

Modelo de ascensos profesoriales. Caso de estudio: Departamento de Investigación de Operaciones de la EISULA

Model of academic staff promotion. A case study: EISULA'S Department of Operations Research

Ramírez, Vicente^{1,2*} y Chourio, Luz¹

¹Escuela de Ingeniería de Sistemas (EISULA)

²Centro de Simulación y Modelos (CESIMO), Facultad de Ingeniería, ULA

Universidad de Los Andes. Mérida 5101, Venezuela

*vicente@ula.ve

Recibido: 08-07-2008

Revisado: 15-06-2009

Resumen

El presente trabajo muestra un modelo de simulación del proceso de ascensos profesoriales, utilizando la metodología de Dinámica de Sistemas. Se estudió el proceso de los ascensos que se lleva a cabo en la Universidad de Los Andes a través de la observación directa y de la documentación disponible, lo que permitió elaborar una descripción del sistema real, a partir de la cual, se construyó un modelo que fue probado y contrastado con los datos reales. Se evaluaron algunos escenarios, cuyos resultados podrían ser de interés para el Departamento de Investigación de Operaciones de la EISULA y podrían tomarse como base para estudios comparativos entre escuelas y facultades de la Universidad de Los Andes.

Palabras clave: Modelado, simulación, ascensos profesoriales, dinámica de sistemas.

Abstract

In the work, a simulation model of an academic staff promotion process is presented, utilizing the Systems Dynamics methodology. This process corresponds to the one carried out at the University of the Andes. Direct observation and available documentation were used to devise a description of the real system. The model was built following this description and it was also tested and contrasted with those patterns obtained from real data. Some scenarios were evaluated where the results were interesting for the EISULA's Department of Operations Research and might also be taken as the base for comparative studies between schools and faculties at the University of the Andes.

Key words: Modeling, simulation, teacher's promotion, system dynamics.

1 Introducción

En la Universidad de Los Andes (ULA) se han desarrollado algunos estudios y trabajos referentes a las demoras o retrasos que presentan los docentes universitarios en su sistema de promoción. Torres (1996) muestra estadísticas que reflejan los retrasos que existen en el ascenso de los profesores y postula los factores de desempeño y estructurales que originan esta situación en la Universidad de Los Andes. En el caso de la Facultad de Ingeniería, estas estadísticas sugieren que alrededor del 40% de los profesores presentan algún retraso en sus ascensos. Entre los factores estructurales destacan la laxitud normativa, la discontinui-

dad de la tarea, la modalidad en uso para la presentación de los trabajos de ascenso, el predominio de la docencia como objetivo de la organización y la gratificación económica insignificante por cada ascenso. Entre los factores de desempeño refieren fundamentalmente el nivel académico de los profesores y su experiencia en investigación. Alessio (2007) desarrolló un análisis estadístico para evaluar los factores que influyen en los retrasos del personal docente de la ULA a través de un modelo de regresión logística relacionando el retraso con algunas variables. Los resultados de este trabajo indicaron que las variables que inciden en forma más significativa en los retrasos son: falta de tiempo, falta de motivación y otra como familia, económicas, falta

de información, etc. Ramírez (2007) recolectó datos históricos para proponer algunos indicadores de eficiencia que permiten comparar el rendimiento de los departamentos de la EISULA¹. El índice de Dedicación Docente, por ejemplo, está vinculado a la dedicación que brindan los profesores a los estudiantes en cada semestre, los resultados evidencian que los profesores del Departamento de Investigación de Operaciones dedican mayor cantidad de horas a sus estudiantes.

Según datos de la Oficina de Admisión Estudiantil (OFAE) se observa que en los últimos años la demanda estudiantil de la carrera Ingeniería de Sistemas ha aumentado considerablemente, mientras que, en los departamentos de la EISULA el número de docentes ha ido disminuyendo, lo cual trae como consecuencia que los docentes deban dedicar, cada vez más, las horas de clases, consultas y tutorías a un número mayor de estudiantes, en perjuicio de la calidad de la enseñanza, de la investigación y, por ende, podría influir en la dinámica de los ascensos profesoriales.

Realizar un modelo de simulación ayuda a entender mejor la dinámica de los ascensos docentes de la EISULA. Además, la experimentación con el modelo permite estudiar el comportamiento del sistema ante distintos escenarios para vislumbrar lo que podría ocurrir en el futuro y de esta manera contribuir en la toma de decisiones y en la distribución de los recursos para mejorar la situación actual.

El objetivo de este trabajo es construir un modelo de simulación de la dinámica de los ascensos profesoriales. En particular, identificar las variables y la estructura que las relaciona, que determinan la dinámica de los ascensos docentes; aplicar la metodología de la Dinámica de Sistemas para la construcción de un modelo de simulación que represente la estructura identificada; y, finalmente, estudiar el comportamiento del modelo de simulación ante distintos escenarios posibles, para el caso de estudio del Departamento de Investigación de Operaciones².

El modelo se construyó aplicando la metodología de la Dinámica de Sistemas, desarrollada por Forrester (1961). Esta investigación se inspira en el trabajo realizado por Sterman (2000) en el cual discute una cadena de promoción de una universidad americana típica. El modelo propuesto allí, sin embargo, refleja la manera como opera el ascenso en muchas universidades de EEUU, definido por Sterman como un sistema de promoción en el cual se asciende o se sale (*up-or-out promotion system*). Como se verá más adelante, las reglas de promoción y permanencia en las universidades venezolanas difieren de las estadounidenses, por lo cual los resultados no son directamente comparables. En general, los pasos sugeridos en la metodología, y aplicados a este trabajo son:

- Observación de las actividades de la EISULA, a través de entrevistas al personal docente y administrativo y revisión de la documentación existente que permitieron la descripción del sistema real.
- Construcción de un modelo de simulación de los ascensos del personal docente de la EISULA a partir de la descripción del sistema real, aplicando Dinámica de Sistemas (Forrester, 1961), (Sterman, 2000). La herramienta computacional utilizada fue Vensim (2007), la cual sirve para construir la estructura del modelo y visualizar la dinámica generada por dicha estructura.
- Recolección de los datos para la estimación de los parámetros (utilizando las técnicas de la estadística descriptiva) que influyen en la dinámica para el ajuste del modelo.
- Validación del modelo con expertos y datos históricos.
- Realización del análisis de sensibilidad a los parámetros estimados para estudiar la reacción del modelo ante cambios en las variables que rigen su dinámica.
- Estudio de distintos escenarios que permitan vislumbrar el desenvolvimiento de dinámica docente de la EISULA bajo distintas condiciones.

