



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE SISTEMAS PARA EL POSICIONAMIENTO DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN INGENIERÍA
DE SISTEMAS

PRESENTA

M. EN A. AMALIA YOGUEZ SEOANE

DIRECTOR DE TESIS
DR. ALEXANDER BALANKIN

México Distrito Federal, Septiembre 2010



Dedicatorias

A todas las personas importantes en mi vida por motivarme a completar un paso más en mi carrera profesional. Especialmente a ustedes *Orlando y Valentina*.

Agradecimientos

El autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al Instituto Politécnico Nacional y a la Universidad de Bristol por el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo. Un agradecimiento especial a la Dr. Lisa Lucas por su hospitalidad durante mi estancia como investigador visitante en la Universidad de Bristol y al Dr. Alexander Balankin por dirigir el presente trabajo de investigación.

Resumen

El trabajo de investigación denominado “*Análisis y Desarrollo de Sistemas para el posicionamiento de Instituciones de Educación Superior*” está basado en el desarrollo de una metodología de sistemas basado en el concepto de *índice-h* o *índice Hirsch* [1]. El *índice-h* en su concepción temprana fue introducido para cuantificar las salidas de la investigación de un individuo, ésto como un indicador de los logros obtenidos. Considerando la lista de publicaciones de un científico y ordenadas en forma decreciente de acuerdo al número de citas recibidas, el *índice-h* está definido como el rango más alto obtenido de tal forma que las primeras h publicaciones recibidas tienen por lo menos h citas. El *índice-h* no solamente es usado para los logros de vida, también en el contexto de otras –pero no todas– tipo de relaciones fuente-punto [2],[3]. Consecuentemente el índice de Hirsch ha sido usado para revistas, tópicos de citas, carga de librerías por categoría [4], etc.

La principal aportación de este trabajo de investigación, es la introducción de dos índices: *índice-U* e *índice- H_p* para caracterizar los programas de postgrado e Instituciones de Educación Superior Mexicanas, estos índices pueden ser usados como indicadores complementarios en el contexto de indicadores de desempeño en tablas de posiciones de universidades. El sistema propuesto permite posicionar y evaluar el desempeño de programas de posgrado en Instituciones de Educación Superior Mexicanas; aunque la metodología es aplicada en una sección del Instituto Politécnico Nacional (*micro*), la metodología puede ser usada en una escala diferente, la cual puede ser en su totalidad en el Instituto Politécnico Nacional, o en una escala nacional los programas de postgrado reconocidos y evaluados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (*meso*). Este trabajo también describe el estado del arte encontrado en relación a metodologías y criterios aplicados para posicionar Instituciones de Educación Superior y los indicadores asociados al desempeño sobresaliente en el área de investigación, así como la caracterización de las universidades como un *sistema complejo*. Esta información es útil en el proceso de investigación para caracterizar un escenario en el cual surge la metodología para el análisis y desarrollo de sistemas para el posicionamiento de instituciones de educación superior.

Abstract

The research work denominated “*Analysis and System Development to rank Higher Education Institutions*” is based in a development of a system methodology inspired in the concept of *h-index* [1] proposed by Hirsh. The *h-index* in its early conceptions was introduced to quantify and individual’s research output as an indicator of lifetime achievements. Considering a scientist’s list of publications ranked according to the number of citations received, the *h-index* is defined as the highest rank such that the first *h* publications received at least *h* citations. The *h-index* can not only be used for lifetime achievements, but also in the context of many –but not all- other source-item relationships [2],[3]. Consequently the Hirsch index has been used for journals, citations topics, and library loans per category [4].

The main findings of this research work, is the introduction of two indices *U-index* and *H_p-index* to characterize postgraduate programmes in Mexican Higher Education Institutions, this indices could be uses as complementary indices in the context of the indicators of performance in the university rankings. The system proposed let rate and rank the performance of postgraduate programmes in Mexican Higher Education Institutions. Although the methodology is applied in a section of Instituto Politecnico Nacional (*micro*), the methodology could be used in a different scale, it could be the enter Instituto Politecnico Nacional, and the postgraduate programmes recognized by the National Council of Science and Technology (*meso*). Also in this work is described the state of art found related to methodologies and criteria applied to rank Higher Education Institutions and indicators associated to outstanding performance in the research area, as well as a characterization of universities as *complex systems*. This information was useful in this research to characterize the context where the methodology to rank Higher Education Institutions emerges.

