los fenómenos estudiados y contribuye a fortalecer la credibilidad de los resultados (Cadenas & Guaita, 2021).

3.3. Ciclo del modelado dinámico de sistemas

Con base en la UNS (2015), el ciclo del modelado dinámico coadyuva a avanzar de la comprensión inicial de un problema hacia la construcción de una simulación robusta que lo represente de manera estructurada y transparente. Este proceso integra actividades como la definición del problema, la conceptualización de las relaciones clave y la representación formal de ecuaciones, por lo que requiere coordinación entre los participantes y claridad metodológica. A su vez, garantiza que cada decisión tomada durante el desarrollo del modelo cuente con fundamentos sólidos que faciliten su validación y uso posterior en entornos reales.

3.3.1. Definición del problema

En la definición del problema, se identifica con claridad cuál es la situación que se desea analizar, qué variables resultan más relevantes y cuáles son los límites que enmarcarán el estudio. Esta fase implica revisar antecedentes, recoger información preliminar y consensuar objetivos que orienten todo el trabajo posterior. Al establecer un propósito bien delimitado, se disminuyen riesgos de confusión y se facilita la asignación de recursos para la recolección de datos y la elaboración del modelo. Con ello se sientan las bases conceptuales que sostendrán cada etapa del ciclo de simulación.

Por otra parte, la definición del problema promueve el diálogo entre quienes participan en el proyecto, propiciando que diferentes perspectivas se integren de manera estructurada y que los intereses de los actores clave queden reflejados. Este enfoque participativo refuerza la pertinencia del modelo, pues garantiza que los supuestos empleados sean coherentes con la experiencia y el conocimiento contextual disponible. De esta forma, se establece un punto de partida sólido que facilita avanzar con mayor confianza en el desarrollo del modelo dinámico.

3.3.2. Conceptualización del sistema

La conceptualización del sistema se orienta a organizar el conocimiento disponible mediante diagramas causales, mapas de influencia y relaciones que expliquen cómo interactúan las variables principales. Este paso resulta decisivo porque traduce percepciones iniciales en esquemas comprensibles que servirán como referencia para la formulación de ecuaciones. De este modo, se identifican bucles de retroalimentación y dinámicas que podrían dar lugar a comportamientos inesperados o patrones recurrentes.

En esta fase también se aclaran los límites del sistema, definiendo qué elementos se incluirán y cuáles se considerarán externos o irrelevantes para el propósito del modelo. Esta delimitación hace posible centrar los esfuerzos en los factores más críticos y evita dispersión de recursos en detalles secundarios. Así, la conceptualización actúa como un puente entre el entendimiento intuitivo del problema y la representación formal que posteriormente se construirá en la simulación.

3.3.3. Representación del modelo

La representación del modelo consiste en traducir los esquemas conceptuales en una estructura formal compuesta por niveles, flujos, variables auxiliares y parámetros que describan cuantitativamente la dinámica del sistema. Durante esta etapa, se emplean herramientas de simulación que permiten construir diagramas de *stocks* y flujos y asociar ecuaciones que regulen las interaccio-

nes entre componentes. Esta formalización requiere rigor técnico para asegurar consistencia dimensional y claridad en las definiciones.

Asimismo, se documenta con detalle cada relación, hipótesis y fuente de información utilizada, de modo que el modelo pueda ser revisado y comprendido por otros especialistas. Este enfoque transparente facilita la identificación temprana de posibles errores y contribuye a que la estructura construida sea reproducible. La representación formal constituye, por tanto, un cimiento que sostiene la validez y utilidad futura del modelo dinámico.

3.3.4. Comportamiento del modelo

El análisis del comportamiento del modelo tiene como objetivo verificar si las simulaciones reproducen patrones lógicos o coherentes con datos históricos y expectativas fundadas. Por consiguiente, aquí se generan escenarios de prueba para observar tendencias, fluctuaciones y posibles inestabilidades, evaluando si las respuestas se ajustan a lo previsto. De esta manera, se identifican inconsistencias o áreas donde se requieran ajustes.

En paralelo, se explora cómo cambios en los parámetros clave afectan los resultados, lo que ayuda a valorar la sensibilidad del modelo y anticipar efectos potenciales de distintas intervenciones. Este proceso refuerza la confianza en que la representación construida refleja adecuadamente la dinámica real. Gracias a ello, se obtiene información valiosa que fundamenta decisiones y mejora la comprensión del problema abordado.

3.3.5. Construcción y evaluación del modelo

La construcción y evaluación del modelo representan una fase iterativa que implica verificar su integridad técnica, ajustar ecuaciones y confirmar la coherencia general de la estructura. Con ese fin, se revisan todas las expresiones matemáticas, se documentan supuestos y se comprueba que cada componente funcione de acuerdo con los criterios iniciales. De esta manera, dicho rigor metodológico fortalece la solidez del modelo como instrumento analítico.

De modo complementario, se realizan comparaciones con información empírica y se aplican pruebas de consistencia interna con el objetivo de corregir desajustes antes de su aplicación práctica. Este enfoque iterativo asegura que el producto final cumpla con los estándares de calidad necesarios y sea capaz de responder de forma confiable a los propósitos definidos. Así, se consolida una base firme para el análisis posterior.

3.3.6. Políticas, análisis y uso del modelo

En esta fase final, el modelo se emplea como una herramienta para diseñar políticas, evaluar escenarios y anticipar consecuencias de posibles decisiones estratégicas. Se realizan entonces experimentos virtuales que permiten explorar intervenciones y valorar su impacto potencial en diferentes horizontes de tiempo. Este enfoque sirve para identificar riesgos y oportunidades antes de ejecutar acciones reales.

Este es el momento en que se elaboran informes y materiales que comuniquen con claridad los hallazgos obtenidos, fomentando el aprendizaje colectivo y la participación de quienes tomarán decisiones. Por ende, el modelo dinámico contribuye a la comprensión de procesos complejos, a la vez que se convierte en un apoyo fundamental para la planificación y la mejora continua de los sistemas analizados.

En suma, el ciclo del modelado dinámico de sistemas integra un conjunto de etapas que, al aplicarse de manera rigurosa y ordenada, transforman problemas complejos en representaciones comprensibles y operativas. Cada fase aporta un nivel de detalle y precisión que facilita la identificación de relaciones causales, la validación de hipótesis y la exploración de políticas alternativas con mayor confianza. Este enfoque sistemático contribuye no solo a reducir la incertidumbre al tomar decisiones. También promueve el aprendizaje organizacional y la reflexión crítica sobre la dinámica de los sistemas reales (UNS, 2015).

3.4. Software para el modelado dinámico de sistemas

El modelado dinámico de sistemas se ha beneficiado notablemente del desarrollo de *software* especializado que facilita la construcción, simulación y análisis de modelos complejos. Estas herramientas permiten representar gráficamente niveles, flujos y relaciones causales, además de incorporar ecuaciones y datos empíricos con un alto nivel de precisión. Gracias a su funcionalidad intuitiva y su capacidad para manejar grandes volúmenes de información, se han convertido en instrumentos esenciales tanto en entornos académicos como en contextos empresariales (Prieto, 2025a).

Cada plataforma ofrece características distintivas que responden a diferentes necesidades de los usuarios y al tipo de problema que se desea estudiar. Por ello, la selección de un *software* adecuado depende de factores como la facilidad de uso, la capacidad de simulación y la compatibilidad con otros entornos tecnológicos. A continuación, se describen algunas de las aplicaciones más utilizadas en el campo del modelado dinámico de sistemas (De Leo et al., 2020).

3.4.1. Vensim

Vensim es una de las plataformas más reconocidas para la construcción y análisis de modelos dinámicos, destacándose por su capacidad de crear diagramas de flujo y representar relaciones complejas mediante una interfaz gráfica amigable. Esta herramienta sirve para definir ecuaciones detalladas, establecer restricciones dimensionales y ejecutar simulaciones en diferentes escenarios, facilitando la comprensión de los procesos estudiados. Adicionalmente, ofrece funciones de análisis de sensibilidad que ayudan a identificar variables críticas y evaluar la robustez del modelo frente a cambios en los parámetros (Sapiri et al., 2017).

Por otro lado, Vensim integra opciones para la validación de estructuras mediante comandos como Check Model y Units Check, que detectan inconsistencias en la formulación antes de aplicar el modelo de manera práctica. Su

capacidad para generar gráficos dinámicos y exportar resultados en distintos formatos contribuye a que sea ampliamente adoptado en investigaciones académicas, estudios de políticas públicas y proyectos corporativos. Por ello, se posiciona como una herramienta versátil y potente en el ámbito de la simulación dinámica (Prieto, 2025a).

3.4.2. *Stella*

Stella es un *software* de modelado que se caracteriza por su enfoque didáctico y visual, diseñado para facilitar el aprendizaje del pensamiento sistémico en diversos niveles educativos y profesionales. Su interfaz intuitiva hace posible construir modelos mediante el uso de diagramas de *stocks* y flujos que representan de manera clara las relaciones entre componentes y bucles de retroalimentación. Además, incorpora una amplia biblioteca de funciones matemáticas que pueden emplearse en la definición de ecuaciones personalizadas (Bossel, 2018).

Una de sus principales fortalezas es la capacidad de generar simulaciones interactivas que muestran en tiempo real la evolución de las variables clave, fomentando el análisis de escenarios de manera inmediata. Asimismo, *Stella* permite documentar de forma ordenada cada elemento del modelo, lo que facilita su revisión y la comunicación efectiva con otros usuarios. Por estas características, se ha consolidado como una herramienta muy apreciada en el ámbito académico y en proyectos de formación en dinámicas de sistemas (Prieto, 2025a).