Este artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se describe, lo que en la literatura de la Dinámica de Sistemas se conoce como el sistema real. El modelo, que comprende la estructura (ecuaciones) y las relaciones entre las variables (diagrama de flujo de niveles y tasas) se presenta en la sección 3. En la sección 4 se describen los resultados de las simulaciones, que incluyen la simulación base, la validación y verificación del modelo, el análisis de sensibilidad y la discusión de algunos escenarios. Por último, en la sección 5 se presentan las conclusiones de este trabajo.

2 Sistema real

De acuerdo al Estatuto del Personal Docente y de Investigación (OAP, 2006) los miembros del personal docente y de investigación se clasifican en las siguientes categorías: ordinarios, especiales, honorarios y jubilados. Son miembros ordinarios:

- Los instructores: primer estrato en el sistema de escalafón docente, requiere un mínimo de dos años en el ejercicio de sus funciones para optar al escalafón siguiente.
- Los profesores asistentes: segundo estrato en el sistema de escalafón docente, requiere un mínimo de cuatro años en el ejercicio de sus funciones para optar al escalafón siguiente.
- Los profesores agregados: tercer estrato en el sistema de escalafón docente, requiere un mínimo de cuatro años en el ejercicio de sus funciones para optar al escalafón siguiente.
- Los profesores asociados: cuarto estrato en el sistema de escalafón docente, requiere un mínimo de cinco años en el ejercicio de sus funciones para optar al escalafón siguiente.
- Los profesores titulares: quinto y último estrato en el sistema de escalafón. Los profesores titulares permanecen

¹ EISULA: Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Los Andes.

² En lo sucesivo, se utiliza la abreviación IO para indicar Investigación de Operaciones.

en esta categoría hasta que soliciten el beneficio de jubilación.

Son miembros especiales:

- Los Auxiliares Docentes y de Investigación.
- Los Investigadores y Docentes Libres.
- Los Profesores Contratados.
- Los Profesores Invitados y Visitantes.

Son Profesores Honorarios las personas a quienes el Consejo Universitario, en atención a méritos científicos, culturales y profesionales relevantes, les otorgue tal distinción, a proposición de la Asamblea de la Facultad o Núcleo y de acuerdo con el Reglamento respectivo.

Son profesores jubilados quienes, habiendo cumplido los requisitos establecidos en el artículo 102 de la Ley de Universidades y en el título III del libro III del Estatuto del Personal Docente y de Investigación, sean declarados tales por el Consejo Universitario.

Los miembros ordinarios se ubican y ascienden en el escalafón de acuerdo con sus credenciales, méritos científicos, méritos académicos y años de servicio:

- Para ascender a la categoría de Profesor Asistente el Instructor ha debido ejercer actividades docentes, de investigación o de extensión, con el carácter de Dedicación Exclusiva o Tiempo Completo, por lo menos dos (2) años; haber cumplido con los planes de formación aprobados por la unidad docente o de investigación a la cual esté adscrito, tener un informe favorable del jefe de su unidad y la aprobación de su trabajo.
- Para ascender a la categoría de Profesor Agregado el Profesor Asistente ha debido realizar actividades docentes durante cuatro años y debe aprobar un trabajo original como credencial de mérito.
- Para ascender a la categoría de Profesor Asociado se requiere haber ejercido actividades docentes durante cuatro (4) años como Profesor Agregado, poseer un título de doctor o en su defecto maestría o grados equivalentes y aprobar un trabajo original como credencial de mérito.
- Para ascender a la categoría de Profesor Titular se requiere haber realizado actividades docentes como Profesor Asociado por lo menos durante cinco (5) años, debe poseer credenciales científicas adecuadas a aquella categoría, la cual equivale al más alto grado en el escalafón del personal docente y de investigación.

Los Profesores Jubilados son los miembros del personal docente y de investigación que hayan cumplido veinte (20) años de servicio y tengan sesenta (60) o más años de edad, ó aquellos de cualquier edad que hayan cumplido (25) años de servicio, y hayan ejercido su jubilación.

El docente puede ser un Jubilado Activo, se entiende que un profesor jubilado se encuentra en situación de permanencia activa en la Universidad de Los Andes, cuando se haya suscrito el contrato con la Universidad a efectos de prestar servicios en su especialidad docente, de investigación, de extensión o administrativa. Los profesores que hayan sido jubilados por cumplimiento de veinte (20) años de servicio y sesenta (60) años de edad podrán ser requeri-

dos para prestación de servicios en permanencia activa únicamente por un lapso de cinco (5) años.

Según el tiempo que dedique a actividades correspondientes, el personal docente y de investigación ordinario se clasifica en:

- Dedicación Exclusiva (40 horas semanales).
- Tiempo Completo (35 horas semanales).
- Medio Tiempo (18 horas semanales).
- Tiempo Convencional (de 2 a 12 horas semanales).

De acuerdo al Estatuto del Personal Docente y de Investigación (OAP, 2006) el ingreso del Personal Docente y de Investigación de la ULA, en la condición de miembro ordinario, se hará sólo en aquellos cargos que por su naturaleza tengan carácter permanente. Las modalidades para el mismo serán únicamente el concurso de oposición, el traslado previsto en el Artículo 107 de la Ley de Universidades y la reincorporación en el caso de los profesores que se hayan separado de la Universidad teniendo la condición de ordinarios. Se requiere poseer Título de Postgrado, a nivel de Maestría o su equivalente, en el área objeto de concurso. Sin embargo, la Universidad debería llamar a concurso de oposición, a nivel de Instructor, cuando hay carencia suficientemente comprobada de estudios de postgrado en el área objeto del concurso. Los aspirantes a concurso de oposición para la categoría de instructor deben poseer Título Universitario, por lo menos a nivel de Licenciatura. El ingreso como miembro ordinario del Personal Docente y de Investigación de la ULA en categoría superior a la de instructor, se puede producir a nivel de asistente, agregado y asociado

3 Modelo propuesto

Inspirados en un modelo propuesto en Sterman (2000) para simular cadenas de promoción, específicamente el ascenso de los profesores en una universidad de los EEUU, se propone el siguiente modelo de ascenso docente, calibrado para el Departamento de IO, en un todo de acuerdo a lo descrito en el sistema real.