Contenido

Resumen	i
Abstract	ii
Contenido	iii
Listado de Figuras	1
Listado de Tablas	5
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	6
1.1 Definición del problema	8
1.2 Justificación	9
1.3 Objetivo General	10
1.4 Metodología de la investigación	11
1.5 Contenido del trabajo de investigación	14
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE	16
2.1 Criterios de Calidad en la Educación Superior	16
2.2 Tablas de posiciones de Instituciones de Educación Superior	17
2.3 Evaluación de la Investigación por los gobiernos	21
2.4 Mega-Herramientas: Sistemas de Gestión de Calidad	27
2.5 El Futuro de las Herramientas de Calidad aplicadas a la Educación	28
CAPÍTULO 3: SISTEMAS COMPLEJOS EN LA EDUCACIÓN	29
3.1 Conceptos de Sistemas Complejos aplicados a Universidades	29
CAPÍTULO 4: LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN MÉXICO	36
4.1 El Contexto de la Educación Superior en México	36
4.2 Instituto Politécnico Nacional –SEPI-ESIME	45
4.3 Escuela de Posgraduados de la ESIME	45

CAPÍTULO 5: ÍNDICE HIRSCH.....	48
5.1 Índices de desempeño <i>índice-h</i>	48
5.2 Case de estudio: <i>Índice H_p</i> para posicionar programas de posgrado en la IPN–SEPI-ESIME-ZACATENCO basado en el enfoque del índice Hirsch.	54
5.3 <i>Índice-U</i> con datos normalizados	62
5.4 Ventajas y desventajas del <i>índice-h</i>	77
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE RESULTADOS	78
6.1 Análisis de Resultados IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRÍA	78
6.2 Análisis de Resultados IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO	82
CONCLUSIONES	87
Nomenclatura	90
Términos	92
ANEXOS.....	96
A.1 Maestría Ingeniería Mecánica	96
A.2 Maestría Ingeniería Sistemas	98
A.3 Maestría Ingeniería Eléctrica	100
A.4 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones.....	102
A.5 Maestría Ingeniería Electrónica	104
A.6 Doctorado Ingeniería Mecánica	106
A.7 Doctorado Ingeniería Eléctrica	108
Artículos publicados	109
BIBLIOGRAFÍA	114

Listado de Figuras

Figura 1.4.1 Etapas del proceso de investigación	13
Figura 3.1.1 Características de los Sistemas Complejos	35
Figura 4.1.1 Caracterización del Sistema de Educación en México	37
Figura 4.1.2 Características de la Educación Superior en México.....	44
Figura 5.2.1 Ventana de Aplicación RIES.....	55
Figura 5.2.2 Metodología base para el posicionamiento de IES	60
Figura 5.2.3 Metodología integrada para el posicionamiento de IES	604
Figura 5.3.1 <i>Índice-U (C1)</i> Instituto Tecnológico Autónomo de México.....	66
Figura 5.3.2 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Autónoma Metropolitana.....	66
Figura 5.3.3 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad de las Américas.....	66
Figura 5.3.4 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Anáhuac	66
Figura 5.3.5 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Autónoma de Nuevo León.....	66
Figura 5.3.6 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Nacional Autónoma de México	66
Figura 5.3.7 <i>Índice-U (C1)</i> Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	67
Figura 5.3.8 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad de Guadalajara	67
Figura 5.3.9 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Autónoma del Estado de Morelos.....	67
Figura 5.3.10 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Iberoamericana.....	67
Figura 5.3.11 <i>Índice-U (C1)</i> Instituto Politécnico Nacional	67
Figura 5.3.12 <i>Índice-U (C1)</i> Universida Autónoma del Estado de México.....	67
Figura 5.3.13 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Panamericana.....	68
Figura 5.3.14 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Autónoma del Estado de Puebla	68
Figura 5.3.15 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad la Salle	68
Figura 5.3.16 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad Benemérita Autónoma del Estado de Puebla.....	68
Figura 5.3.17 <i>Índice-U (C1)</i> Universidad del Valle de México.....	68
Figura 5.3.18 Análisis Comparativo <i>Índice-U (C1)</i>	68
Figura 5.3.19 <i>Índice-U (C2)</i> Instituto Tecnológico Autónomo de México.....	71
Figura 5.3.20 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Autónoma Metropolitana.....	71
Figura 5.3.21 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad de las Américas.....	71
Figura 5.3.22 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Anáhuac	71