3.4.3. *iThink*

iThink comparte muchas características con *Stella*, pues ambos han sido desarrollados por la empresa *isee systems*, aunque *iThink* está más orientado a entornos empresariales donde se requiere modelar procesos de negocio y flujos financieros. Su interfaz ayuda a la creación de modelos con un enfoque práctico, integrando plantillas que agilizan la construcción de estructuras complejas sin perder claridad en la documentación. También asiste en la realización de simulaciones que ayudan a visualizar cómo se comportarán las variables bajo distintos supuestos estratégicos (Ghosh, 2016).

En consecuencia, esta plataforma destaca por su capacidad de vincular datos externos e incorporar supuestos de política para una mejor evaluación de alternativas de decisión. Entre sus funciones, incluye herramientas de análisis de sensibilidad y optimización que fortalecen el valor del modelo como soporte para la planificación. Por estas razones, iThink se ha convertido en un recurso valioso para organizaciones que buscan entender y optimizar el funcionamiento integral de sus sistemas de manera rigurosa y estructurada (Prieto, 2025a).

3.4.4. *AnyLogic*

AnyLogic es una herramienta avanzada que permite combinar diferentes enfoques de simulación, tales como la dinámica de sistemas, la simulación basada en agentes y la simulación de eventos discretos. Esta facultad para integrar metodologías favorece el estudio de problemas complejos que necesitan representar tanto la evolución continua como la interacción entre elementos individuales. La flexibilidad de AnyLogic se refleja en su capacidad de adaptarse a contextos tan diversos como la logística, la salud, la manufactura o la economía (Grigoryev, 2012).

Igualmente, cuenta con un potente motor de simulación que soporta la creación de modelos de gran escala y con un entorno de programación basado en Java, lo que brinda libertad para personalizar algoritmos y procesos. Sus funciones de visualización avanzada son ideales para presentar resultados en formatos interactivos y gráficos dinámicos que enriquecen la interpretación. Por estas razones, AnyLogic se considera una de las plataformas más completas para la simulación de sistemas complejos (Prieto, 2025a).

3.4.5. *Powersim*

Powersim se destaca como un software orientado al modelado dinámico aplicado a la gestión estratégica y la evaluación de proyectos. Entre sus características se encuentra una interfaz clara que facilita la construcción de modelos mediante diagramas de influencia y ecuaciones paramétricas. Powersim también ofrece un amplio conjunto de opciones para realizar simulaciones iterativas

y análisis de sensibilidad que contribuyen a identificar factores críticos en el comportamiento del sistema (Ghosh, 2016).

Otra ventaja es su capacidad de integrar datos históricos y generar proyecciones que pueden presentarse en informes de alta calidad, lo que amplía la comunicación de resultados a públicos diversos. Este enfoque profesional ha permitido que Powersim sea adoptado por empresas e instituciones interesadas en desarrollar políticas de mejora continua y en evaluar la sostenibilidad de sus decisiones estratégicas. Gracias a esto, se ha consolidado como un referente sólido en su campo (Prieto, 2025a).

Así, el uso de *software* en el modelado dinámico de sistemas provee a los profesionales de herramientas flexibles que se adaptan a distintas necesidades analíticas y contextos de aplicación. Estas plataformas no solo simplifican la construcción de modelos rigurosos, sino que también fomentan la exploración de escenarios y el aprendizaje organizacional. De ese modo, se convierten en aliados estratégicos para comprender problemas complejos y respaldar decisiones fundamentadas (De Leo et al., 2020).

3.5. Ámbitos de aplicación del modelado dinámico de sistemas

El modelado dinámico de sistemas ha demostrado ser una herramienta versátil y poderosa en múltiples campos del conocimiento, ya que posibilita representar estructuras complejas y comprender los patrones de comportamiento que emergen de la interacción entre sus componentes. Tanto en contextos empresariales como sociales, este enfoque facilita la toma de decisiones informadas al simular escenarios, evaluar políticas y prever consecuencias a largo plazo. Autores como Sterman (2002) y Prieto (2025a) coinciden en señalar que su aplicación no se limita a un sector específico, pues se adapta a las características de cada problema, aportando claridad analítica en entornos dinámicos y con incertidumbre. A continuación, se presentan sus usos más destacados en distintos campos del quehacer humano.

3.5.1. Empresarial

En el ámbito empresarial, la dinámica de sistemas se utiliza para analizar procesos internos como la producción, el inventario, la demanda y la calidad del servicio, integrando estas variables en modelos que permiten detectar cuellos de botella y prever consecuencias de políticas comerciales. Gracias a ello, las empresas pueden diseñar estrategias más sostenibles, adaptarse a los cambios del entorno y optimizar recursos de forma más efectiva.

Además, se emplea para estudiar ciclos económicos, crecimiento organizacional, innovación y comportamiento del cliente, considerando factores como la retroalimentación entre departamentos y los efectos retardados de decisiones pasadas. Esto ayuda a evitar decisiones miope y orientarse hacia una planificación de largo plazo más consistente con los objetivos del negocio.

3.5.2. Económico

En economía, los modelos dinámicos sirven para representar con mayor realismo los procesos de crecimiento, recesión, inflación, desempleo o inversión considerando la interdependencia entre actores económicos. A diferencia de enfoques estáticos, esta metodología incorpora la evolución temporal de las variables y los efectos acumulativos de las decisiones políticas o financieras.

También se ha utilizado para evaluar el impacto de regulaciones, subsidios o reformas fiscales, anticipando sus efectos inmediatos y también a mediano y largo plazo. Así, se convierte en una herramienta útil para diseñar escenarios económicos alternativos y tomar decisiones más responsables en entornos complejos.

3.5.3. Ambiental

El modelado dinámico se ha aplicado ampliamente en el análisis de problemas ambientales como el cambio climático, la contaminación del agua y del aire, la deforestación o la pérdida de biodiversidad. Gracias a ello se pueden representar las relaciones entre población, recursos naturales y desarrollo eco-

nómico, mostrando cómo los efectos de ciertas acciones se retroalimentan en el tiempo.

Asimismo, permite diseñar políticas de sostenibilidad más efectivas, simulando los impactos de diferentes estrategias de conservación o mitigación. Por su capacidad para modelar sistemas no lineales con múltiples retroalimentaciones se ha convertido en un recurso clave en la gestión ambiental a nivel global.

3.5.4. Educativo

En el campo educativo, la dinámica de sistemas se utiliza para analizar la evolución del desempeño académico, la eficiencia institucional, el abandono escolar y la relación entre inversión y resultados. Igualmente, contribuye a entender cómo las políticas educativas generan efectos a largo plazo y de qué manera interactúan factores como la motivación, el acceso, la calidad docente y los recursos disponibles.

Además, al facilitar la simulación de reformas educativas antes de su implementación, hace posible anticipar consecuencias y ajustar estrategias. Este enfoque ha sido especialmente útil para comprender por qué muchas políticas bien intencionadas no generan los resultados esperados, y qué ajustes estructurales son necesarios para mejorar los sistemas educativos.

3.5.5. Salud

En el sector salud, los modelos dinámicos permiten representar la evolución de enfermedades, el comportamiento de los sistemas hospitalarios, la disponibilidad de insumos médicos y la respuesta a políticas sanitarias. Su uso ha sido clave para anticipar brotes epidémicos, estimar la demanda de atención médica y evaluar el impacto de campañas de prevención o vacunación.

También ayuda a comprender cómo los factores sociales, económicos y ambientales influyen en la salud pública, lo que posibilita tener una visión integral del problema. En tiempos recientes, se ha aplicado para diseñar respuestas frente a crisis sanitarias como la COVID-19, mostrando su relevancia como herramienta en la salud.

3.5.6. Políticas públicas

En el diseño de políticas públicas, el modelado dinámico permite analizar los efectos sistémicos de decisiones en áreas como transporte, vivienda, empleo o seguridad ciudadana. Al simular escenarios alternativos, los tomadores de decisiones pueden identificar riesgos ocultos, impactos indirectos y efectos de largo plazo que no son evidentes con métodos tradicionales.

Este enfoque promueve una planificación basada en evidencia, ya que posibilita validar hipótesis, ajustar supuestos y generar consensos alrededor de posibles soluciones. En este contexto, la dinámica de sistemas se consolida como una herramienta de gobernanza eficaz y adaptable a los desafíos contemporáneos.

En conclusión, el modelado dinámico se proyecta como un recurso imprescindible para enfrentar la complejidad que caracteriza a las organizaciones y sociedades actuales, pues ofrece un marco estructurado que facilita comprender relaciones de causa y efecto a lo largo del tiempo, anticipar impactos y formular estrategias más coherentes. Su aplicación en múltiples ámbitos evidencia su versatilidad y potencia analítica, convirtiéndolo en un aliado para la toma de decisiones. Además, al integrar datos cuantitativos con el conocimiento experto, reduce incertidumbres y promueve políticas más sostenibles.

CAPÍTULO IV

MODELOS DE SISTEMAS DINÁMICOS EN LA GESTIÓN UNIVERSITARIA. UNA REVISIÓN DE ALCANCE

Un sistema dinámico se define como un conjunto de mecanismos cuyas variables evolucionan a lo largo del tiempo. Su comportamiento puede ser descrito por ecuaciones diferenciales ordinarias, mapas o modelos lógico-matemáticos que representan trayectorias en un espacio de estados con tendencias características (Ramoni & Orlandoni, 2021). Por consiguiente, los modelos de sistemas dinámicos son estructuras matemáticas computacionales progresivas en el tiempo que, según reglas fijas, facilitan la representación de fenómenos especiales (Guerrero et al., 2019). Entre estos, la aparición de patrones interesantes, la bifurcación del comportamiento y la aparición de caos a pesar del determinismo son susceptibles de ser considerados casos ilustrativos (Cortés-García, 2021).