3.1 Nomenclatura usada en las ecuaciones del modelo

En adelante, para explicar las ecuaciones del modelo se emplea la siguiente nomenclatura: Cada vez que se mencione alguna de las variables del modelo se hace en letra *cursiva* para diferenciarla del texto. Para identificar los nombres de variables se usan sólo letras minúsculas, en el caso de las variables Nivel su nombre comienza con la primera letra en mayúscula y para las CONSTANTES todas las letras son mayúsculas. Siempre que se haga mención a una variable por primera vez se colocan sus unidades entre paréntesis. Cuando una variable no posea unidades se expresan entre paréntesis *Dmml* (*Dimensionless*) que representa que la variable no tiene dimensión, muy útil en Dinámica de Sistemas para manejar multiplicadores.

3.2 Estructura del modelo de ascenso docente

El modelo representa el avance de los profesores a través de los diferentes estratos en el sistema del escalafón docente, desde el ingreso como instructores hasta la jubilación, siguiendo en parte, el trabajo de Chourio (2008). En este modelo se estudia el caso de los profesores ordinarios, que laboran a tiempo completo o a dedicación exclusiva, ya que los miembros especiales, honorarios y jubilados no ascienden.

Datos históricos de la EISULA y trabajos realizados por Torres (1996) y Alessio (2007) muestran que los profesores se demoran al momento de presentar los requisitos exigidos para el ascenso y esto se refleja en la estructura propuesta.

En lo que sigue se explica en detalle la estructura que representa el ingreso, permanencia y egreso de los instructores en dicha categoría (ver Fig. 1), ya que esta estructura es genérica³ y se mantiene para el caso de los profesores asistentes, agregados y asociados. Con respecto a los profesores titulares difiere un poco ya que en esta categoría no se asciende.

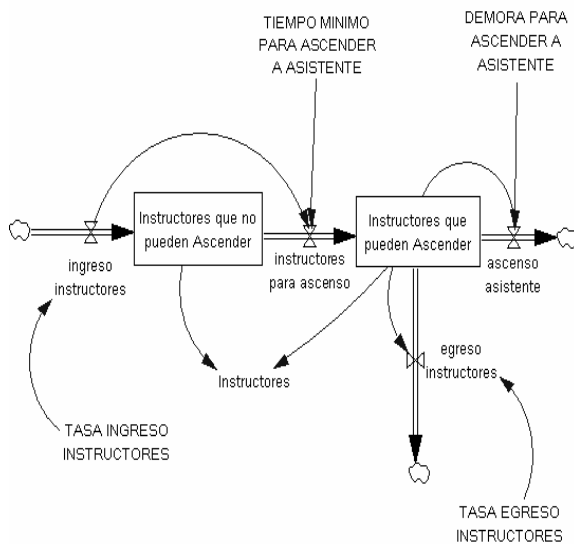


Fig. 1. Estructura que representa el ingreso, permanencia y egreso de instructores

El flujo ingreso instructor (profesores/año) representa la cantidad de profesores que ingresan anualmente en la categoría de instructor, igual a la TASA INGRESO INSTRUCTORES (profesores/año), que es la tasa de instructores que ingresan a la institución anualmente

En el modelo la categoría Instructores se representa con dos niveles:

- En el primer nivel *Instructores que no pueden Ascender* la

³ La denominación "genérica" se usa en la metodología de la Dinámica de Sistemas para indicar que la misma estructura puede representar, ajustando apropiadamente los parámetros, distintos sistemas o subsistemas.

salida representa la demora fija dada por el tiempo mínimo que el Estatuto del Personal Docente y de Investigación establece para poder optar al ascenso. En este nivel el flujo de entrada está conectado directamente con el flujo de salida para representar que, luego de transcurrido el tiempo reglamentario, los instructores que entraron pasen al segundo nivel.

En el segundo nivel *Instructores que pueden Ascender* la salida representa la demora de primer orden (ya que es la estructura que mejor se ajusta al comportamiento de los datos reales) dada por los retrasos de los instructores para ascender luego de que ya han cumplido el tiempo exigido por el Estatuto. El flujo de entrada viene dado por los instructores que ya cumplieron el tiempo mínimo para ascender. Para este nivel hay dos flujos de salida: *ascenso a asistente* que simula la salida de acuerdo al tiempo promedio de demora para ascender a asistente y el otro, *egreso instructores*, representa la salida de instructores ya sea por renuncia, despido, jubilación o muerte. Ambos flujos de salida dependen directamente del nivel.

El TIEMPO MINIMO PARA ASCENDER A ASISTENTE (años) representa el tiempo mínimo que establece el reglamento para optar al ascenso.

La DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE (años) es el tiempo promedio de retraso de los instructores para ascender.

La TASA EGRESO INSTRUCTORES (profesores/año) es la tasa de instructores que egresan de la institución anualmente.

El nivel *Instructores que no pueden Ascender* (profesores) representa a todos aquellos instructores que aún no han cumplido el tiempo mínimo para ascender y es calculado a partir de la ecuación 3.1, en la cual INTEG es la integral de las tasas dadas en paréntesis.

$$\text{Instructores que no pueden Ascender} = \text{INTEG}(\text{ingreso instructores} - \text{instructores para ascenso}, \text{VALOR INICIAL}). \quad (3.1)$$

El flujo instructores para ascenso (profesores/año) representa la cantidad de instructores que cumplen el tiempo exigido por el reglamento en esta categoría para ascender y se calcula mediante la ecuación 3.2.

$$\text{Instructores para ascenso} = \text{DELAY FIXED}(\text{ingreso instructor}, \text{TIEMPO MINIMO PARA ASCENDER A ASISTENTE}). \quad (3.2)$$

En la ecuación 3.2, la función DELAY FIXED, demora fija, es usada para representar la permanencia de los instructores en esta categoría el tiempo mínimo para ascender a asistente.