Figura 5.3.23 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Autónoma de Nuevo León.....	71
Figura 5.3.24 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Nacional Autónoma de México	71
Figura 5.3.25 <i>Índice-U (C2)</i> Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	72
Figura 5.3.26 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad de Guadalajara	72
Figura 5.3.27 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Autónoma del Estado de Morelos.....	72
Figura 5.3.28 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Iberoamericana.....	72
Figura 5.3.29 <i>Índice-U (C2)</i> Instituto Politécnico Nacional	72
Figura 5.3.30 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Autónoma del Estado de México.....	72
Figura 5.3.31 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Panamericana.....	73
Figura 5.3.32 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.....	73
Figura 5.3.33 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad la Salle	73
Figura 5.3.34 <i>Índice-U (C2)</i> Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	73
Figura 5.3.35 <i>Índice-U (C2)</i> Universidad la Salle	73
Figura 5.3.36 <i>Índice-U (C2)</i> Análisis comparativo.....	73
Figura 6.1.1 <i>Índice-H_p</i> Dinámica Maestría IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO	80
Figura 6.1.2 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO Maestría 2000-2009.....	81
Figura 6.2.1 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO Doctorado (2000-2009)	82
Figura 6.2.2 <i>Índice-H_p</i> Dinámica Doctorado IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO	84
Figura 6.2.3 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA (1970-2009).....	84
Figura 6.2.4 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO (1993-2009)	85
Figura C.1.2 Resumen de Resultados de Programas Maestría IPN-SEPI-ESIME (2000-2009)	88
Figura C.1.3 Resumen de Resultados Doctorado IPN-SEPI-ESIME (2000-2009)	89
Figura A.1.1 Maestría Ingeniería Mecánica (2000-2002).....	96
Figura A.1.2 Maestría Ingeniería Mecánica (2001-2003).....	96
Figura A.1.3 Maestría Ingeniería Mecánica (2002-2004).....	96
Figura A.1.4 Maestría Ingeniería Mecánica (2003-2005).....	96
Figura A.1.5 Maestría Ingeniería Mecánica (2004-2006).....	96
Figura A.1.6 Maestría Ingeniería Mecánica (2005-2007).....	96
Figura A.1.7 Maestría Ingeniería Mecánica 2006-2008	97
Figura A.1.8 Maestría Ingeniería Mecánica (2007-2009).....	97
Figura A.1.9 Dinámica <i>Índice-H_p</i> vs. Periodo tiempo t (ciclos de tres años).....	97
Figura A.1.10 Histograma del valor <i>Índice-H_p</i> (2000-2009) Maestría Ingeniería Mecánica.....	97
Figura A.1.11 Maestría Ingeniería Mecánica 2000-2009	97
Figura A.2.1 Maestría Ingeniería de Sistemas (2000-2002)	98

Figura A.2.2 Maestría Ingeniería de Sistemas (2001-2003)	98
Figura A.2.3 Maestría Ingeniería de Sistemas (2002-2004).....	98
Figura A.2.4 Maestría Ingeniería de Sistemas (2003-2005)	98
Figura A.2.5 Maestría Ingeniería de Sistemas (2004-2006)	98
Figura A.2.6 Maestría Ingeniería de Sistemas (2005-2007)	98
Figura A.2.7 Maestría Ingeniería de Sistemas (2006-2008)	99
Figura A.2.8 Maestría Ingeniería de Sistemas (2007-2009)	99
Figura A.2.9 Dinámica <i>Índice-H_p</i> vs. Periodo de tiempo t (ciclos de tres años).....	99
Figura A.2.10 Histograma del valor <i>Índice-H_p</i> (2000-2009)	99
Figura A.2.11 Maestría Ingeniería de Sistemas (2000-2009)	99
Figura A.3.1 Maestría Ingeniería Eléctrica (2000-2002)	100
Figura A.3.2 Maestría Ingeniería Eléctrica (2001-2003)	100
Figura A.3.3 Maestría Ingeniería Eléctrica (2002-2004)	100
Figura A.3.4 Maestría Ingeniería Eléctrica (2003-2005)	100
Figura A.3.5 Maestría Ingeniería Eléctrica (2004-2006)	100
Figura A.3.6 Maestría Ingeniería Eléctrica (2005-2007)	100
Figura A.3.7 Maestría Ingeniería Eléctrica (2006-2008)	101
Figura A.3.8 Maestría Ingeniería Eléctrica (2007-2009)	101
Figura A.3.9 Maestría Ingeniería Eléctrica <i>Índice-H_p</i> vs. t (ciclos de tres años)	101
Figura A.3.10 Histograma del valor <i>Índice-H_p</i> (2000-2009) Maestría Ingeniería Eléctrica	101
Figura A.3.11 Maestría Ingeniería Eléctrica (2000-2009)	101
Figura A.4.1 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2000-2002).....	102
Figura A.4.2 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2001-2003).....	102
Figura A.4.3 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2002-2004).....	102
Figura A.4.4 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2003-2005).....	102
Figura A.4.5 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2004-2006).....	102
Figura A.4.6 Maestría Telecomunicaciones (2005-2007).....	102
Figura A.4.7 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2006-2008).....	103
Figura A.4.8 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2007-2009).....	103
Figura A.4.9 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones <i>Índice-H_p</i> vs. t (ciclos de tres años).....	103
Figura A.4.10 Histograma valor <i>Índice-H_p</i> (2000-2009) Ingeniería Telecomunicaciones	103
Figura A.4.11 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2000-2009).....	103
Figura A.5.1 Maestría Ingeniería Electrónica (2000-2002)	104
Figura A.5.2 Maestría Ingeniería Electrónica (2000-2003)	104