El desenvolvimiento de estos modelos se puede observar en diversos campos, como la dinámica de fluidos, el análisis de poblaciones biológicas y las operaciones económicas y financieras (Mashuri et al., 2024). El estudio de los modelos de sistemas dinámicos, sus propiedades y herramientas matemáticas e informáticas para considerarlos suelen ser incluidos en los planes de estudio avanzados de física o matemática (Mashood et al., 2022).

Actualmente, los cursos introductorios demuestran que solo se necesita una base mínima de conocimientos matemáticos para la comprensión básica sobre el uso de los modelos de sistemas dinámicos (Radosavljevic et al., 2023). Estos cursos de introducción profundizarían la comprensión del mundo, además de destacar las capacidades y limitaciones importantes de las herramientas matemáticas, de *software* para el análisis, la simulación, las pruebas y la verificación de sistemas complejos (Ofoegbu & Lago, 2023).

La aplicación de este constructo conduce al perfeccionamiento y enriquecimiento de los lenguajes, herramientas y metodologías para el manejo de

sistemas dinámicos, así como de la investigación en informática e ingeniería de *software* en general (Polyvyanyy et al., 2020). En este direccionamiento, se debe puntualizar que los sistemas informáticos son una representación de los modelos de sistemas dinámicos no lineales (Quaranta et al., 2020). Estos sistemas de ingeniería se han vuelto tan complejos que desafían las herramientas de análisis que suelen utilizar sus diseñadores. Como ejemplo, las herramientas que asumen linealidad y estocasticidad esencialmente ignoran la dinámica (Munch et al., 2023).

En consecuencia, abordando la gestión universitaria como modelo complejo, las instituciones educativas tienen la misión de atender adecuada y eficazmente las diversas necesidades de los estudiantes, personal académico y no académico (Álvarez, 2021). Dado el volumen de información que se debe manejar, las condiciones especiales y los requerimientos que se contemplan, los modelos de sistemas dinámicos están cada vez más presentes en todos los aspectos de la gestión universitaria (George & Wooden, 2023). En tal sentido, para agilizar hoy la toma de decisiones, se han abordado situaciones organizacionales que han servido como base para el diseño de modelos de sistemas dinámicos de carácter colaborativo. Estos modelos integran conceptos y soluciones de las teorías institucionales, la cogestión adaptativa y el conjunto de conocimientos sobre los (nuevos) bienes comunes (Ricciardi et al., 2020).

En un contexto específico, la modelación asociada con sistemas dinámicos se enfoca en los cambios a mediano y largo plazo, dependiendo de los desafíos y oportunidades en el campo social sobre cuestiones complejas (Eidin et al., 2024). Por tanto, la aplicación del modelado de la gestión universitaria mediante el enfoque de la dinámica de sistemas representa el abordaje de un sistema complejo. Esto se debe a que cualquier decisión sobre una variable afecta directa o indirectamente a otras partes del mismo. Por ejemplo, las decisiones relacionadas con la admisión, la asignación de fondos, la gestión de recursos y el reclutamiento son las variables más importantes del sistema, las cuales influyen en el rendimiento interno de la institución. Esto se ve reflejado en el número de matriculados y en la imagen que la institución ha expresado en su clasificación y reputación (Ghafournia et al., 2022).

Por todo ello, esta investigación se sustenta en la necesidad de profundizar la comprensión del mundo y destacar las capacidades y limitaciones importantes de las herramientas matemáticas y de *software* para el análisis, la simulación, las pruebas y la verificación de sistemas dinámicos. A su vez, conduce a la identificación y reconocimiento de los lenguajes, herramientas y metodologías para el manejo de sistemas dinámicos, así como de la investigación en informática e ingeniería de *software* en general. En ese contexto, el estudio parte de la necesidad de buscar una respuesta sistematizada acerca de la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las características y aplicaciones de los modelos de sistemas dinámicos empleados con mayor frecuencia en la gestión universitaria?

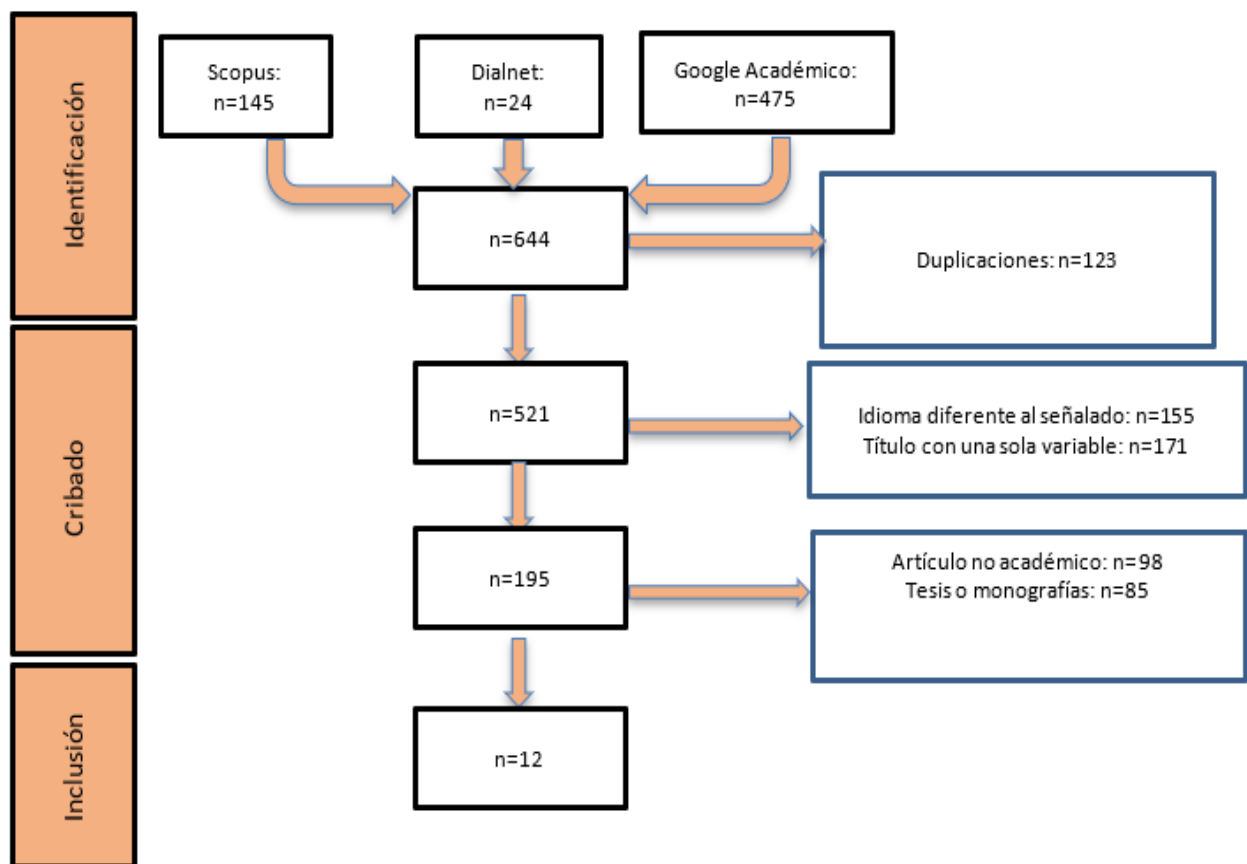
4.1. Metodología

Se ha llevado a cabo una revisión de alcance de la literatura como metodología apropiada, con el fin de producir un inventario de conocimiento confiable de acuerdo con lo propuesto por Chambergo-Michilot et al. (2021). El objetivo general fue determinar las características y aplicaciones de los modelos de sistemas dinámicos empleados con mayor frecuencia en la gestión universitaria. El proceso de búsqueda se centró en la literatura publicada, que incluyó actas de congresos, capítulos de libros y artículos académicos, obtenida de fuentes electrónicas, principalmente bases de datos científicos. Los motores de búsqueda utilizados fueron Scopus, Dialnet y Google Académico. Las palabras clave utilizadas fueron “gestión universitaria”, “modelos matemáticos”, “sistemas dinámicos”, además de constructos relacionados como “procesos administrativos”, “actividades académicas”, “proyectos comunitarios” y “procesos educativos”.

Los artículos revisados pertenecen al área de informática, matemática, gestión universitaria, gestión educativa. Esta investigación abarcó la revisión de 644 publicaciones, de las cuales, 56 fueron actas de congresos; 64, capítulos de libros, y 526, artículos académicos. De estos, 145 pertenecen a Scopus, 24 a Dialnet y 475 a Google Académico siguiendo los pasos de la metodología PRISMA, según se observa en el flujograma de la Figura 1 (Barquero, 2022).

Se consideraron criterios de selección que incluyen documentos académicos publicados entre 2015 y 2025 en idioma inglés o español, y que se relacionen directa o indirectamente con las variables “gestión universitaria” y “modelos de sistemas dinámicos”. La exclusión se supeditó al no cumplimiento de los criterios de selección señalados. Después de la identificación y el cribado atendiendo los criterios de exclusión, se consideraron 12 artículos para el análisis en profundidad.

Figura 1. *Flujograma de búsqueda según el método PRISMA*



Nota. Elaboración propia

4.2. Resultados

Para dar respuesta a la pregunta y objetivo general del estudio, se ordenó esta sección en tres fases. La primera corresponde a la tabulación de los rasgos más relevantes de cada estudio como autor(es), año de la publicación, país, objetivo del estudio, revista/cuartil/origen, enfoque/diseño del estudio, modelo aplicado y resumen de resultados. En la Tabla 1, se distingue la información de manera ordenada.