El nivel *Instructores que pueden Ascender* (profesores) representa a aquellos instructores que ya cumplieron el tiempo mínimo de permanencia en esta categoría y que pueden optar al ascenso. Se calcula con de la ecuación 3.3.

Instructores que pueden Ascender = INTEG(instructores para ascenso - ascenso asistente - egreso instructores). (3.3)

El flujo ascenso asistente (profesores/año) representa a los profesores que ascienden a la siguiente categoría, en este caso a asistentes, y es calculada mediante la ecuación 3.4.

Ascenso asistente = IF THEN ELSE (DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE = 0, Instructores que pueden Ascender, Instructores que pueden Ascender / DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE). (3.4)

En esta ecuación 3.4 la expresión condicional, en Vensim, evita la división por cero en el caso de que la DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE sea igual a cero.

El flujo egreso instructores (profesores/año) representa el número de instructores que salen, ya sea por motivo de renuncia, despido, jubilación o muerte. Se calcula mediante la ecuación 3.5.

Egreso instructores = TASA EGRESO INSTRUCTORES * Instructores que pueden Ascender. (3.5)

La variable Instructores (profesores) representa el número total de instructores en el modelo. Se calcula mediante la ecuación 3.6.

Instructores = Instructores que no pueden Ascender + Instructores que pueden Ascender. (3.6)

En las categorías intermedias, el flujo de entrada está compuesto por los profesores que ascienden de la categoría anterior y los de profesores que ingresan directamente en esa categoría. Por esta razón, no se pueden conectar los niveles consecutivos con una sola tasa. De allí que en el diagrama de flujo se observen dos nubes (un sumidero para el ascenso y una fuente para el nuevo ingreso). El flujo de entrada de los profesores asociados y titulares está dado sólo por los profesores que ascienden de la categoría anterior porque a pesar de que podría darse el ingreso en la categoría de asociado, según los datos reales, esto no ha ocurrido en el sistema real.

Debido a que los profesores titulares no ascienden, la estructura es diferente, como se muestra en la Fig. 2.

El TIEMPO PROMEDIO DE PERMANENCIA (años) representa el tiempo promedio que los profesores titulares permanecen en esta categoría.

El flujo egreso titulares (profesores) representa el número de profesores titulares que egresan al año y se calcula mediante la ecuación 3.7.

Egreso titulares = (Titulares/TIEMPO PERMANENCIA TITULAR). (3.7)

La Fig. 3 muestra el modelo de ascensos profesoriales para simular el ascenso de los profesores a través de cada categoría.

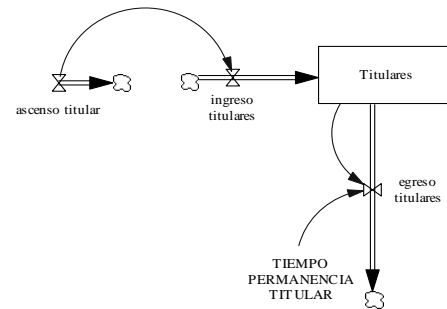


Fig. 2. Estructura del ingreso, permanencia y egreso de titulares

3.3 Estimación de parámetros

La estimación de los parámetros del modelo propuesto se llevó a cabo a partir de los datos suministrados por la Oficina de Asuntos Profesorales (OAP) y por la EISULA. La OAP lleva el registro de los datos digitalmente, entre ellos, las fechas de ingreso y ascenso de los profesores de la ULA. Sin embargo, algunas veces estos datos están incompletos, por lo tanto, se consultaron también los expedientes de los profesores y los datos recolectados se organizaron en hojas de cálculo. La Tabla 1 muestra los tiempos promedios, como ejemplo, para el Departamento de IO en años.

Tabla 1. Tiempo promedio (años) de permanencia en cada categoría (desde 1995 hasta 2007)

	Instructor	Asistente	Agregado	Asociado	Titular
Promedio	5,0	6,9	5,2	5,0	8,4

La Tabla 2 muestra cada uno de los parámetros del modelo. Posteriormente se describe la forma en la cual fueron estimados estos parámetros.

La tasa de ingreso de instructores se estimó como:

TASA INGRESO INSTRUCTORES = instructores que ingresaron / periodo considerado. (3.8)

Los instructores que ingresaron es la cantidad de profesores que ingresaron en esta categoría en el periodo considerado. A partir de los datos se observó que el número de ingresos desde el año 1995, es decir en los últimos 12 años, en la categoría de instructor es igual a tres y por lo tanto TASA INGRESO INSTRUCTORES = 3 profesores /12 años = 0,25 profesores/año. La demora para ascender a asistente se estimó con la ecuación 3.9.

DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE = promedio del tiempo de permanencia en la categoría de instructor - TIEMPO MINIMO PARA ASCENDER A ASISTENTE. (3.9)