Figura A.5.3 Maestría Ingeniería Electrónica (2002-2004)	104
Figura A.5.4 Maestría Ingeniería Electrónica (2003-2005)	104
Figura A.5.5 Maestría Ingeniería Electrónica (2004-2006)	104
Figura A.5.6 Maestría Ingeniería Electrónica (2005-2007)	104
Figura A.5.7 Maestría Ingeniería Electrónica (2006-2008)	105
Figura A.5.8 Maestría Ingeniería Electrónica (2007-2009)	105
Figura A.5.9 Maestría Ingeniería Electrónica <i>Índice-H_p</i> vs. <i>t</i> (ciclos de tres años)	105
Figura A.5.10 Histograma <i>Índice-H_p</i> (2000-2009) Maestría Ingeniería Electrónica	105
Figura A.5.11 Maestría Ingeniería Electrónica (2000-2009)	105
Figura A.6.1 Doctorado Ingeniería Mecánica (2000-2002)	106
Figura A.6.2 Doctorado Ingeniería Mecánica (2001-2003)	106
Figura A.6.3 Doctorado Ingeniería Mecánica (2002-2004)	106
Figura A.6.4 Doctorado Ingeniería Mecánica (2003-2005)	106
Figura A.6.5 Doctorado Ingeniería Mecánica (2004-2006)	106
Figura A.6.6 Doctorado Ingeniería Mecánica (2005-2007)	106
Figura A.6.7 Doctorado Ingeniería Mecánica (2006-2008)	107
Figura A.6.8 Doctorado Ingeniería Mecánica (2007-2009)	107
Figura A.6.9 Doctorado Ingeniería Mecánica <i>Índice-H_p</i> vs. <i>t</i> (ciclos de tres años)	107
Figura A.6.10 Histograma <i>Índice-H_p</i> (2000-2009) Doctorado Ingeniería Mecánica	107
Figura A.6.11 Doctorado Ingeniería Mecánica (2000-2009)	107
Figura A.7.1 Doctorado Ingeniería Eléctrica (2000-2009)	108

Listado de Tablas

Tabla 2.2.1 Tablas de Posiciones de Universidades en contexto global	18
Tabla 2.3.1 Evaluación de la Investigación por gobiernos.....	26
Tabla 3.1.1 Sistema de Educación Superior MEXICO	31
Tabla 4.1.1 Tipos de educación en México.....	38
Tabla 5.2.1 Lista de Alumnos Graduados IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA (2000-2009)	57
Tabla 5.2.2 Lista de Alumnos Graduados IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA (2000-2009).....	58
Tabla 5.3.1 Tabla de posiciones <i>El Universal</i> (2008)	63
Tabla 5.3.2 Posicionamiento en base a resultados <i>El Universal</i> 2008.	64
Tabla 5.3.3 Análisis comparativo de tablas de posiciones (C1).....	69
Tabla 5.3.4 Análisis comparativo de table de posicoines (C2)	74
Tabla 6.1.1 <i>Índice-H_p</i> IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA	79
Tabla 6.1.2 Tabla de posiciones IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA	80
Tabla 6.2.1 Tabla de posiciones IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO	83
Tabla 6.2.2 Dinámica <i>Índice-H_p</i> IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO	83

Capítulo 1

Introducción

Es un tema de interés global los mecanismos que existen para medir el desempeño de las Instituciones de Educación Superior (IES). En las dos últimas décadas las tablas de posiciones o 'tablas de ligas' como se les conoce en el Reino Unido, han proliferado, no solamente dentro del sector comercial o privado, sino también en las asociaciones profesionales y entidades públicas. Este trabajo de investigación presenta una variedad de tablas de posiciones que existen en un contexto global y los criterios de calidad usados. Si bien se puede observar que existen una variedad de enfoques para definir lo que es calidad en las Instituciones de Educación Superior, estos se han convertido en una fuerte influencia en cómo las universidades contemporáneas son gobernadas y qué actividades deben llevar a cabo [5].

