

Modelación Dinámica de Sistemas aplicada a la vinculación profesional de egresados universitarios

Jorge Jaramillo Enciso

Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México, jorgeluis.jaramilloe@gmail.com

Ángel García Romo

Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México, angeromo@hotmail.com

Rafael Bourguet Díaz

Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México, bourguet@itesm.mx

Ruth Rodríguez Gallegos

Tecnológico de Monterrey, Monterrey, Nuevo León, México, ruthrdz@itesm.mx

ABSTRACT

This research describes the implementation of the System Dynamics Modeling technique proposed by Sterman (2000), for the simulation of critical processes of a Northeastern Mexican university's Career Development Center on a 6 years time horizon, that allows policy design for the future. The main contribution is the incorporation of two control variables: *planning and advertising level*, and *pressure for strategic relationships*, for which a desired value based on the center's objectives and budget is defined during an specific time lapse. The created tool provides the possibility to simulate multiple scenarios and analyze results to choose the most suitable approach to reach desired goals.

Keywords: System Dynamics Modeling, education, recruitment, training, employment.

RESUMEN

La presente investigación describe la implementación de la técnica de Modelación Dinámica de Sistemas propuesta por Sterman (2000), para la simulación de procesos críticos del centro de vinculación profesional de una universidad del noreste de México en un horizonte de tiempo de 6 años, que permita proponer políticas de decisión para el futuro. La principal aportación consiste en la incorporación de dos variables de control: *nivel de planeación y promoción y presión por vinculación*, para las cuales se define un valor deseado en base a los objetivos y el presupuesto del centro para cierto período de tiempo. La herramienta creada brinda la posibilidad de diseñar distintos escenarios y analizar resultados para elegir el mejor enfoque en la obtención de metas deseadas.

Palabras claves: Modelación Dinámica de Sistemas, educación, reclutamiento, capacitación, empleabilidad.

1. INTRODUCCIÓN

La educación superior juega un rol sumamente relevante en el desarrollo de cualquier nación (Kreager, 2013). La economía mexicana, por ejemplo, está conformada por un gran número de bienes y servicios directamente edificados a partir de las competencias y talentos de sus egresados universitarios. Es con esta clara premisa, que sus principales casas de estudio establecen centros efectivos de vinculación con los principales empleadores del medio. El proceso involucra el cultivo de habilidades de comunicación, la participación en distintas actividades de acercamiento profesional y la apertura continua hacia distintas plazas de trabajo.

Debido a que una de sus principales preocupaciones es obtener mejores indicadores que les permitan visualizar el comportamiento general de los sistemas sobre los que tienen injerencia. El modelo a continuación documentado y

sinetizado procura abordar punto a punto la metodología propuesta por Sterman (2000) para el centro de vinculación profesional de una universidad mexicana.

2. ARTICULACIÓN DEL PROBLEMA

El número de estudiantes universitarios en la institución analizada sigue en aumento paulatino. Al mismo tiempo, aunque es considerada como una de las mejores universidades mexicanas para los empleadores en América Latina, de acuerdo a *QS Latin American Ranking* (2012), el perfil profesional de sus egresados no ha resultado condición suficiente para ocupar la mayoría de plazas laborales publicadas en su Bolsa de Trabajo. Además, el cliente directo del modelo, el centro de vinculación profesional, comunicó la necesidad de determinar si el hecho de asistir a actividades que ellos preparan realmente está relacionado con el índice de empleabilidad y qué tipo de acciones contra-intuitivas o sistémicas pueden ejecutarse para incrementar la probabilidad de que un estudiante obtenga un empleo a tres meses de haber egresado de la carrera.

El objetivo primario del modelo es comprender cómo se comporta el índice de empleabilidad y el número de contratados de la institución, en relación al número de egresados, su perfil profesional, actividades de vinculación en las que participan y al número de plazas laborales publicadas en su Bolsa de Trabajo.

Algunas de las variables críticas identificadas fueron: egresados, egresados contratados, *vacantes publicadas en la Bolsa de Trabajo* y *actividades de capacitación y reclutamiento*. Alrededor de estos conjuntos principales, se buscaron otras variables intermedias o complementarias, que pudiesen aclarar todavía más el panorama de funcionamiento. La lista de componentes fue eventualmente sintetizada en la *Tabla 1*, donde además se aclara el tipo de variable en función del esquema de modelación basado en niveles y flujos.