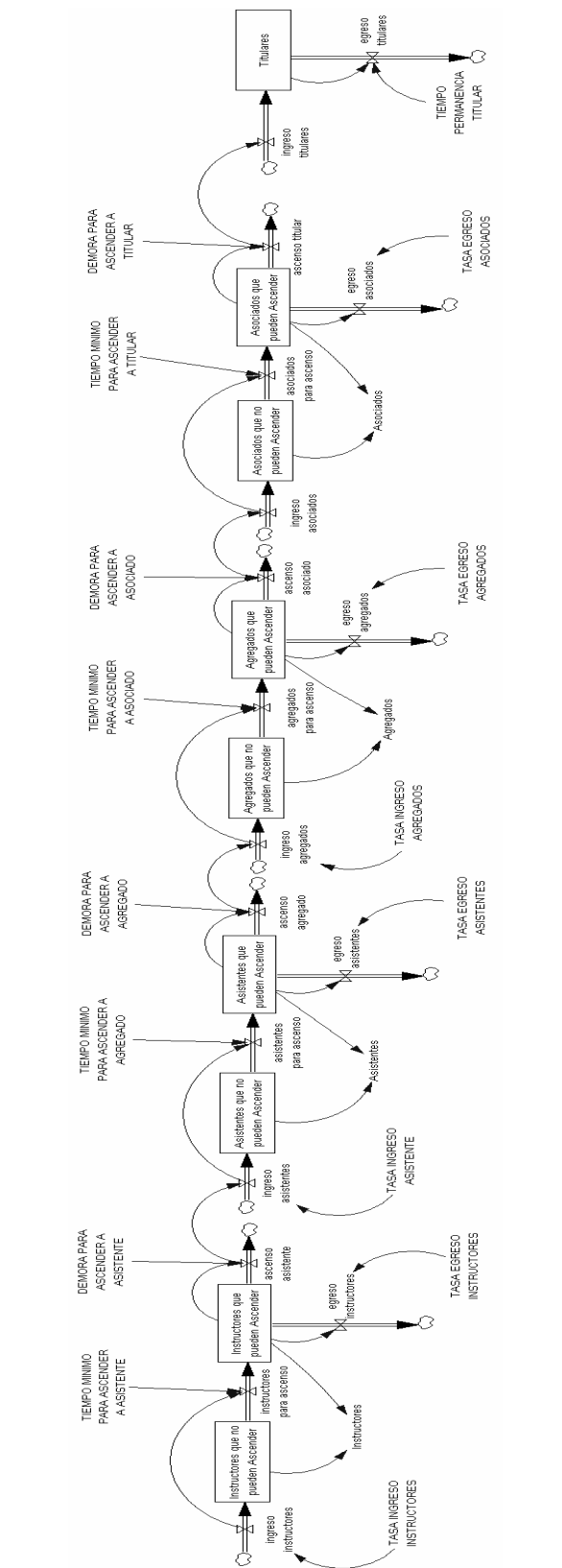


Fig. 3. Modelo de Ascensos Profesionales

Tabla 2. Parámetros del modelo para los tres Departamentos de la EISULA

Parámetros	Dpto. Computación	Dpto. Control	Dpto. IO	Unidades
DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE	0,9	1,9	3,0	años
DEMORA PARA ASCENDER A AGREGADO	0,9	2,5	2,9	años
DEMORA PARA ASCENDER A ASOCIADO	1,8	0,2	1,2	años
DEMORA PARA ASCENDER A TITULAR	1,0	0,1	0,0	años
TIEMPO MÍNIMO PARA ASCENDER A ASISTENTE	2,0	2,0	2,0	años
TIEMPO MÍNIMO PARA ASCENDER A AGREGADO	4,0	4,0	4,0	años
TIEMPO MÍNIMO PARA ASCENDER A ASOCIADO	4,0	4,0	4,0	años
TIEMPO MÍNIMO PARA ASCENDER A TITULAR	5,0	5,0	5,0	años
TASA EGRESO INSTRUCTORES	0,0	0,0	0,0	1/año
TASA EGRESO ASISTENTES	0,0	0,0	0,1	1/año
TASA EGRESO AGREGADOS	0,1	0,1	0,1	1/año
TASA EGRESO ASOCIADOS	0,1	0,1	0,0	1/año
TIEMPO PERMANENCIA TITULAR	5,4	10,1	8,4	años
TASA INGRESO INSTRUCTORES	0,3	0,3	0,3	profesores/año
TASA INGRESO ASISTENTES	0,0	0,0	0,1	profesores/año
TASA INGRESO AGREGADOS	0,0	0,0	0,0	profesores/año

Para calcular el promedio del tiempo de permanencia en cada categoría se recabaron las fechas de ingreso y de ascenso a cada categoría de todos los profesores. A partir de estos datos se calculó el tiempo promedio de permanencia en cada categoría. Por ejemplo, un profesor cuya fecha de ingreso fue 15-09-97 y la fecha de ascenso a agregado fue el 16-12-01, permaneció en la categoría de asistente por 4 años y 3 meses. Dado que los parámetros del modelo se expresan en años, se debe escalar los meses a decimales. En este caso 3 meses equivalen a 0,25 años y por lo tanto el tiempo de permanencia en la categoría de asistente es 4,25 años.

Este cálculo se realizó para todos los profesores de la EISULA y se tomó como fecha de corte agosto de 2007, para el caso de los profesores que actualmente presentan demoras en sus ascensos. El resumen de estos cálculos se muestra en la Tabla 2.

En algunos casos se observaron ascensos en tiempos menores al establecido en el reglamento. El motivo es, según Torres (1996), la aplicación dada en 1995 a las normas del Consejo Nacional de Universidades para reglamentar

los ascensos de los profesores. Dado que el modelo representa la situación vigente, se descartaron los datos anteriores al año 1995. Por lo tanto, la estimación de parámetros se hizo en el periodo de 12 años comprendidos entre 1995 y 2007.

A partir de los datos de la Tabla 2 y del tiempo mínimo para ascender a asistente para el Departamento de IO, se tiene que la DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE = 5,0 años - 2 años = 3,0 años. La tasa de egreso de instructores se estimó a partir de la ecuación 3.10.

$$\text{TASA EGRESO INSTRUCTORES} = \frac{\text{instructores que egresaron}}{\text{periodo considerado}} \quad (3.10)$$

Donde, instructores que egresaron es la cantidad de profesores que egresaron desde el año 1995 y el periodo considerado son los 12 años a partir de 1995.

4 Resultados de las simulaciones

4.1 Simulación base

La unidad de tiempo utilizada en el modelo es el año. La corrida base se realizó para un periodo comprendido entre los años 1995 y 2007 por lo explicado anteriormente. El PASO DE TIEMPO para la simulación fue de 0,007812. El método de integración utilizado fue el de Runge-Kutta.

A continuación se lleva a cabo un análisis de cada uno de los gráficos obtenidos con los datos reales y con los resultados generados por el modelo para el Departamento de IO. Dicho análisis se realiza tomando como referencia las variables Instructores, Asistentes, Agregados, Asociados y Titulares.

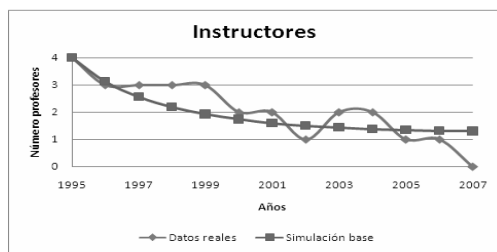


Fig. 4. Comparación de los datos reales con la simulación base: Instructores

La Fig. 4 muestra el número de instructores según los datos reales y los resultados generados por la simulación base del modelo. El número de Instructores va desde 4 profesores en el año 1995 hasta 0 profesores en el año 2007, con un promedio de 2 profesores. La cantidad de profesores en esta categoría en el modelo va desde 4 hasta 1 profesor, con promedio de 2 profesores. Comparando los datos reales con los resultados de la simulación, se puede señalar que el valor promedio obtenido es igual y que el modelo sigue una tendencia similar a la realidad.