Tabla 1. *Resultados cualitativos de la revisión sistemática*

Autor(es)/ (año)/ país	Objetivo del estudio	Revista/ cuartil/ origen	Enfoque/ diseño	Modelo aplicado	Resumen de resultados
Fateh et al. (2015). Reino Unido	Investigar la relación entre la universidad y la industria como dos infraestructuras clave del sistema nacional de innovación en todos los entornos científicos e industriales de vanguardia.	Journal of Science & Technology Policy Management. Scopus Q2	Enfoque mixto. Revisión de literatura y diseño de modelos de sistema dinámico con validación	Modelo dinámico de innovación (MDI) basado en la inversión conjunta entre la industria y la universidad.	Con la aplicación del MDI se logró precisar la forma como se han venido desarrollando tres niveles de comunicación por etapas, en los últimos 20 años, entre la industria y la universidad.
Zhou (2016). Estados Unidos	Examinar la naturaleza y el desarrollo de la internacionalización de la educación superior. Propone que es un sistema dinámico.	Journal of International Education and Leadership. Scopus Q4	Cuantitativo. Investigación aplicada mediante la teoría de sistemas dinámicos	Se propone un marco dinámico de internacionalización de la educación superior en cinco niveles.	El estado inicial, el estado atractor y los parámetros de control son otros factores clave para examinar la internacionalización de la educación superior a nivel individual.
Al Hallak et al. (2017), Reino Unido	Investigar la dinámica de la matriculación estudiantil en el sector privado de educación superior sirio.	Studies in Higher Education. Scopus Q1	Cuantitativo. Investigación aplicada que se desarrolla con dinámica de sistemas	Modelos de simulación para examinar las complejas y dinámicas interacciones entre los flujos estudiantiles, la proporción de personal y las inversiones en plantas e instalaciones.	El modelo diseñado en esta investigación es un sistema de apoyo a la toma de decisiones, una herramienta flexible con medidas que contribuye a mejorar la matriculación estudiantil.

Rodríguez-Cadena (2019). Venezuela	Modelar un sistema dinámico no lineal del aprendizaje humano.	Revista Opción. Google Académico	Enfoque cualitativo de carácter interpretativo y sintético de sistemas complejos	Modelado de un sistema dinámico del aprendizaje humano.	El modelo es una aproximación real al sistema de aprendizaje, teniendo en cuenta factores externos como el desarrollo del proceso para la interpretación, el análisis, la evaluación y la síntesis.
Enríquez et al. (2019). Países Bajos	Realizar un análisis empírico en esta área inexplorada para evaluar las ventajas de aplicar <i>business process management</i> (BPM) en la implementación de actividades docentes innovadoras y dinámicas.	Journal of Strategic Information Systems. Scopus Q1	Enfoque cuantitativo. Estudio empírico de tipo aplicado	Se diseñó un modelo computacional basado en un sistema BPM que se registró con el nombre de RubricaSoft. Este se enfocó hacia la gestión de los procesos educativos, enmarcado en un sistema dinámico.	Los resultados han sido muy prometedores desde el punto de vista de los tres ejes sobre los que se ha realizado la evaluación: satisfacción del alumnado, mejora de los resultados académicos y aumento de la productividad del profesorado.
Guerrero et al. (2019). México	Analizar los elementos para el estudio de las organizaciones desde la perspectiva de los sistemas dinámicos, caso universidades públicas en México.	Política Y Cultura. Google Académico	Enfoque mixto descriptivo y demostrativo	Introducción del lenguaje operacional de sistema.	Se introduce el lenguaje y formulación operacional mediante la ecuación de equilibrio (E) para la organización universitaria como sistema dinámico. La misma está en función del tiempo, las acciones internas y las acciones externas: $E(t; A_i, A_e)$. La bifurcación está presente en los casos reales de los sistemas dinámicos complejos. La versión físico-matemática de los conceptos que se han introducido es un tema abierto que aún se trabaja.

Garner y Kaplan (2019). Reino Unido	Describir el modelo de sistemas dinámicos de identidad de rol (DSMRI) que presenta el aprendizaje docente como inseparable de los procesos complejos y dinámicos.	Teachers and Teaching: Theory and practice. Scopus Q1	Cuantitativo. Estudio aplicado de carácter demostrativo mediante un caso ilustrativo	Modelo de sistemas dinámicos de identidad de rol (DSMRI).	El DSMRI ofrece una perspectiva conceptual coherente y sistemática sobre el aprendizaje docente como cambio de identidad contextual.
Larsen–Freeman (2019). Estados Unidos	Analizar la conceptualización de la Agencia de aprendizaje de idiomas dentro de la teoría de sistemas dinámicos complejos (CDST).	The Modern Language Journal. Scopus Q1	Enfoque cualitativo. Revisión de literatura	Teoría de los sistemas dinámicos complejos.	La agencia cambia mediante la iteración y la adaptación. Es multidimensional y heterárquica. La CDST, al conectar los diferentes niveles de un sistema complejo, mantiene activa la especificidad de los individuos y sus acciones.
Arrieta y Valdés (2020). Argentina	Proponer un modelo de gestión del capital intelectual para la calidad de instituciones de educación superior, Colombia.	Interdisciplinaria. Scopus Q3	Enfoque mixto. Investigación aplicada	Modelo sistémico-dinámico de gestión del capital intelectual para la calidad de instituciones de educación superior (SIDIGCIES).	El modelo se estructuró en cuatro subsistemas dinámicos: talento humano, investigación e innovación, académico-administrativo y reconocimiento social. La validación del modelo en un programa de medicina mostró la pertinencia de SIDIGCIES con las exigencias establecidas a nivel nacional e internacional para la acreditación de programas y de instituciones.

Niu et al. (2021). Suiza	Analizar la dinámica fraccional, el PDF y los modelos estocásticos fraccionales enriquecidos.	Entropy. Scopus Q2	Cuantitativo. Investigación aplicada, con el uso de la dinámica fraccional en el análisis de <i>big data</i> , necesaria en el aprendizaje automático (AA) y la aleatoriedad óptima	Se maneja el <i>big data</i> y el aprendizaje automático (basado en la física) con modelos de sistemas dinámicos fraccionales.	En la era del <i>big data</i> , la toma de decisiones y el control requieren cálculo fraccional (FC), como señales, sistemas y controles de orden fraccional.
Mohamma-di y Faskhodi (2022). Federación Rusa	Se propone un modelo para identificar los factores efectivos en el ciclo de gestión del conocimiento en un centro educativo de nivel superior.	Education and Self Development. Scopus Q4	Cuantitativo. Investigación aplicada que se lleva a cabo utilizando el enfoque de dinámica de sistemas	Modelo de sistema dinámico para identificar los factores efectivos en el ciclo de gestión del conocimiento a nivel universitario.	Al implementar el modelo de sistema dinámico que simuló el proceso de gestión del conocimiento en el instituto, el desempeño del personal docente mejoró exponencialmente y también la experiencia; asimismo, mejoró la satisfacción entre familias y estudiantes, lo que a su vez se tradujo en el crecimiento de la organización.
Guerrero et al. (2024). México	Establecer relaciones y/o equivalencias entre el lenguaje matemático y el de ciertas investigaciones del ámbito de los estudios organizacionales	Revista Administración y Organizaciones. Google Académico	Enfoque Cualitativo. Revisión de literatura y metasíntesis	Concepción de sistema dinámico, equilibrio, complejidad y caos para las universidades.	Se estructuró un marco conceptual relacionado y un modelo de sistema dinámico para las universidades considerando a los individuos-actores, operadores, objetivos-metas y las funciones de los individuos-actores, lo que genera la presentación de un modelo matemático inicial: $(t; Ae)$, donde t es una variable asociada con el tiempo, Ai los actores internos y Ae los actores externos.

Contexto asociado con la naturaleza de los estudios analizados

Los resultados señalan que para el periodo 2015-2025 se observó una limitada bibliografía publicada en revistas académicas que haya explorado la relación o convergencia de la gestión universitaria y los modelos de sistemas dinámicos. Entre los doce documentos analizados, se puede apreciar que para los años 2023 y 2025 no se incluyeron artículos relacionados. En términos de frecuencia, el año 2019 sobresale con el mayor número de publicaciones ($n=4$), mientras que para el resto de los años se detectó solo una publicación en cada uno de estos.

En función del nivel de calidad e impacto de los artículos analizados, un 75 % ($n=9$) pertenecen a la base de datos Scopus con la siguiente distribución: cuartil Q1 ($n=4$), Q2 ($n=2$), Q4 ($n=2$) y Q3 ($n=1$). El resto de estos manuscritos digitales son de Google Académico y Dialnet ($n=3$). En cuanto al país de origen de la publicación, Reino Unido lidera este ranking ($n=3$), mientras que Estados Unidos y México se ubicaron en el segundo lugar con igual número de publicaciones ($n=2$). El resto de las naciones, como Argentina, Federación Rusa, Países Bajos, Suiza y Venezuela, se destacaron con una sola publicación.