Tabla 1: Diagrama frontera del modelo

Componentes endógenos	Componentes exógenos	Componentes excluidos
Índice de empleabilidad real y deseado	Egresados por Escuela	Porcentaje de empresas que priorizan la experiencia laboral
Alumnos registrados en actividades (Grupo 1) (nivel)		Egresados entrevistados
Alumnos que no asistieron a ningún evento (Grupo 2) (nivel)		Índice de coste laboral
Egresados contratados dentro de estudio grupo 1, grupo 2 (nivel)		Autorizaciones de trabajo a extranjeros
Número de alumnos asistentes a eventos al semestre (flujo)		Nivel de satisfacción de empresas por evento
Número de alumnos que no asistieron a ningún evento al semestre (flujo)		Disponibilidad para asistir a los eventos
Egresados contratados grupo 1, grupo 2 al semestre (flujo)		Canales específicos de promoción
Egresados no contratados grupo 1, grupo 2 al semestre (flujo)		Índice de capacitación
Egresados fuera del estudio grupo 1, grupo 2 al semestre (flujo)		
Nivel de promoción y planificación		
Vacantes disponibles por Escuela en Bolsa de Trabajo		
Presión por vinculación		
Brecha actual del índice de empleabilidad		

El proyecto se enmarcó en un rango de simulación de 6 años (desde 2011 hasta 2016) para contemplar tanto la validez de síntomas del problema en el pasado, como para establecer políticas de decisión para el futuro.

2.1 MODOS DE REFERENCIA

Para crear los modos de referencia -patrones de funcionamiento esperado del problema definidos por quienes simulan-, los datos históricos se obtuvieron directamente del cliente del modelo. Por ejemplo, en el siguiente modo de referencia (ver *Figura 1*), se muestra el comportamiento a través del tiempo de egresados y egresados contratados, únicamente de la Escuela de Ingeniería de la institución. La cantidad de egresados que son contratados, se determinó en base a una encuesta realizada tres meses después de haber terminado la carrera profesional.

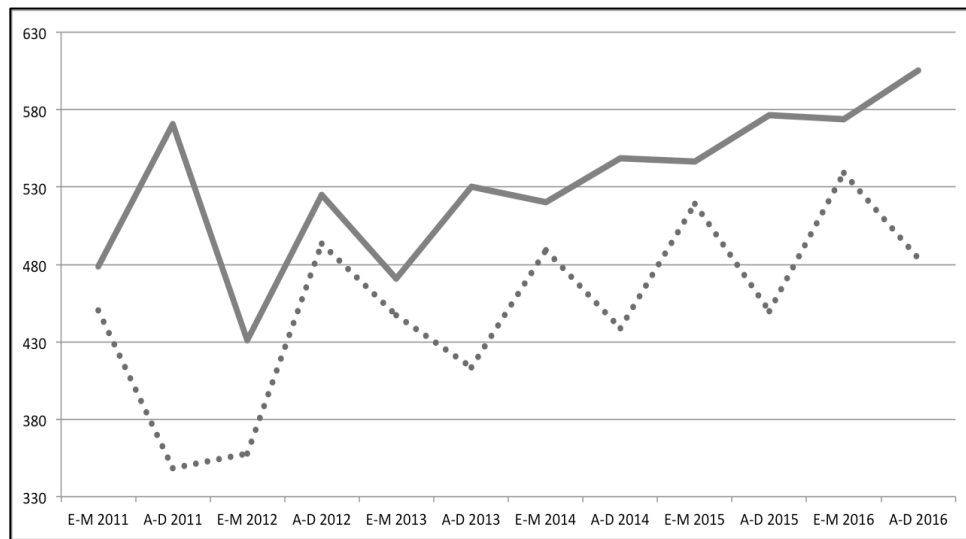


Figura 1: Egresados (línea continua) vs. egresados contratados (línea punteada)

En la *Figura 1*, puede visualizarse un aumento en el número de egresados y egresados contratados, así como el estiramiento de la brecha entre ambas categorías; el índice de empleabilidad ha disminuido paulatina y probablemente por la falta de un óptimo adiestramiento de inserción al mundo laboral o debido a la limitada interacción entre el candidato a graduarse y las empresas asistentes a reclutamientos.

3. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS DINÁMICA

En el estudio *Mercado Laboral de Profesionistas en México* (Hernández, Solís y Stefanovich, 2000), se enfatiza que entre los años 1991 y 2000 la oferta de egresados creció en un 6.7% en promedio anual. Es por ello que se vuelve determinante homologar habilidades profesionales para que los egresados de cada universidad tengan la oportunidad de buscar empleos productivos y bien remunerados a través del ejercicio de sus conocimientos en medio de un ambiente laboral altamente competitivo. En este sentido, la hipótesis dinámica propuesta es que *la asistencia a los eventos de reclutamiento y el incremento de actividades de capacitación están positivamente relacionados con el aumento del índice de empleabilidad*. Además, el análisis parcializado por Escuelas puede revelar que no todas las actividades son efectivas para específicos grupos de estudiantes y que a pesar del incremento de planificación y promoción del centro de vinculación profesional, el único factor para el decremento del índice de empleabilidad podría ser la asistencia a los eventos planificados (Thoms, 2011).

Endógenamente, el número de egresados que participan o no de distintas actividades de capacitación serán excluyentes entre sí para permitir realizar mejores conclusiones sobre el efecto que pueden ejercer sobre índices de empleabilidad. Estos indicadores en concreto, contemplan el número de contratados contra el número total de graduados por Escuela, en cada uno de los grupos de clasificación.

3.1 DIAGRAMA CAUSAL

En un diagrama de este tipo se persigue establecer vínculos causales entre las diferentes variables relacionadas con el problema. Al mismo tiempo se identifican algunos ciclos de balance y refuerzo, como puede verse en la siguiente *Figura 2*. Esta categorización depende del número de relaciones positivas y negativas en un circuito, que generalmente corresponden al signo de su correlación.

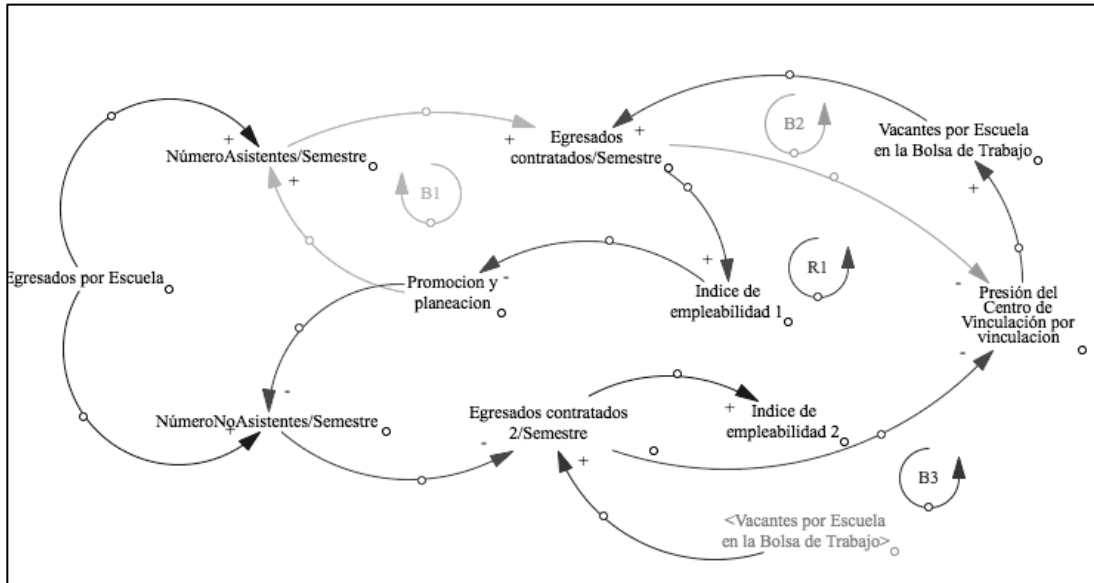


Figura 2: Diagrama causal del modelo propuesto

Una forma de leer el diagrama es considerar que el número de egresados por Escuela está positivamente relacionado al número de asistentes en cada uno de los dos grupos definidos, ya sea porque asistieron a actividades de capacitación y reclutamiento (grupo 1) o no asistieron a ninguna actividad (grupo 2). Cada una de estos grupos puede convertirse respectivamente en potenciales egresados contratados e impactar en el índice de empleabilidad. El valor de este índice afectará el *nivel de promoción y planeación de actividades* y las *vacantes disponibles por Escuela en la Bolsa de Trabajo*. Con esta misma lógica, en el sistema causal se identificaron tres ciclos de balance (resultado negativo de la multiplicación de signos dentro del circuito) y uno de refuerzo (resultado positivo de la multiplicación de signos dentro del circuito).