La Fig. 5 muestra la comparación entre los datos reales con la simulación base para las variables Asistentes, Agregados, Asociados y Titulares del Departamento de IO. Observando estas variables, podemos notar dos interesantes resultados. 1) el modelo refleja apropiadamente la tendencia de cada nivel a lo observado en los datos reales. 2) la media es casi igual en todos los casos. Finalmente, el modelo no captura la variabilidad observada en los datos reales, lo cual debería ser considerado en futuros trabajos, modificando adecuadamente la estructura del modelo.

Los resultados para los Departamentos de Sistemas de Control y Computación se comportan de manera similar y no se muestran por razones de espacio.

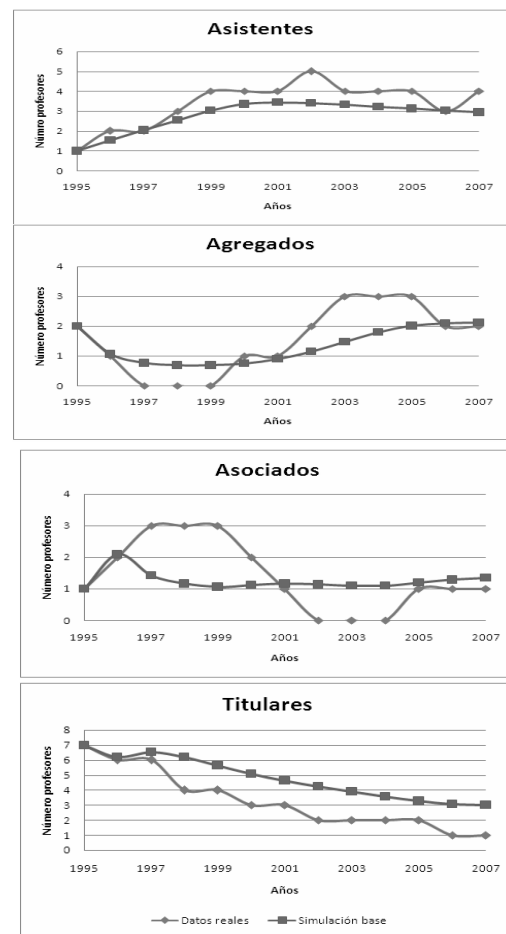


Fig. 5. Comparación de los datos reales con la simulación base: Asistentes, Agregados, Asociados y Titulares

4.2 Validación y verificación del modelo

De acuerdo a Sterman (2000), las pruebas para validar y verificar un modelo de Dinámica de Sistemas son:

- **Las pruebas de adecuación de límites**, que tienen como finalidad verificar que los límites del modelo se correspondan con su propósito. Todas las variables exógenas del modelo han sido consideradas constantes porque se

han estimado como promedios en el periodo de tiempo considerado; al aumentar el tiempo de simulación, pudieran variar de la siguiente manera:

- *El TIEMPO MÍNIMO PARA ASCENDER* podría variar si el Consejo Nacional de Universidades decidiera realizar cambios en el reglamento de ascensos.
- La *DEMORA PARA ASCENDER* y el *TIEMPO PERMANENCIA TITULAR* son variables en el tiempo, ya que dependen de las decisiones de los profesores y de la EISULA.
- La *TASA DE EGRESO* podría ser variable de acuerdo a las decisiones de la institución y/o de los profesores.

El modelo no hace endógenas las decisiones de los docentes para ascender, sino que considera que en los promedios se reflejan esas decisiones, lo cual las hace exógenas al modelo. Esto establece, en parte, los límites del modelo.

Las pruebas de estructura del modelo tienen como finalidad verificar que el modelo considere las características del sistema real relevantes para su propósito. En particular se verificó que el modelo cumple con las condiciones de no negatividad propio de la naturaleza de las variables usadas. En la relación entre las variables nivel Profesores que no pueden Ascender y las variables flujo profesores para ascenso, la salida no depende del nivel, sino del flujo de entrada, por lo cual sale justo lo que entra y los niveles se mantienen mayores o iguales que cero. Con respecto a las variables nivel Profesores que pueden Ascender y las variables flujo ascenso, la salida depende de lo que se acumula en el nivel, y esto hace que cada nivel se mantenga siempre mayor o igual que cero.

Las pruebas de condiciones extremas analizan si el modelo se comporta apropiadamente cuando las entradas toman valores extremos. Se realizaron las simulaciones variando las constantes del modelo. Por ejemplo, la *DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE* se estableció en 0 y en 40 años, suponiendo que en el año 1995 entran 4 instructores. Los resultados arrojados corresponden con los esperados, con un ascenso a asistente igual a instructores para ascenso luego que transcurre el tiempo mínimo para ascender, cuando la demora era 0 y, cuando la demora era alta, acumulaba el número de profesores que ingresan por un largo periodo mientras que el flujo ascenso a asistente se mantiene muy bajo, tal como se muestra en la Fig. 6.

Finalmente, la habilidad de un modelo para reproducir el comportamiento de un sistema puede evaluarse utilizando estadísticas descriptivas, entre las que se encuentran la media, la desviación estándar, el coeficiente de correlación y el cuadrado medio del error. Otro instrumento es el Estadístico de Theil⁴, que permite obtener una medida del nivel de ajuste de un modelo conforme a la realidad y consiste en dividir el cuadrado medio del error en tres componentes: sesgo, variación desigual (unequal variation) y covariación desigual (unequal covariation):

- El sesgo crece cuando la salida del modelo y los datos

reales difieren en su media.

- La variación desigual indica que la varianza de las dos series difiere.
- La covariación desigual indica que el modelo y los datos reales no están bien correlacionados, es decir, que difieren punto por punto.