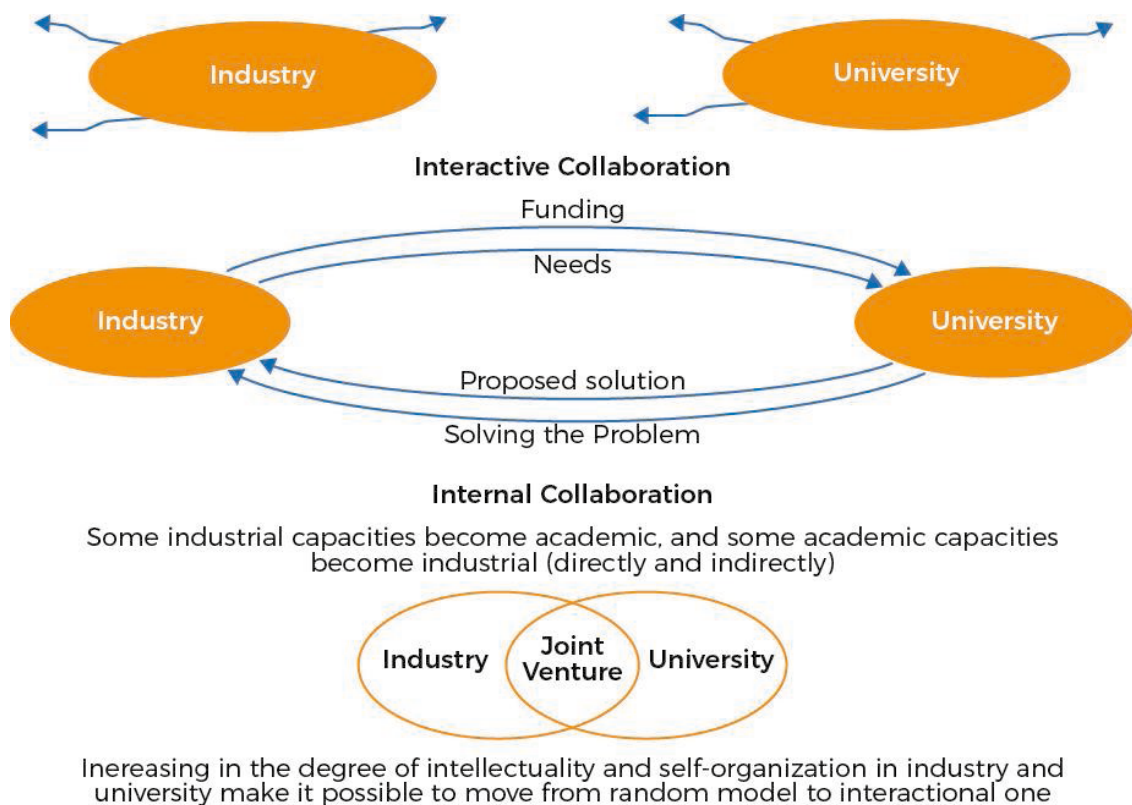
Modelos de sistemas dinámicos explorados

En primer lugar, Fateh et al. (2015) presentaron el modelo dinámico de innovación (MDI) basado en la inversión conjunta entre la industria y la universidad. El modelo permitió exponer tres etapas de la relación entre la industria y la universidad, y se examinó la sinergia en la relación en una perspectiva de 20 años. En la primera etapa de la relación, los recursos humanos no logran una mejora significativa en la productividad industrial debido a la falta de la capacitación necesaria para la industria. Esto evidencia que no hay retorno de la industria hacia las instituciones de educación superior para mejorar el índice de productividad.

En la segunda etapa, la investigación académica no puede orientarse adecuadamente debido a la separación de las políticas entre las instituciones de

educación superior y la industria. La mejora en la industria se limitaría al uso de tecnologías obsoletas de socios extranjeros. Se aprecia una precaria utilización de la universidad por parte de la industria y su mejora. En la última etapa, se describe la relación (auto)organizada entre la industria y la universidad, la cual es empleada eficazmente para el desarrollo. Finalmente, en la Figura 2 se muestra de manera representativa las tres etapas de la relación entre la industria y la universidad, desde los niveles inferiores hasta los superiores.

Figura 2. Representación gráfica del modelo dinámico de innovación (MDI) basado en la inversión conjunta entre la industria y la universidad



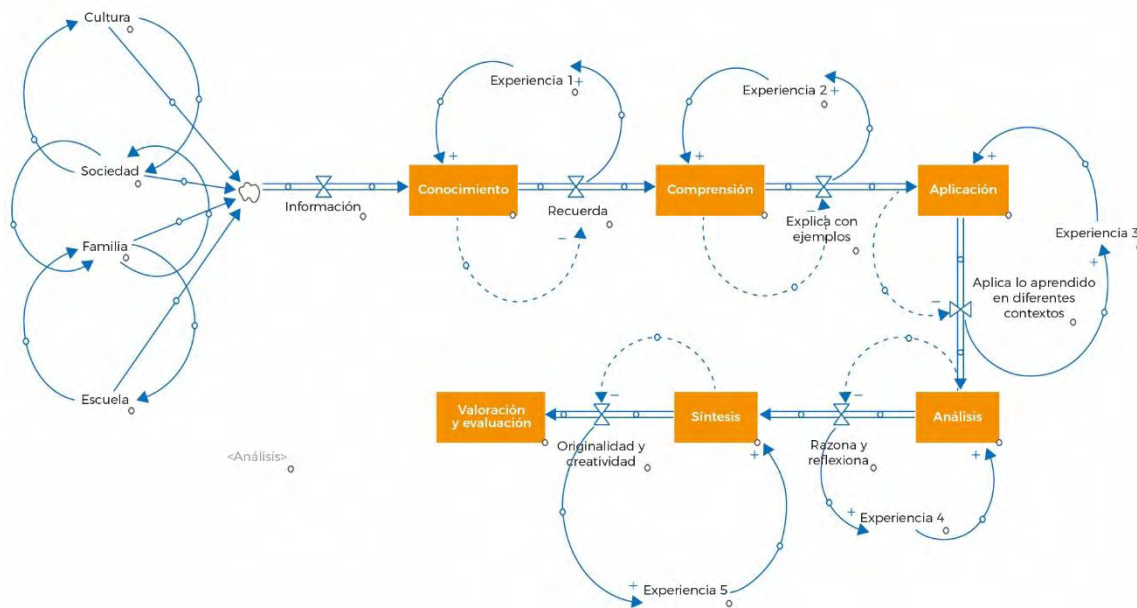
Nota. Tomado de Fateh et al. (2015).

Por su parte Zhou (2016), presentó un enfoque de sistemas dinámicos para la internacionalización de la educación superior que funge como un marco conceptual en cinco niveles. En este procede con un análisis en detalle, y de manera instantánea, planteando el ciclo de la internacionalización de la Universidad de Stockton (Estados Unidos). Esta se tomó como ejemplo de la aplicación de un enfoque de sistemas dinámicos a la internacionalización de la educación superior. Este marco dinámico ofrece implicaciones teóricas y prácticas para definir, desarrollar y fortalecer la internacionalización de la educación superior.

Las conexiones entre los programas, enfoques y proyectos son dinámicas, flexibles y cambiantes. Las relaciones se construyen individualmente, dependiendo de dónde se sitúa cada persona en el proceso/imagen de la internacionalización de Stockton y de cómo establece conexiones entre estos componentes. En la práctica, todos estos componentes de la internacionalización también pueden verse como cuatro círculos concéntricos: perspectiva global y conciencia global (ELO) como el círculo central, cinco programas como el segundo círculo, cuatro enfoques como el tercer círculo y varios proyectos como el cuarto.

Por su parte, Al Hallak et al. (2017) planteó un modelo de simulación para examinar las complejas y dinámicas interacciones entre los flujos estudiantiles, la proporción de personal y las inversiones en plantas e instalaciones. La administración universitaria puede utilizar el modelo propuesto para crear diferentes escenarios futuros que incluyan cambios en el número de estudiantes, la proporción de personal por estudiante o la inversión en plantas e instalaciones. Según la simulación, se analiza empíricamente la exploración de la viabilidad del *Decision Support System* - DSS (sistema de soporte de decisiones) y los *System dynamics* SD (sistemas dinámicos) para la gestión eficaz de las instituciones de educación superior en Siria con referencia a la planificación estratégica de la expansión y el crecimiento universitario. Con el uso del modelo, se pueden estimar los desafíos del crecimiento del sector de la educación superior en lo que respecta al deterioro de la situación geopolítica. Sin embargo, debido a la complejidad del modelo, resulta difícil comprobarlo únicamente con datos estadísticos.

Por su parte, Rodríguez-Cárdenas (2018) expone un modelado de un sistema dinámico del aprendizaje humano. El modelo considera una serie de factores externos que intervienen en la construcción de la estructura cognitiva del sujeto en la integración de saberes. Se parte del flujo de información cultural, social, familiar y escolar que impulsa el desarrollo del modelo. En la Figura 3, se puede apreciar la representación planteada por el autor.

Figura 3. Modelado de un sistema dinámico del aprendizaje humano

Nota. Tomado de Rodríguez-Cárdenas (2018).

Es importante resaltar que el sistema complejo modelado evidencia una aproximación al sistema de aprendizaje humano, considerando factores externos como la cultura, la sociedad, la familia y la escuela, que intervienen en la construcción de la estructura cognitiva.

En el mismo contexto, Enríquez et al. (2019) estructuró un modelo computacional basado en un sistema BPM que se registró con el nombre de RubricaSoft, el cual se enfocó hacia la gestión de los procesos educativos sustentado en un sistema dinámico. Con la aplicación de esta, se pudo comprobar que se ha reducido en un 80 % el tiempo empleado por el profesor y el alumno en la evaluación y procesos académicos. La participación del alumnado aumentó satisfactoriamente en un 41 %. Además, se logró la automatización de múltiples tareas, incluida la evaluación por pares, la integración de información y la gestión de plazos.

Guerrero et al. (2019), por su lado, introduce un lenguaje operacional de sistemas que profundiza la relación individuo-actor, resultado, función, equilibrio, caos, complejidad, que se formalicen y sea posible establecer similitudes o equivalencias con conceptos de las ciencias físico-matemáticas. Se destaca la ecuación de equilibrio (E) para la organización universitaria que depende del tiempo (t), las acciones internas (Ai) y las de orden externas (Ae). Se determinó

que, en la vida real, en todo sistema se dan diversas bifurcaciones (seccionamientos) que pueden ser manejadas mediante los modelos de sistemas dinámicos complejos. Todo esto puede facilitar el análisis sobre el comportamiento del sistema para efectos de planeación universitaria.