Una 'tabla de posiciones de universidades' puede ser definida como una lista de ciertos grupos de instituciones (usualmente, pero no siempre dentro de una jurisdicción nacional), comparativamente son evaluadas de acuerdo a un conjunto de indicadores en orden descendente. Las 'tablas de posiciones de universidades' o *rankings* como se les conoce en la literatura anglosajona son presentados en un formato de 'tabla de ligas', como los equipos de deportes son listados del mejor al peor con base a un número de juegos ganados y perdidos. Las tablas de ligas no son sinónimo de 'indicadores de desempeño'. Los indicadores de desempeño son usualmente publicados por los gobiernos o las propias instituciones para mostrar que tan bien es el desempeño comparado en una clase específica (benchmarking). Las tablas de ligas son en su mayoría producidas para propósitos comerciales.

Los sistemas de tablas de posiciones de universidades se presentan en dos tipos: sistemas de posiciones institucionales y sistemas de posiciones sub-institucionales. Pueden ser conducidos en una escala nacional o internacional. Las tablas de posiciones nacionales son aquellas en que todas las universidades de un país son medidas unas contra otras. Las universidades de un país son divididas en ciertas características institucionales y solamente son comparadas con otras

instituciones de características similares. En las tablas de posiciones sub-institucionales, una universidad específica es comparada con otras instituciones similares. Estas tablas de posiciones son usualmente de un alcance nacional y están asociados por ejemplo, a escuelas de negocios, leyes y medicina [6].

Existen varios enfoques matemáticos para la construcciones de modelos para el posicionamiento de universidades el más común y más utilizad es el método de 'sumas ponderadas' entre las tablas de posiciones más conocidas que aplican esta metodología se encuentran el *Academic Ranking of World Universities* [7], el *U.S. News and World Report* [8], *The Times Higher Education Supplement* (THES) [9]. Otros enfoques matemáticos son el 'análisis de la variable latente' y en contexto de los sistemas complejos el *índice- h_m* para comparar la producción científica de instituciones [10].

1.1 Definición del problema

Las tablas de posiciones o *rankings* (por ser el término usado en inglés) se han incrementado en las últimas dos décadas [7], [8], [9], [10] y [13]. La razón es el carácter internacional que ha adquirido la educación superior, donde ya no es suficiente conocer la posición de una universidad en su propio contexto nacional. El concepto “Clase Mundial” ha sido creado y muchas universidades esperan ser consideradas como “Universidades de Clase Mundial”. Las tablas de posiciones son vistas como una herramienta de análisis independiente, respecto a la calidad de las universidades. Si bien en una etapa temprana las tablas de posiciones han sido vistas como un mecanismo comercial para ayudar a la toma de decisiones respecto a qué universidad elegir para estudiar. Las tablas de posiciones han pasado a ser una herramienta de análisis, de hecho los resultados de estudios comparativos de las tablas de posiciones de universidades se han convertido en un componente de los planes estratégicos de las universidades. Por otra parte, los resultados de las tablas de posiciones también se han convertido en un factor de interés para los gobiernos, porque retroalimentan al sistema de educación respecto al funcionamiento y efectividad de la educación superior [57]. En este sentido toma relevancia el contar con nuevos métodos y sistemas que permitan comparar de manera objetiva el desempeño de las universidades y sus programas. Es por ello que el presente trabajo de investigación introduce una metodología e indicadores (*Índice-U* e *Índice H_p*) sencillos de calcular y prácticos como un complemento a los mecanismos existentes para la construcción de tablas de posiciones.

Si bien la metodología propuesta es aplicada dentro de una sección del Instituto Politécnico Nacional (IPN) (*micro*), en la Sección de Estudios de Posgrado, en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la ESIME Zacatenco, esta metodología puede ser escalada (*meso*) en un contexto general en el IPN o en un contexto nacional para los programas de excelencia reconocidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), organismo que en la actualidad tiene no solamente la responsabilidad de evaluar la calidad de los posgrados en México, sino además asigna recursos a las universidades (becas).

1.2 Justificación

En la actualidad la Educación Superior en México es concebida como una de las principales formas por las cuáles México es modernizado como una empresa nacional para crear capital humano y mayor integración social para estimular y asegurar a largo plazo el crecimiento económico y mayor participación de la juventud en la educación [41].

En este sentido el desarrollo de sistemas y metodologías para comparar los logros de las IES de una forma objetiva es importante para establecer espacios de calidad que permita comparar universidades para promover principios de calidad y desempeño. La metodología propuesta, además de ser usada para conocer cuál es el programa mejor posicionado, también puede ser usada para propósitos de comparación referencial, lo que implica conocer las mejores prácticas, y éstas puedan ser compartidas a través de su experiencia o casos de éxito, permitiendo a otras instituciones mejorar su propio desempeño. También la metodología puede ser escalada de programas a universidades nacionales, y posteriormente a un contexto internacional, si esto es de interés. La metodología propuesta permitirá comparar programas de posgrado, que están compitiendo por los mismos recursos, de una forma objetiva y cuantitativa.