3.2 DIAGRAMA DE NIVELES Y FLUJOS

Utilizando la herramienta de simulación Vensim® y continuando con la técnica de Sterman (2000), se diseñó un diagrama de niveles y flujos (ver *Figura 3*) para detallar el comportamiento amplio de la problemática de cada Escuela en términos de acumuladores y tasas de cambio. Procurando que las unidades sean consistentes, tal y como se describe en etapas siguientes, se vieron reflejados los mismos ciclos del diagrama causal pero con efectos cuantificables y periódicos relacionados al capital humano involucrado en el sistema.

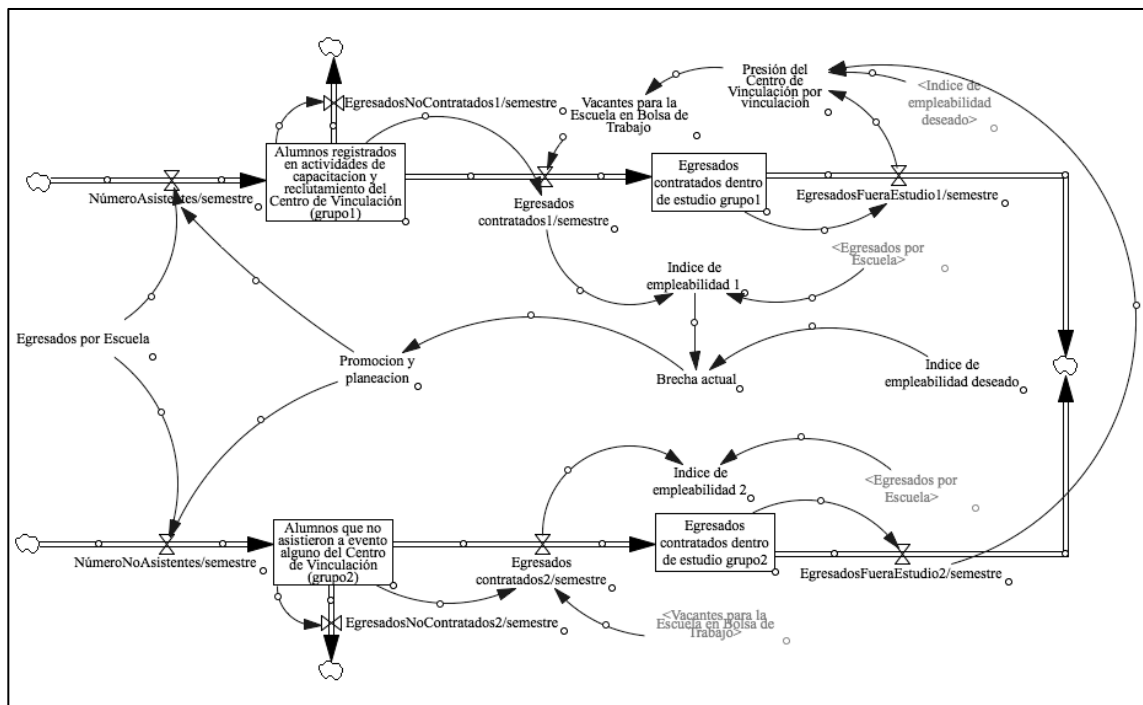


Figura 3: Diagrama de niveles y flujos del modelo

4. FORMULACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Para ejecutar la simulación en sí, se utilizó el sistema de niveles y flujos para cada Escuela de la institución educativa, con el objetivo de obtener conclusiones coherentes a las características de cada perfil profesional. Naturalmente, se definieron ecuaciones matemáticas, rangos delimitantes, unidades y valores iniciales para cada variable dentro del simulador Vensim®. Por motivos de confidencialidad, esta información no ha sido detallada en este documento.

5. PRUEBAS DEL MODELO

Durante la prueba del modelo, y considerando que se desarrollaron distintos modos de referencia para predecir el comportamiento de variables en relación al total de egresados semestrales, se procedió a realizar algunas pruebas conjuntas de validez para cada división académica. Por ejemplo, una evaluación conclusiva fue la comparación de resultados del simulador con algunos modos de referencia propuestos.