Garner y Kaplan (2019) se abocaron al modelo de sistemas dinámicos de identidad de rol (DSMRI). En este modelo, se destaca la utilidad de considerar la compleja interacción entre las identidades únicas sobre el rol del docente, alumno/participante en desarrollo profesional, docente y científico, y la forma en que la percepción individual de las actividades afecta al aprendizaje, así como al cambio de identidad en cada identidad de rol. Por consiguiente, el DSMRI puede emplearse como marco para el diseño de experiencias que promuevan la atención a una o más identidades de rol y su integración e interacción. También puede usarse como una lente a través de la cual se puedan interpretar las respuestas de los docentes al desarrollo profesional. Eso permitiría a investigadores y facilitadores apoyar y, en ocasiones, perturbar los sistemas de identidad de rol de maneras que generen tensiones constructivas y promuevan la exploración entre nuevas creencias, autopercepciones, metas y posibilidades de acción.

Larsen–Freeman (2019) aborda la teoría de sistemas dinámicos complejos (CDST por sus siglas en inglés) usando como ejemplo la Agencia de Aprendizaje de Idiomas de la Universidad de Oxford. El hallazgo relevante fue que los docentes aprenden en diversos entornos con diferentes objetivos de aprendizaje. El DSMRI sensibiliza a los formadores de docentes, facilitadores y diseñadores de desarrollo profesional, además de investigadores, sobre la necesidad de atender las múltiples identidades de rol de los docentes. De forma específica, moldea las identidades de rol del aprendiz contextual y del docente, y la necesidad de crear conexiones e integraciones explícitas entre ellas para un aprendizaje impactante. Esto sugiere que, de forma similar a investigaciones previas, los facilitadores del desarrollo profesional deben tener en cuenta distintas maneras para que los docentes creen su propio significado del contenido del desarrollo profesional. Sin embargo, también deben cuestionar las suposiciones arraigadas sobre el mundo y el yo, y soste-

ner estrategias de exploración de la identidad para estas tensiones. Todo ello demostrando sensibilidad al tono emocional y la seguridad percibida de los docentes, a fin de facilitar la exploración de nuevas posibilidades de acción y nuevas suposiciones sobre el contexto, el yo y la práctica.

En concordancia, Arrieta y Valdés (2020) plantea el uso del modelo sistémico-dinámico de gestión del capital intelectual para la calidad de instituciones de educación Superior (SIDIGCIES); en perspectiva, los subsistemas dinámicos que lo componen (talento humano, investigación e innovación, académico-administrativo y reconocimiento social). Este modelo representa un recurso relevante que orientará la adecuada gestión del capital intelectual, que motivará un merecido reconocimiento del valor del talento humano y de la producción, protección, cuidado y manejo integral de los recursos intangibles que se desarrollan. Todo esto facilitará el posicionamiento y reconocimiento de la calidad de las instituciones de educación superior por la sociedad y el Estado. En la Figura 4, se puede apreciar la representación del modelo.

Figura 4. *Modelo sistémico-dinámico de gestión del capital intelectual para la calidad de instituciones de educación superior - SIDIGCIES*



Nota. Recurso visual presentado por Arrieta y Valdés (2020).

Desde el aporte de Niu et al. (2021), se enfocaron el *big data* (BD) y el aprendizaje automático (AA) como modelos de sistemas dinámicos fraccionales. En tal sentido, el cálculo fraccional (CF) se basa en el pensamiento de orden fraccional (PDF) y ha demostrado ayudar a comprender mejor los sistemas complejos, optimizar el procesamiento de señales complejas y el control de sistemas complejos, aumentar el rendimiento de la optimización e incluso ampliar el potencial creativo. Considerando aspectos referenciales, se puede predecir que el futuro del AA debe basarse en la física, integrado en la relación causa-efecto o descubrimiento de causa-efecto, antes que implicar el uso de CF, donde el modelado se acerca más a la naturaleza.

La dinámica fraccional responde a la necesidad de una caracterización más avanzada de los sistemas complejos, permitiendo capturar estructuras en escalas muy pequeñas o muy grandes que antes se habían suavizado. No obstante, si se desea obtener resultados superiores a los obtenidos con métodos basados en cálculo de orden entero, o lograr un “mejor valor óptimo”, se debe recurrir a la aplicación del PDF y optar por el modelo fraccional. En la era del *big data*, la toma de decisiones y el control requieren CF, como señales, sistemas y controles de orden fraccional. El futuro del AA debe basarse en la física, ser científico (integrado en la relación causa-efecto o descubrimiento de causa-efecto) e implicar el uso de CF, donde el modelado es más realista.

Mohammadi y Faskhodi (2022) se enfocaron en un modelo de sistema dinámico para identificar los factores efectivos en el ciclo de gestión del conocimiento a nivel universitario. Con este modelo se simuló la efectividad de los factores identificados a lo largo del tiempo (el desempeño del personal docente, la experiencia, la satisfacción familiar y la satisfacción del estudiante) y se observaron las transformaciones en el comportamiento del instituto como resultado de los cambios en el comportamiento del personal, así como de sus capacidades y tendencias. Según los resultados de la simulación, al implementar los ocho pasos de la gestión del conocimiento en los centros de capacitación, el conocimiento organizacional sigue una curva de búsqueda de objetivos, lo que significa que el proceso de crecimiento del conocimiento tiene una pendiente pronunciada al principio que disminuye con el tiempo. En función del modelo,

el proceso de crecimiento progresa adecuadamente hasta alcanzar cierto criterio, y gradualmente se detiene o se dejan de cumplir con los objetivos. Esto es un elemento significativo para tomar decisiones a tiempo y reordenar los planes establecidos.

Finalmente, Guerrero et al. (2024) profundiza sobre la concepción de sistema dinámico, equilibrio, complejidad y caos en el ámbito de los estudios organizacionales. En esta investigación, se plantea una herramienta útil para el análisis y la toma de decisiones en las instituciones públicas de educación superior en México. Además de emplear la ya conocida ecuación de equilibrio (E), de ella se parte a la formulación del modelo matemático (t, Ae) , en el que t es una variable asociada con el tiempo, Ai los actores internos y Ae los actores externos, donde también se abordan variables y condiciones asociadas con los conceptos de equilibrio, complejidad y caos.

Este modelo dinámico, al depender del tiempo, debe calibrarse y, en caso necesario, ajustarse para reflejar con precisión la dinámica organizacional universitaria. Esto incluye tanto los periodos de estabilidad como las etapas de turbulencia (caóticas), como las que ocurren en contextos de huelga. De este modo, el modelo puede convertirse en una herramienta útil para el análisis y la toma de decisiones en las instituciones públicas de educación superior en México.

4.3. Discusión

La dinámica de sistemas proporciona las bases para el modelado de estructuras matemáticas que permiten abordar problemas complejos, utilizando la simulación por computadora como herramienta principal. Entre las funciones iniciales de esta, es revelar cómo las estructuras y políticas conocidas producen a menudo un comportamiento inesperado y problemático. Sin embargo, desde su inicio hasta la actualidad, se percibe una falta de comprensión del comportamiento sistémico dinámico por parte de los tomadores de decisiones, quienes tienen la tarea de diseñar políticas que intentan modificar/mitigar los efectos secundarios indeseables de los sistemas problemáticos. Las limitadas eviden-

cias de estudios empíricos asociados con esta temática dejan ver una ausencia de interés por abordar la aplicación de los modelos de sistemas dinámicos en la actualidad.

No obstante, se logró identificar algunos aportes relevantes de modelos aplicados directa e indirectamente en la gestión universitaria. Entre estos destacaron los planteados por Al Hallak et al. (2017), que dejan ver la aplicación del modelo dinámico de sistema considerando el proceso de matriculación de estudiantes en el sector de la educación superior privada en Siria. Este modelo se enmarca en el manejo de los sistemas complejos, donde la convergencia de múltiples variables relacionadas debe ser abordada con mucha seguridad. Este aporte se alinea con el de Eidint et al. (2024), que representa un reto estructural y funcional.

Por su parte, Fateh Rad et al. (2015) y Mohammadi y Faskhodi (2022) exponen un modelo de colaboración eficaz entre la industria y la universidad basado en la teoría de la autoorganización y el modelado de la dinámica de la gestión del conocimiento en instituciones educativas, considerando el enfoque de dinámica de sistemas. La necesidad de esta formulación se encuentra en concordancia con los argumentos de Ricciardi et al. (2020), quien en su momento dejó ver los primeros pasos para el abordaje del enfoque de bienes comunes inteligentes. Desde entonces ya se visualizaba la potencial contribución del modelado del desarrollo sostenible a las transformaciones de la sostenibilidad.

Rodríguez-Cárdenas (2018), a su vez, configuró un modelado sobre un sistema dinámico no lineal para el aprendizaje humano que incluyó aspectos biológicos, psicológicos y socioculturales del comportamiento, así como los procesos de emergencia de la conciencia y la creatividad. Se aprecia un acercamiento a la realidad sobre el proceso de aprendizaje si se tienen en cuenta factores externos que intervienen en la cimentación de la estructura cognitiva del ser humano en la integración de saberes. Enríquez et al. (2019), expone el uso de un sistema de gestión de procesos de negocio para modelar métodos de enseñanza dinámicos. Se trata de una aplicación especial para el mejoramiento de los entornos educativos. Este estudio tiene una relación considerable con la

metodología aplicada por Ghafournia et al. (2022) como ejemplo del manejo de sistemas complejos para la toma de decisiones.

Garner y Kaplan (2019) plantearon una perspectiva de sistemas dinámicos complejos sobre el aprendizaje docente y la formación de la identidad mediante un caso instrumental. Con esto lograron demostrar la utilidad del DS-MRI para conceptualizar el aprendizaje docente como procesos de formación de identidad contextualizados y dinámicos. En la misma línea de acción, se encuentra Larsen-Freeman (2019), quien se enfocó en la agencia del aprendiz de idiomas desde la teoría de sistemas dinámicos complejos. Analizó las prácticas educativas que podrían apoyar la agencia del estudiante, culminando con una discusión sobre la agencia y la acción ética. Arrieta y Valdés (2020) evidenciaron una serie de acciones dirigidas al fortalecimiento del capital intelectual, aunque reconocieron la necesidad de mejorar integralmente la gestión del CI enfocado hacia el logro de la alta calidad. Estas investigaciones engloban el tratamiento de requerimientos expresados por estudiantes, personal académico y no académico como lo plantea Álvarez (2021).