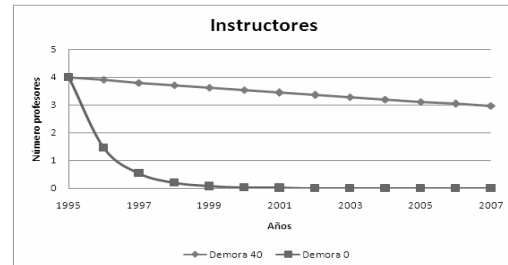


Fig. 6. Demora para ascender a asistente en 0 y 40 Años

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos aplicando el Estadístico de Theil a los valores generados por el modelo, para los datos del Departamento de IO. U_m representa el error debido al sesgo, U_s representa el error debido a la variación desigual y U_c representa el error debido a la covariación desigual.

Tabla 3. Resumen del Estadístico de Theil para el Departamento de IO

Variable	U_m	U_s	U_c	Interpretación
Instructores	0,42	0,35	0,23	El modelo captura la media y las tendencias de los datos reales.
Asistentes	0,61	0,21	0,18	El modelo no captura la media, pero si las tendencias de los datos reales.
Agregados	0,06	0,5	0,44	El modelo captura la media, pero difiere en las tendencias.
Asociados	0,02	0,59	0,39	El modelo captura la media, pero difiere en las tendencias.
Titulares	0,76	0,13	0,11	El modelo no captura la media, pero si captura las tendencias.

Los resultados indican que el modelo replica adecuadamente tanto la media como las tendencias del sistema real en la mayoría de los casos.

4.2 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad evalúa si los resultados del modelo cambian en forma significativa cuando las suposiciones del mismo varían dentro del rango de incertidumbre correspondiente a cada parámetro.

Para probar la robustez del modelo, se realizaron un conjunto de simulaciones variando las distintas constantes que actúan dentro del mismo, en donde el rango de incertidumbre fue asignado en concordancia con la experiencia del personal de la EISULA. Los resultados muestran que, en general, el modelo responde adecuadamente a variaciones de las constantes. Por ejemplo, si la *DEMORA PARA AS-*

⁴ Los detalles sobre el Estadístico de Theil (fórmulas, etc) pueden ser revisadas en Sterman (2000), pág. 875.

CENDER A ASISTENTE disminuye en un 100%, la cantidad de Instructores disminuye en un 50% comparado con la simulación base debido a que están ascendiendo en una menor cantidad de tiempo, mientras que si la *DEMORA PARA ASCENDER A ASISTENTE* aumenta en un 100% la cantidad de Instructores también aumenta, ya que están demorando mucho más para ascender y por lo tanto se acumulan en mayor cantidad.

4.3 Escenarios

Las condiciones iniciales para los escenarios 1 y 2, son las correspondientes a los valores generados por el modelo al finalizar el periodo de tiempo de la simulación base, con el fin de darle condiciones de estabilidad y continuidad al modelo. Sin embargo, para el escenario 3, se mantuvieron los valores calculados para los parámetros y se ajustaron los valores iniciales de las distintas categorías de profesores, de acuerdo a lo observado en los datos reales.

Escenario 1: ¿Qué sugiere el modelo que pasaría en los próximos veinte años si se mantienen los valores de la simulación base?

Se quiere observar con este escenario la proyección del modelo en el tiempo, manteniendo los valores de los parámetros. La tasa de ingreso de profesores es independiente de la cantidad de profesores que egresan (al igual que en la simulación base), una situación que se observa reiteradamente en las políticas de reemplazos de cargos docentes.

La Fig. 7 muestra los resultados de la simulación para los siguientes veinte años. El resultado sugiere que de continuar produciéndose las mismas condiciones en el Departamento de IO la cantidad de profesores ordinarios se estabiliza en todas las categorías, en valores bajos, excepto en la categoría de Profesores Titulares que disminuye. Al no ajustar el modelo a los valores reales para el año 2007, causa pérdida de variabilidad en los resultados. La estructura propuesta en este estadio de la investigación no considera variaciones en los niveles por razones de tipo circunstancial. Ello explica, en parte, la poca variabilidad en las distintas categorías.

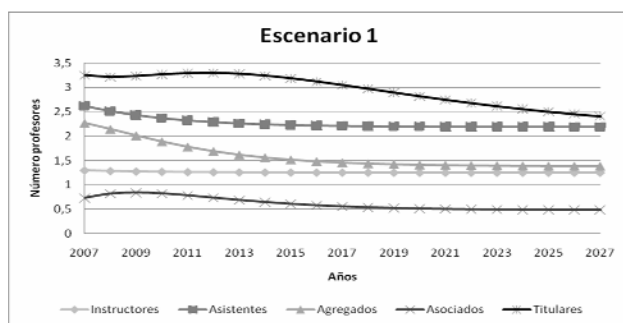


Fig. 7. Resultados de la simulación para el escenario 1

Escenario 2: ¿Qué podría pasar en los próximos veinte años si las tasas de ingresos de docentes aumentan o dis-

minuyen en 50%, 75% o 100%?

Este escenario sería posible si se dispone de la asignación de recursos necesarios en el Departamento de Investigación de Operaciones para aumentar el ingreso de docentes ordinarios. También podría suceder que a falta de recursos la cantidad de ingresos de docentes del Departamento de Investigación de Operaciones disminuya.

En la Fig. 8 se observa que ante una disminución en los ingresos docentes la cantidad de instructores, asistentes, agregados y asociados podría irse a cero, mientras que un incremento en las tasas de ingresos producen aumentos proporcionales en la cantidad de docentes. Para el año 1995 el Departamento de IO contaba con una planta de 14 profesores ordinarios y el año 2007 esta cantidad se había reducido a 10, según los resultados de la simulación para este escenario con un aumento del 100% en los ingresos de docentes en veinte años podría llegarse a contar con 13 profesores en este Departamento.