5.1 COMPARACIÓN CON MODOS DE REFERENCIA

En la *Figura 4*, puede observarse un comportamiento prácticamente idéntico, salvo ligeras variaciones asociadas a variables agregadas por los desarrolladores, al modo de referencia especificado en la *Figura 1*. En este esquema, el número de egresados y egresados contratados de la Escuela fluctuaba a lo largo de los semestres pero la brecha existente entre ambos grupos de personas se incrementaba en los últimos periodos. Se esperaría que este diferencial continúe creciendo si no se crea una política de control adecuada que pueda contrarrestarla.

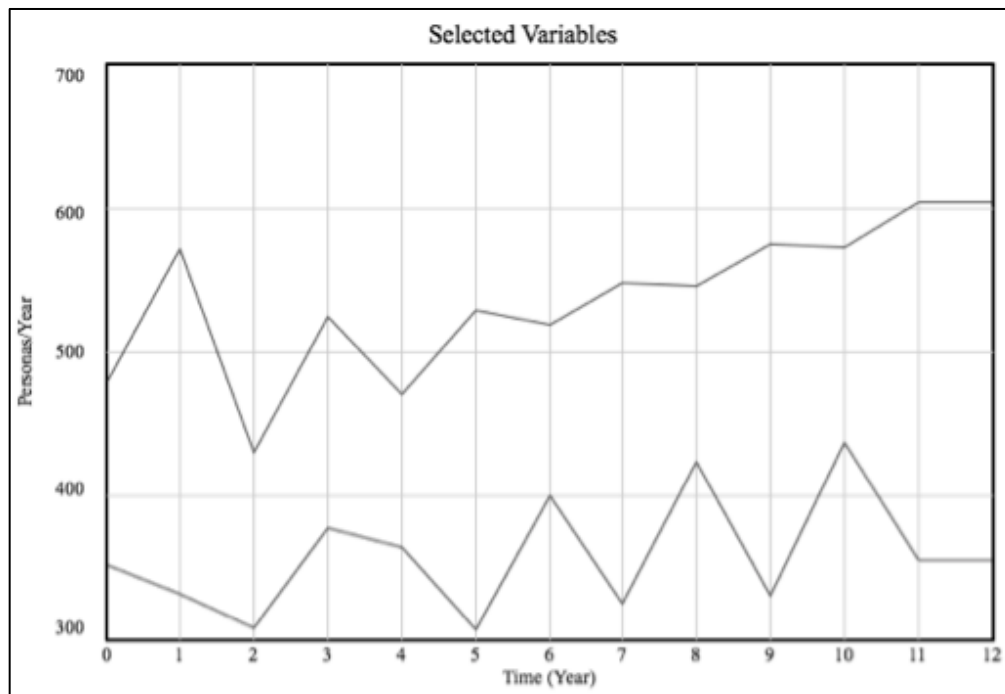


Figura 4: Diagrama de resultados de simulación (inferior: Egresados contratados1/semestre; superior: Egresados Escuela de Ingeniería)

5.2 ROBUSTEZ ANTE CONDICIONES EXTREMAS

Como prueba de condición extrema, se incrementó la brecha actual del índice de empleabilidad del grupo1 al valor ideal (100%) y se cambió la relación de *planificación y promoción* -a una relación lineal con pendiente 1- afectando directamente el flujo de asistentes a eventos del centro de vinculación profesional durante el semestre. Esto se hizo con el objetivo de corroborar el ciclo de balance B1, definido previamente en el diagrama causal. A pesar del drástico cambio, el sistema continuó comportándose de manera similar a los resultados previamente mostrados en la *Figura 4*.

Se hicieron otras pruebas con el índice de empleabilidad ajustado a un valor fijo ideal (100%); sin embargo, como el nivel de alteración sobre flujos es únicamente aditivo, las gráficas resultantes prácticamente fueron las mismas.

5.3 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Como última prueba, se hicieron ajustes discretos a variables de poco impacto para así poder determinar cambios potenciales y sobretodo coherentes con la realidad embebida en las relaciones del modelo. En la propuesta establecida gráficamente para vincular *brecha actual en el índice de empleabilidad y promoción y planificación*, no se contemplaron cifras negativas, por lo que estar por encima del valor esperado mantiene el nivel de preocupación por *promoción y planificación* en "0" (no se hacía promoción en el semestre).

Lo que pudo inferirse es que el componente real o variable, que se agregó a las cifras básicas planteadas por el cliente, se comportaba correctamente y no derivaba en cambios abruptos de los puntos de interés. Esto se debe a la ponderación inicial con la que se define la interferencia de la promoción en la asistencia a los eventos. Si esta ponderación se ajustara, como parte de la reforma y construcción de políticas exitosas para el cliente, los flujos cambiarían notablemente.