Niu et al. (2021) indagaron y explicaron las razones por las que el *big data* y el aprendizaje automático implican aspectos de la dinámica fraccional. Para ello, exploraron la relación entre el cálculo fraccionario y el pensamiento de orden fraccionario analizando las aplicaciones de *big data* y *machine learning*. Esto les sirvió para precisar que la dinámica fraccional responde a la necesidad de una caracterización más avanzada de un mundo complejo. De esta manera, dedujeron la facilidad de capturar una estructura a escalas muy pequeñas o muy grandes previamente suavizadas. Estos resultados indican la veracidad de lo señalado en los estudios de Radosavljevic et al. (2023) y Ofoegbu y Laguo (2023) sobre la simulación, las pruebas y la verificación de sistemas complejos.

En un ámbito más general, Zhou (2016), Guerrero et al. (2019) y Guerrero et al. (2024) se enfocaron al desarrollo y aplicación de diversos marcos conceptuales asociados con la modelación de los sistemas dinámicos. Mientras Zhou (2016) focaliza el proceso de internacionalización de la educación superior como un problema complejo, Guerrero et al. (2019) y Guerrero et al.

(2024) abordan en dos tiempos el equilibrio organizacional de la institución universitaria, expresada en una ecuación que depende de las variables tiempo y acciones tanto internas como externas. Aquí se puede evidenciar la necesidad de la inclusión de nuevos enfoques y constructos relacionados en la temática, como lo expresaron Mashuri et al. (2024) y Mashood et al. (2022).

4.4. Conclusiones

Los métodos y procedimientos propios de la gestión universitaria se han ido transformando y generando a su vez nuevos problemas y conflictos que han venido coaccionando la toma de decisiones. En tal sentido, el modelado de sistemas dinámicos ha permitido, en casos específicos, el tratamiento de diversas variables que interactúan entre sí. Eso ha favorecido la forma efectiva de captar la naturaleza compleja y evolutiva de los procesos administrativos, operativos, estructurales y funcionales. Aun así, los estudios efectuados hasta el momento no parecen ser representativos de la demanda social en el uso de estas herramientas matemáticas computacionales.

En suma, se espera que la comunidad científica internacional se dedique a crear espacios para la investigación sobre el uso de la teoría de sistemas complejos en la gestión educativa. Esto favorecería la aplicación de metodologías de detección confiable sobre limitaciones potenciales y la optimización de propiedades emergentes y mecanismos de retroalimentación. El fin de este enfoque es explicar el desarrollo de los fenómenos educativos y mejorar la toma de decisiones en el campo de la gestión universitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al Hallak, L., Ayoubi, R., Moscardini, A., & Loutfi, M. (2017). A system dynamic model of student enrolment at the private higher education sector in Syria. *Studies in Higher Education*, 44(4), 663–682. <https://doi.org/10.1080/03075079.2017.1393061>
- Alarcón, I., Nolasco, E., & Valer, R. (2022). Clima organizacional en el ámbito universitario: Una aproximación a sus dimensiones. *Micaela. Revista de Investigación - UNAMBA*, 3(1), 11–16. <https://doi.org/10.57166/micaela.v3.n1.2022.70>
- Almuiñas, J. (2013). *La planificación estratégica en las instituciones de educación superior*. Universidad de la Republica Uruguay. <https://dspace.itb.edu.ec/handle/123456789/4103>
- Álvarez, Y. (2021). Modelo de gestión universitaria complejo. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(17), 195–206. <https://orcid.org/0000-0002-7178-6341>
- Arrieta, N., & Valdés, R. (2020). Diseño y validación de un modelo de gestión del capital intelectual para la calidad de Instituciones de Educación Superior, Colombia. *Interdisciplinaria*, 37(1), 19–20. <https://doi.org/10.16888/interd.2020.37.1.10>
- Barquero, W. (2022). Analisis de Prisma como Metodología para Revisión Sistemática: una Aproximación General. *Saúde Em Redes*, 8(1), 339–360. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2022v8nsup1p339-360>
- Bossel, H. (2018). *Modeling and simulation*. CRC Press. <https://acortar.link/GVGeP1>
- Botero, C. (2009). Cinco tendencias de la gestión educativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49(2), 1–11. <https://doi.org/10.35362/rie4922100>
- Cadenas, C., & Guaita, W. (2021). *Dinámica de sistemas: Una metodología para la construcción de modelos de toma de decisiones en sectores agroindustriales*. Catálogo Editorial. <https://doi.org/10.15765/poli.v1i695.2363>
- Caqui, L. (2018). *Simulación de sistemas*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Educación]. Repositorio Académico UNE. <https://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/7603>

- Carmona, N., Ullaur, M., & Riofrío, O. (2020). *Un nuevo sistema de planificación estratégica en la gestión universitaria*. UPEC. <https://acortar.link/rWeYpL>
- Carvajal-Pérez, A. (2021). Gestión actual del talento humano: contexto universitario. *Revista Nacional de Administración*, 12(2), e3914. <https://doi.org/10.22458/rna.v12i2.3914>
- Chambergo-Michilot, D., Diaz-BarreraVicente, M., & Benites-Zapata, A. (2021). Revisiones de alcance, revisiones paraguas y síntesis enfocada en revisión de mapas: aspectos metodológicos y aplicaciones. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 38(136–142). <https://www.scielo.org/article/rpmesp/2021.v38n1/136-142/es/>
- Consultoría IA. (2024). *Optimización y crecimiento: Toma de decisiones basada en datos*. Amazon Digital Services. <https://acortar.link/OKLYAR>
- Cortés-García, C. (2021). Bifurcaciones en modelo gause depredador - presa con discontinuidad. *Revista de Matemática: Teoría y Aplicaciones*, 28(2), 183–208. <http://dx.doi.org/10.15517/rmta.v28i2.36084>
- Cruz, G. (2021). Virtualización de la Universidad. Experiencias institucionales, metodológicas y de implementación del diseño de materias en línea. *QURRICULUM - Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, 34, 31–51. <https://doi.org/10.25145/j.qurricul.2021.34.03>
- De Leo, E., Aranda, D., & Addati, G. (2020). *Introducción a la dinámica de sistema*. UCEMA. <https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/739.pdf>
- Edwards, G. (2013). *Introducción al análisis de sistemas dinámicos*. Ediciones UC. <https://acortar.link/roYFT5>
- Eidin, E., Bielik, T., Tuitou, I., Bowers, J., McIntyre, C., Damelin, D., & Krajcik, J. (2024). Thinking in terms of change over time: opportunities and challenges of using system dynamics models. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 1–28. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10047-y>
- Enríquez, F., Troyano, J., & Romero-Moreno, L. (2019). Thinking in terms of change over time: opportunities and challenges of using system dynamics models. *Journal of Science Education and Technology*, 33(1), 1–28. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2018.07.002>

- Falcón, P., Álvarez, G., Di Stefano, M., & Bernal, M. (2022). *Miradas sobre la autonomía universitaria*. EUDEBA. <https://acortar.link/pr4VyH>
- Fateh, M., Mehdi, M., & Reza, M. (2015). An effective collaboration model between industry and university based on the theory of self organization: A system dynamics model. *Journal of Science & Technology Policy Management*, 6(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/JSTPM-08-2014-0035>
- García, M., González, C., & Murillo, G. (2024). *Gestión y dirección en las instituciones de educación superior de Colombia: Un análisis descriptivo*. Universidad del Valle. <https://acortar.link/10auWl>
- García, V., Orrala, L., & Pacheco, I. (2022). La comunicación institucional dentro de la gestión universitaria. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 186–192. <https://doi.org/10.62452/b40mp657>
- Garner, J., & Kaplan, A. (2019). A complex dynamic systems perspective on teacher learning and identity formation: An instrumental case. *Teachers and Teaching*, 25(1), 7–33. <https://doi.org/10.1080/13540602.2018.1533811>
- George, B., & Wooden, O. (2023). Managing the strategic transformation of higher education through artificial intelligence. *Administrative Sciences*, 13(9), 106. <https://doi.org/10.3390/admsci13090196>
- Ghafournia, M., Janbeh, S., & Reza, M. (2022). Providing a model to evaluate the performance of Hormozgan University with a combined approach of balanced scorecard (BSC), analytic hierarchy process (AHP), and system dynamics (SD). *Journal of Management and Planning In Educational System*, 15(1), 251–279. 10.52547/MPES.15.1.251
- Ghosh, A. (2016). *Dynamic systems for everyone: Understanding how our world works*. Springer. <https://acortar.link/nYaU7r>
- González, L., & Espinoza, Ó. (2008). Calidad en la educación superior: concepto y modelos. *Revista Calidad en la Educación*, 28, 248–276. <https://doi.org/10.31619/caledu.n28.210>
- Grigoryev, I. (2012). *AnyLogic 6 in three days: A quick course in simulation modeling*. AnyLogic North America. <https://acortar.link/VsVYE2>
- Guerrero, P., Guerrero, D., & Guerrero, J. (2019). Elementos para el estudio de las organizaciones desde la perspectiva de los sistemas dinámicos. *Política y Cultura*, 52, 193–210. <https://doi.org/10.24275/AYCL5840>