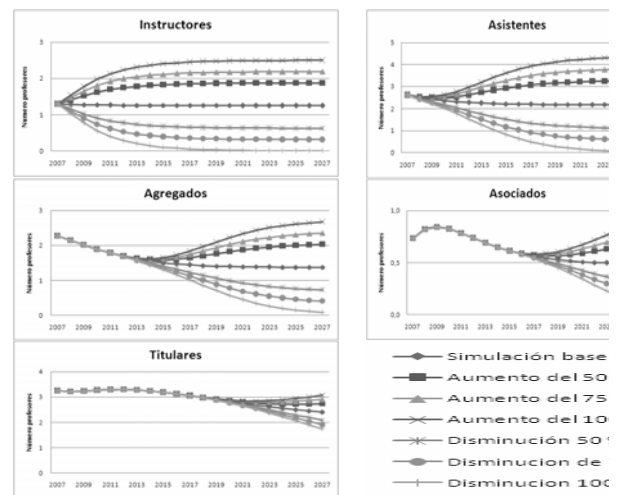


Fig. 8. Resultados de la simulación para el escenario 2

Escenario 3: ¿Qué podría pasar en los próximos veinte años si el ingreso de nuevos profesores se corresponde con el egreso de profesores titulares? Esto implica una retroalimentación de información para el cálculo de la tasa de nuevos ingresos.

Este escenario coloca los valores iniciales de los niveles a los correspondientes a los datos reales para el año 2007. Además, se supone, que como política de reemplazos de cargos, una vez que un Profesor Titular se jubila, su cargo es reemplazado en un lapso de 6 meses (demora considerada para este caso, pues estos reemplazos no se realizan de manera inmediata), lo que implica una retroalimentación de información que conecta la tasa de egresos de Profesores Titulares con las tasa de ingresos de Instructores y Profesores Asistentes, suponiendo acá además que, la política seguida promueve el ingreso tanto de Instructores como de Profesores Asistentes en igual proporción (50% para cada tasa).

La Fig. 9 muestra los resultados de la simulación para el escenario 3. La retroalimentación de información agregada al modelo con este escenario, genera una dinámica en los diferentes categorías que permite, en primer lugar, mantener el número de profesores en el Departamento de IO alrededor de 10 y, en segundo lugar, observar la tendencia particular de cada categoría, producto de las demoras en cada caso.

No se han revisado acá las proporciones “correctas” de las diferentes categorías, lo cual puede ser considerado en futuros trabajos, pero es evidente que una política de este tipo sería muy conveniente si se quiere mantener un departamento con diferentes niveles de experiencia y con profesores en procesos de formación junto a docentes con experiencia. Sin embargo, hay dependencia de condiciones iniciales en cuanto al número de docentes en el Departamento de IO a lo largo del tiempo. Esta política debería estar acompañada de una tasa de crecimiento de la planta profesoral, que la lleve a sus niveles de 15 años atrás, favoreciendo la investigación y la extensión, cosa que no es posible cuando se acude a sustituciones de personal ordinario por personal contratado.

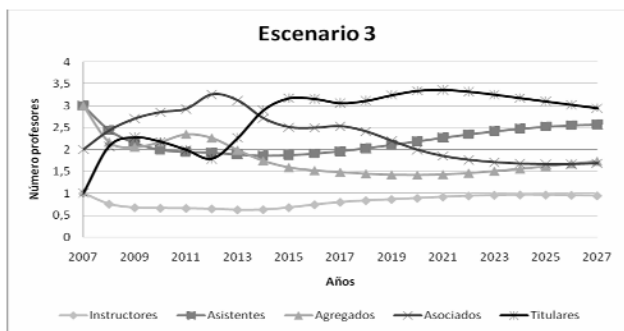


Fig. 9. Resultados de la simulación para el escenario 3

5 Conclusiones

En este artículo se ha presentado un modelo de simulación de los ascensos docentes, para el caso de estudio del Departamento de IO de la EISULA, utilizando la metodología de la Dinámica de Sistemas. A partir de la descripción del sistema real, se propone entonces la estructura del modelo (compuesta por las ecuaciones que lo rigen y el diagrama de flujo de niveles y tasas). Los resultados obtenidos del modelo docente sugieren que el número de docentes del Departamento de IO de la EISULA podría continuar disminuyendo como lo ha venido haciendo en los últimos años, situación que resulta preocupante sobre todo en este Departamento que es el que presenta la menor planta profesoral ordinaria de la EISULA. Por otra parte, el escenario 3, arroja luces en lo que se cree debería ser la política de sustitución

del personal docente, como lo es la sustitución inmediata (o casi) de los profesores que se jubilan, pero las condiciones iniciales restringen en este escenario el crecimiento de la planta profesoral, con lo cual, en estos momentos no bastaría con simplemente sustituir a quienes se jubilen de inmediato, sino habría que, además, aumentar la tasa de ingresos. Incrementar la tasa de ingresos de docentes en el Departamento de IO, contribuiría a fortalecer el estatus de calidad académica que genera tener personal altamente calificado, producto del ascenso académico, en las categorías de mayor rango. Estos resultados podrían ser de interés para el Departamento de IO y podrían tomarse como base para estudios comparativos entre Escuelas y Facultades de la ULA. El modelo es también en sí mismo un ejercicio didáctico para mostrar procesos de acumulación en los sistemas de promoción. Trabajos futuros podrían permitir comparar los resultados de estudios estadísticos con los resultados obtenidos a partir del modelo de simulación propuesto.

Agradecimientos

Agradecemos los comentarios y sugerencias realizados por las Profesoras. F. Narciso y M. Ablan, así como por los árbitros evaluadores.

Referencias

- Alessio M, 2007, Análisis Estadístico de los Tiempos en los Ascensos Del Profesor Universitario: Caso ULA. Proyecto de Grado EISULA, Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- Chourio L, 2008, Un Modelo de Simulación de la Dinámica Docente Estudiantil de la EISULA. Proyecto de Grado, Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- Forrester J, 1961, Industrial dynamics, Productivity Press.
- OAP, 2006, Estatuto del Personal Docente y de Investigación, Disponible en: <http://www.ula.ve/oap/ESTATUTO.htm>.
- Ramírez M, 2007, Estudio de la Dinámica Docente-Estudiantil de la EISULA, Proyecto de Grado, Universidad de Los Andes, Escuela de Ingeniería de Sistemas.
- Sterman J, 2000, Business dynamics, McGraw-Hill.
- Torres E, 1996, Factores Estructurales e Individuales del Retraso de los Ascensos: La Situación de la Universidad de Los Andes, Boletín Antropológico. Centro de investigaciones etnológicas. Museo arqueológico-Universidad de Los Andes Vol. 37. pp. 57-70.
- Vensim, 2007, Vensim PLE (Personal Learning Edition), Disponible en <http://www.vensim.com>.