6. DISEÑO Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS

Tras la simulación, la revisión de consistencia dimensional, el ajuste sobre variables propuestas y la identificación de errores en los contrastes con modos de referencia; se decidió definir los principales puntos del modelo en los que el cliente tiene la libertad de construir políticas de trabajo para obtener mejores resultados.

El *índice de empleabilidad deseado* para el semestre en curso, el nivel de *promoción y planificación* de eventos del centro de vinculación y la *presión para vincularse* con nuevas empresas en la generación de plazas de trabajo; son los puntos donde más fácilmente pueden plantearse políticas de funcionamiento por parte del cliente.

Otras variables y flujos de interés, como los *egresados contratados* por ejemplo, presentaban comportamientos similares a los descritos en etapas anteriores para la Escuela de Ingeniería, en las divisiones de Negocios, Medicina, Arte y Ciencias Sociales. Para las Escuelas de Negocios y Medicina, tanto el nivel de *planeación y promoción* como de *presión por vinculación* mostraron la urgencia de incrementar la asistencia de los egresados a los eventos y el número de vacantes publicadas en Bolsa de Trabajo. En este caso, la política de funcionamiento es clara, el centro de vinculación tiene que estar siempre alerta y detallar bajo qué parámetros trabajará las dos variables en los próximos semestres.

En cuanto a las Escuelas de Arte y Ciencias Sociales, el comportamiento de *promoción y planeación* mostraba constantes fluctuaciones en función de los egresados contratados y del índice de empleabilidad. En cambio, la presión del centro de vinculación disminuía con el pasar de los semestres como resultado del satisfactorio trabajo realizado en estas dos Escuelas. Esta segunda holgura daba la oportunidad de aligerar cargas de trabajo en estas o de inclusive intensificar esfuerzos para mejorar más sus índices asociados.

Finalmente, debido a que en las cuatro razones de cambio definidas para *egresados contratados*, en el diagrama de niveles y flujos, se utilizaron aproximaciones y ajustes matemáticos dentro de las ecuaciones de comportamiento; se consideró que aquí existiría una solución parcial a cualquier problemática que se llegase a presentar durante la ejecución del modelo propuesto. Claro está, dichas variaciones estarían más estrechamente relacionadas con la creación de un modelo cada vez más cercano a lo que se consideraría “real” que con la formulación de políticas en sí.

7. CONCLUSIONES

Durante esta investigación, se propuso un modelo que busca replicar los procesos del centro de vinculación profesional de una universidad mexicana. Para lograrlo, se identificaron las variables clave relacionadas, se estructuró un diagrama causal para mostrar la relación que existía entre ellas y posteriormente describir, a través de un diagrama de niveles y flujos, cómo es que se comportan a través del tiempo.

En base a las pruebas realizadas, se identificó que la asistencia a los eventos de reclutamiento y el incremento de actividades de capacitación sí están positivamente correlacionados con el aumento del índice de empleabilidad, sin embargo existen otras variables que pueden afectar en igual o en mayor medida los resultados deseados del sistema. Con el objetivo de incrementar el índice de empleabilidad, se diseñaron y sugirieron al cliente, políticas de cambio (inclusión de las variables de ajuste: *nivel de promoción y planificación* y *presión por vinculación*) que puedan claramente ser utilizadas para alcanzar objetivos estratégicos en base al contexto particular de cada Escuela, considerando la situación financiera actual, contemplando carga laboral disponible y en sintonía con las metas del centro de vinculación durante un periodo de tiempo determinado.

REFERENCES

- Hernández, E., Solís, R., y Stefanovich, A. (2000). *Mercado laboral de profesionistas en México*. ANUIES. Recuperado desde: <http://publicaciones.anui.es.mx/novedades/18/mercado-laboral-de-profesionistas-en-mexico-diagnostico-2000-2009-y>
- Kreager, P. (2013). *Humanities graduates and the british economy: The hidden impact*. Institute of Human Sciences, University of Oxford.

QS Latin American University Rankings (2012). Recuperado desde: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/latin-american-university-rankings/2012>

Sterman, J. D. (2000). Business Dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world, The modeling process (pp. 83-104). McGraw Hill.

Thoms, B. (2011). A dynamic social feedback system to support learning and social interaction in higher education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. 4(4), 340-352.

Authorization and Disclaimer

Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.