1.3 Objetivo General

Crear una metodología científica que proporcione criterios útiles para comparar diferentes programas a nivel postgrado, que compiten por los mismos recursos (*becas*) de una forma objetiva y cuantitativa. La metodología consiste en la caracterización del *Índice- H_p* para el posicionamiento de Instituciones de Educación Superior (IES), esto considerando el enfoque del *Índice- h* propuesto por Hirsch [1].

1.3.1 Objetivos Específicos

- Obtener información acerca de métodos para el desarrollo de tablas para el posicionamiento de universidades.
- Realizar un análisis de los indicadores de calidad usados en un contexto global para evaluar Instituciones de Educación Superior.
- Realizar un análisis de diferentes metodologías para evaluar la Calidad de la Educación Superior en un contexto global, explorando metodologías asociadas.
- Caracterizar el *Índice- U* , basado en el análisis de tablas de posiciones de universidades.
- Desarrollar un modelo de sistemas para posicionar programas de posgrado dentro del Instituto Politécnico Nacional, en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, basado en el concepto de *Índice- h* propuesto por Hirsch [1].

1.4 Metodología de la investigación

En esta sección se presenta el proceso de investigación desarrollado en base a los conceptos teóricos de la investigación científica propuestos por Hernández Sampieri [12]. En este capítulo también se presenta la interrelación que mantiene cada una de las etapas de investigación con el contenido del presente trabajo.

En términos generales la metodología usada se aplicó para conocer el estado del arte existente, en relación a la construcción de tablas de posiciones de universidades, en términos de criterios y metodologías usadas en un contexto global, así como también se exploran los mecanismos de evaluación de la investigación por los gobiernos que involucran la asignación de recursos a las universidades, para posteriormente construir un sistema para posicionar programas de posgrado en México basado en la aplicación del concepto *Índice-Hirsch*, el cual ha sido usado para evaluar la productividad científica y en el presente trabajo de investigación se explora su aplicación en el contexto de las evaluaciones académicas. Si bien en el presente trabajo se desarrolla una metodología base, este sistema puede ser escalado a un escenario nacional o una escala internacional si es de interés. Bajo el mismo enfoque se caracteriza el *índice-U*, como un índice complementario que puede ser usado bajo el uso de datos normalizados.

El proceso de investigación fue caracterizado en 10 etapas que se indican a continuación. La figura 1.4.1 muestra un modelo gráfico de la metodología usada.

1.4.1 Etapas del proceso de investigación

1. Concebir idea a investigar
2. Plantear el problema de investigación
 - a. Establecer los objetivos de investigación
 - b. Justificar la investigación y su viabilidad
3. Elaborar el marco teórico
 - a. Revisión de la literatura
 - b. Construcción del marco teórico
4. Definir la investigación si se inicia como exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa y hasta que nivel llegará
5. Detectar las variables

- a. Definir conceptualmente las variables
- b. Definir operacionalmente las variables
6. Seleccionar el diseño apropiado de investigación
7. Seleccionar la muestra o el universo de estudio
8. Recolección de datos
9. Análisis de datos
10. Presentación de resultados