- Guerrero, P., Guerrero, J., Álvarez, R., Bonilla, F., & Hernández, X. (2024). Conceptos matemáticos importantes para establecer un lenguaje común entre los estudios organizacionales y los sistemas dinámicos. *Administración y Organizaciones*, 27(53), 1–29. <https://doi.org/10.24275/VFGF4303>
- Hira, D. (2009). *System simulation*. Chand Publishing. <https://acortar.link/p5BAMF>
- Larsen-Freeman, D. (2019). On language learner agency: A complex dynamic systems theory perspective. *The Modern Language Journal*, 103, 61–79. <https://doi.org/10.1111/modl.12536>
- Liendo, Y., & Hernández, L. (2024). Gestión educativa universitaria. Una mirada desde el contexto globalizado. *Visión Educativa*, 6(1), 24–34. <https://revista-suba.com/index.php/VISIONEDUCATIVA/article/view/1068%0A>
- Liévano, F., & Londoño, J. (2013). El pensamiento sistémico como herramienta metodológica para la resolución de problemas. *Revista Soluciones de Postgrado*, 4(8), 43–65. <https://revistas.eia.edu.co/index.php/SDP/article/view/354>
- Luengo, E. (2018). *Las vertientes de la complejidad. Pensamiento sistémico, ciencias de la complejidad, pensamiento complejo, paradigma ecológico y enfoques holistas (Alternativas al desarrollo)*. ITESO. <https://acortar.link/T40y7G>
- Machado, X. (2020). *Análisis de la palabra gestión en universidades estatales de Nicaragua*. En Paguay, F. (Ed.), *El rol de la planificación en la gestión universitaria Experiencias y resultados* (pp. 168-188). UPEC. <https://acortar.link/lqhUqf>
- Madrigal, A., & Calderón, M. (2017). La planificación estratégica en las instituciones de educación superior. *Gaceta Médica Espirituana*, 19(1), 6–9. <https://revgmespirituana.sld.cu/index.php/gme/article/view/1075>
- Martínez, A. (2004). *Dinámica de sistemas: Casos y aplicaciones para América Latina*. CEIBA. <https://ia801308.us.archive.org/3/items/LibrosSistemicos/Libro.pdf>
- Mashood, K., Khosla, K., Prasad, A., Sasidevan, V., Ashefa, M., José, C., & Chandrasekharan, S. (2022). Participatory approach to introduce computational modeling at the undergraduate level, extending existing curricula and practices: Augmenting derivations. *Physical Review Physics Education Research*, 18(2), 020136. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.020136>

- Mashuri, A., Hamiza, N., Suriya, N., & Wei, S. (2024). Application of chaos theory in different fields - A literature review. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 12(1), 92–101. <http://dx.doi.org/10.37134/jsml.vol12.1.11.2024>
- Mohammadi, M., & Amini, A. (2022). Modeling the dynamics of knowledge management in educational institutes: A system dynamics approach. *Education and Self Development*, 17(2), 86–104. <https://acortar.link/5eI7EO>
- Morlán, C. (2010). *Modelo de dinámica de sistemas para la implantación de tecnologías de la información en la gestión estratégica universitaria*. [Tesis de doctorado, Universidad del País Vasco]. Repositorio Académico EHU. <http://hdl.handle.net/10810/12277>
- Munch, S., Rogers, T., & Sugihara, G. (2023). Recent developments in empirical dynamic modelling. *Methods in Ecology and Evolution*, 14(3), 732–745. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13983>
- Niu, H., Chen, Y., & West, B. (2021). Why do big data and machine learning entail the fractional dynamics? *Entropy*, 23(3), 297. <https://doi.org/10.3390/e23030297>
- Ofoegbu, W., & Laguo, G. (2023). Simulation: A tool for system design and analysis. *GPH-International Journal of Social Science and Humanities Research*, 6(11), 98–111. <https://zenodo.org/records/10823095>
- Pérez, E. (2023). Pertinencia, calidad e innovación en educación superior. *InterSedes*, 24(49), 255–275. <https://doi.org/10.15517/isucr.v24i49.50180>
- Polyvyanyy, A., Solti, A., Weidlich, M., Ciccio, C. Di, & Mendling, J. (2020). Monotone precision and recall measures for comparing executions and specifications of dynamic systems. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology (TOSEM)*, 29(3), 1–41. <https://doi.org/10.1145/3387909>
- Prieto, S. (2025a). *Dinámica de sistemas: Introducción al modelado y simulación de sistemas complejos*. Editorial Unimagdalena. <https://acortar.link/CGb09W>
- Prieto, S. (2025b). *Pensamiento de sistemas: Un enfoque para afrontar la complejidad actual*. Editorial Unimagdalena. <https://acortar.link/L2wCDK>
- Prieto, S., & Paba, Z. (2007). *El uso de cuentos y caricaturas para la enseñanza de ideas dinámico sistémicas en el ámbito infantil y empresarial*. En Dyner, I. y Rodríguez, L. (Eds.), *Dinámica de sistemas: casos y aplicaciones en Latinoamérica* (pp. 22-31). CEIBA. <https://acortar.link/CJTiw0>

Quaranta, G., Lacarbonara, W., & Masri, S. (2020). A review on computational intelligence for identification of nonlinear dynamical systems. *Nonlinear Dynamics*, 99(2), 1709–1761. 10.1007/s11071-019-05430-7

Quesada-Chaves, M. (2019). Condiciones de la infraestructura educativa en la región pacífico central: los espacios escolares que promueven el aprendizaje en las aulas. *Revista Educación*, 43(1), 1–35. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44057415023>

Radosavljevic, S., Banitz, T., Grimm, V., Johansson, L.-G., Lindkvist, E., Schlüter, M., & Ylikoski, P. (2023). Dynamical systems modeling for structural understanding of social-ecological systems: A primer. *Ecological Complexity*, 56, 101052. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2023.101052>

Rama, C. (2021). *La universidad latinoamericana en la encrucijada de sus tendencias*. Ediciones Universidad Católica de Salta. <https://acortar.link/4qRTp7>

Ramírez, A., Fonseca, L., & Triana, F. (2024). Inteligencia artificial en la administración universitaria: una visión general de sus usos y aplicaciones. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 47(2), e353620. <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v47n2e353620>

Ramoni, J., & Orlandoni, G. (2021). Dinámica de sistemas y crecimiento económico. *Revista de Economía Institucional*, 24(46), 115–132. <https://doi.org/10.18601/01245996.v24n46.07>.

Recéndez, M., Nava, G., & Rodríguez, A. (2024). *Políticas de financiamiento y movilidad social universitarias*. Comunicacion Científica. https://books.google.com.pe/books?id=cawtEQAAQBAJ&newbks=1&newbks_redir=0&dq=-financiamiento+universitario&hl=es&source=gbg_navlinks_s

Ricciardi, F., De Bernardi, P., & Cantino, V. (2020). System dynamics modeling as a circular process: The smart commons approach to impact management. *Technological Forecasting and Social Change*, 151, 119799. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119799>

Rodríguez-Cadena, R. (2019). Sistema dinámico de aprendizaje en la integración de saberes. *Opción*, 34, 1337–1357. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/opcion/article/view/23978>

Rohlehr, B. (2006). *Características del currículo y la gestión curricular: un estudio*. UNESCO. <https://acortar.link/XlmaiE>

Romero, J. (2023). *Análisis de sistemas dinámicos con aplicaciones*. Amazon Digital Services LLC - Kdp. <https://acortar.link/Qxg8bI>

Sapiri, H., Zulkepli, J., Ahmad, N., Abidin, N., & Hawari, N. (2017). *Introduction to system dynamic modelling and Vensim software*. UUM Press. <https://acortar.link/zwV4Ys>

Sterman, J. (2002). *System dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world*. Mc Graw Hill. <https://acortar.link/ycNvI3>

Tarifa, E. (2001). *Teoría de modelos y simulación*. Facultad de Ingeniería: Universidad de Jujuy. <https://acortar.link/nwkOGW>

UNS. (2015). *Metodología aplicada en proyectos de dinámica de sistemas*. Universidad Nacional del Santa. http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/metodologia_del_proyecto_de_dinamica_de_sistemas.pdf

Vizcarra, N., & Boza, E. (2023). *Planificación estratégica universitaria*. Inudi. <https://acortar.link/SmCmbA>

Zandonade, J., Hoffmann, V., Gomes, R., & Onoyama, S. (2020). Strategic planning in higher education institutions: what are the stakeholders' roles in the process? *Higher Education*, 79(6), 1039–1056. <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00455-8>

Zerpa, C., & Rodríguez-Montoya, C. (2024). Disminución de la matrícula universitaria por deserción: una revisión estructurada. *Ciencia y Educación*, 8(1), 59–78. <https://doi.org/10.22206/ciened.2024.v8i1.pp59-78>

Zhou, J. (2016). A dynamic systems approach to internationalization of higher education. *Journal of International Education and Leadership*, 6(1), 1–14. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1135214>

SOBRE LOS AUTORES

Javier Francisco Márquez Camarena

Universidad Nacional de Huancavelica

<https://orcid.org/0000-0002-0523-9569>

Hipólito Carbajal Morán

Universidad Nacional de Huancavelica

<https://orcid.org/0000-0002-1661-5363>

Miriam Luz Huatuco Ramírez

Universidad Nacional de Huancavelica

<https://orcid.org/0000-0002-1694-5119>

Javier Alfredo Herrera Morales

Universidad Nacional de Huancavelica

<https://orcid.org/0000-0003-4818-5326>

Carlos Abel Galvan Maldonado

Universidad Nacional de Huancavelica

<https://orcid.org/0000-0002-6619-7294>

Yhony Sebastian Huaira Paraguay

Universidad Nacional de Huancavelica

<https://orcid.org/0000-0002-4804-5852>



MODELADO DINÁMICO DE SISTEMAS EN LA GESTIÓN UNIVERSITARIA

www.arcoeditores.com
contato@arcoeditores.com
(55)99723-4952

ARCO
EDITORES