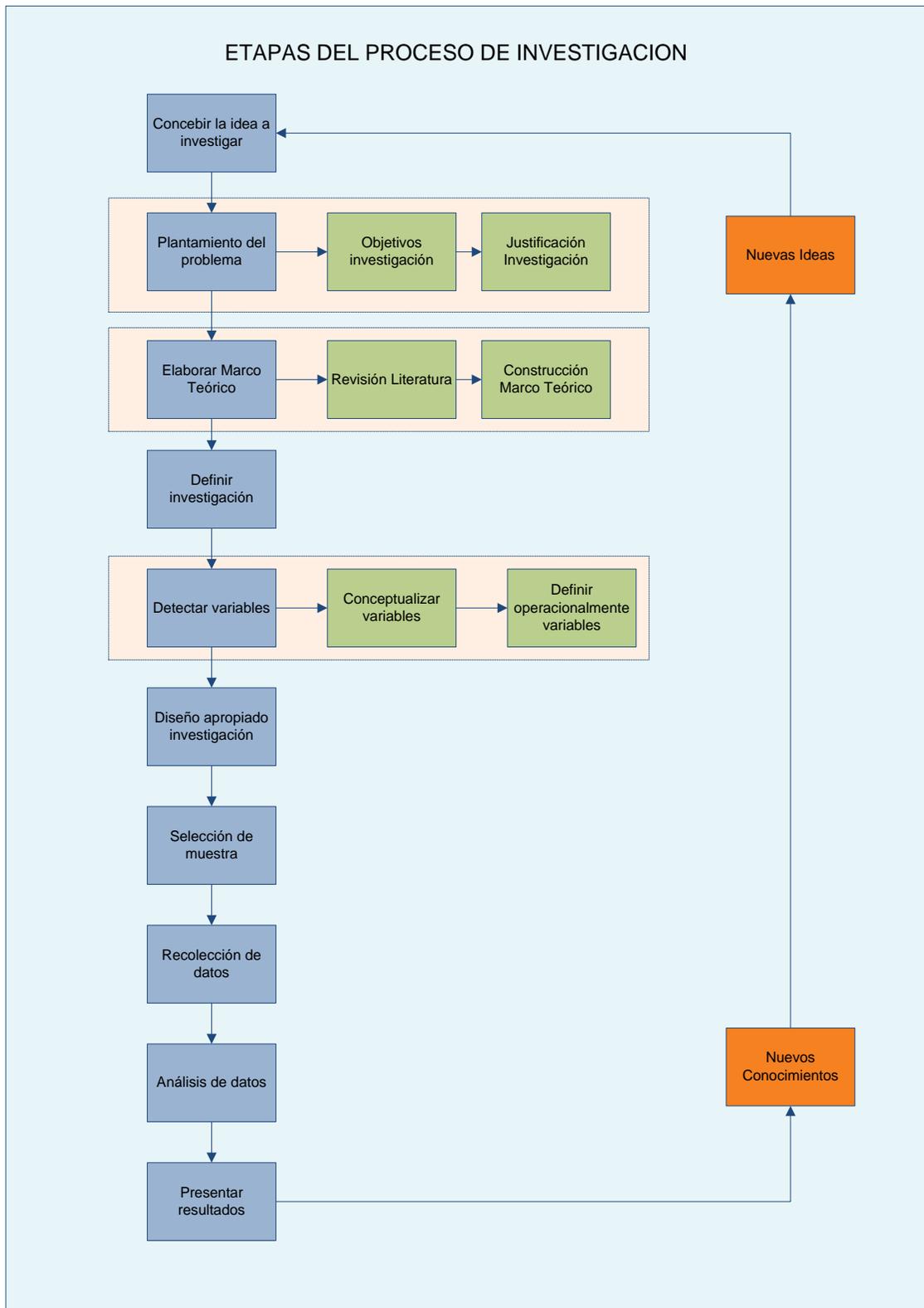


Figura 1.4 1. Etapas del proceso de investigación
 Adaptado de Hernández, R. Metodología Investigación [12].

1.5 Contenido del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación, fue desarrollado mediante la integración de 6 capítulos, una sección de anexos y una sección de conclusiones.

El capítulo uno “*Introducción*” muestra una visión general del trabajo de investigación y la razón por la cual es importante el desarrollo de metodologías para caracterizar una tabla de posiciones, en el escenario nacional que permita comparar el desempeño de las universidades. En esta sección se realiza el planteamiento del problema, la definición de los objetivos de investigación así como la justificación de la misma y las etapas que definen el proceso de investigación usado.

El capítulo dos “*Estado del Arte*” muestra varios enfoques que caracterizan el concepto de calidad en las Instituciones de Educación Superior (IES), en diferentes contextos de evaluación por un lado las tablas de posiciones académicas y por otro los mecanismos de evaluación de la investigación de los gobiernos donde se involucra la asignación de fondos a las universidades.

El capítulo tres “*Sistemas Complejos*” proporciona una visión de las universidades como un sistema complejo caracterizado por relaciones no lineales y complejidad de funciones y estructuras. Este contexto se considera relevante para el proyecto de investigación por la no linealidad de las relaciones que se presentan al caracterizar el desempeño de alumnos graduados en el caso de estudio seleccionado en el IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO.

El capítulo cuatro denominado “*La Educación Superior en México*” es una sección donde se presentan un resumen de los sistemas que caracterizan la educación superior en nuestro país.

El capítulo cinco “*Índice Hirsch*” aquí se presentan los fundamentos teóricos que caracterizan el concepto de *índice h* y su aplicación en el contexto de educación a través de la aplicación de este enfoque para la caracterización del desempeño de programas de posgrado en el IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO, el cual es caracterizado a través de la introducción del concepto *índice-H_p*. Es importante también mencionar que en esta sección también se presenta el análisis de datos asociados a una tabla de posiciones de universidades mexicanas con un enfoque similar al *índice-h* propuesto por Hirsch y que caracteriza al *índice-U* para datos normalizados.

En el capítulo seis “*Análisis de resultados*” se presentan los reportes, y análisis de los resultados obtenidos de la caracterización del *índice- H_p* para la interpretación de resultados IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO para los programas de posgrado (Maestría y Doctorado).

En la sección de “*Conclusiones*” se presentan las aportaciones del presente trabajo de investigación, mientras que en la sección de anexos se presentan los resultados del cómputo correspondiente al *índice- H_p* .

Capítulo 2

Estado del Arte

La conceptualización del estado del arte en este trabajo de investigación se enfocó en la caracterización de las diferentes metodologías y criterios que existen para realizar tablas de posicionamientos de instituciones de educación superior, así como el análisis de los criterios e indicadores que son usados como estándares de desempeño. También se exploran los conceptos de calidad en el mecanismo de evaluación de la investigación por los gobiernos así como el uso de mega herramientas de calidad usadas en el sector de manufactura y que ahora son utilizadas en los sistemas de educación. Esta caracterización permite ubicar un contexto en términos de criterios y estándares de calidad en la construcción de indicadores o índices de calidad en la evaluación de la competitividad y productividad de las universidades. Estos mecanismos fueron seleccionados con el propósito de analizar diferentes enfoques que se utilizan para identificar prácticas líderes en el contexto de las IES.

Esta sección es solamente un estudio descriptivo basado en el análisis de documentos, con objeto de presentar un enfoque global de prácticas para comparar y evaluar HEI en diferentes campos, donde el uso de métodos cualitativos pudieran ser aplicados como herramientas de evaluación del desempeño.

2.1 Criterios de Calidad en la Educación Superior

En mercados competitivos, la *calidad* es vista como una herramienta para aquellas organizaciones que desean mantener una ventaja competitiva. Factores como “reputación” e “imagen” son importantes, las organizaciones están buscando nuevas formas de demostrar una calidad superior ante sus competidores. En la actualidad, existe más interés en implementar técnicas y prácticas de negocio en la educación superior y debido a esto el interés en las tablas de posiciones de Instituciones de Educación Superior se ha intensificado en el curso de las últimas dos décadas [13].

Las tablas de posiciones tienden a ser el modelo preferido por muchas facultades para demostrar su prestigio, sus niveles de investigación y calidad.

2.2 Tablas de posiciones de Instituciones de Educación Superior

Las tablas de posiciones de universidades son listas de grupos de instituciones, comparativamente son evaluadas de acuerdo con a un conjunto de indicadores en orden descendente. Los datos son presentados en un formato de 'tabla de ligas', como los equipos de deportes son listados del mejor al peor con base a un número de juegos ganados y perdidos. Las tablas de posiciones de instituciones de educación superior son un fenómeno global, cada día más países se integran a los procesos de evaluar el desempeño de sus instituciones de educación superior. Los principales usos de las tablas de ligas son: responder a las demandas de los consumidores para fácilmente conocer el posicionamiento de una institución y contribuir a la definición de “calidad” en las instituciones de educación superior. Las tablas de posiciones también son vistas como una herramienta de análisis independiente, respecto a la calidad de las universidades.

La mayoría de los sistemas para elaborar las tablas de posiciones utilizan el método de 'sumas ponderadas'; que se basan en un conjunto de mediciones relacionados con la calidad de la educación, entonces se asignan pesos a cada medición, generalmente basados en la opinión 'subjetiva' de la importancia relativa de cada indicador. También se observa el uso de 'análisis de la variable latente' para posicionar instituciones de educación superior [13].

La Tabla 2.2.1 presenta un resumen de algunos de las tablas de posiciones y los indicadores de calidad usados. En un contexto de ocho países se exploran diferentes criterios usados para representar el estatus y el prestigio de universidades [10].

Tabla 2.2 1. Tablas de Posiciones de Universidades en contexto global

País	Tabla de Posiciones	Medición de la <i>Calidad</i>
Australia	Índice Internacional de Desempeño de Universidades en Australia [14].	-Grupos de Apoyo Internacionales -Calidad de graduados -Cantidad de programas -Recursos de la Universidad
China	Tabla Posiciones Académica de Universidades Mundiales (<i>Academic Ranking of World Universities</i>) [7].	-Calidad de la Educación -Calidad de la Facultad -Salidas de la Investigación -Tamaño de la Institución
España	Universidades Españolas e Iniciativas de Tabla de Posiciones 2005 [15].	-Contexto -Recursos -Organización -Desempeño
Francia	Tabla de Posiciones de Profesionistas de Universidades Mundiales (<i>École des Mines de Paris</i>) [16]. Tabla de Posiciones de Instituciones Científicas [10].	-El criterio seleccionado para esta clasificación es el número de alumnos como “ <i>Chief Executive Officers</i> ” (CEO) de las 500 empresas líderes en el mundo Producción científica (producción de artículos y citas asociadas, Índices de impacto)
Estados Unidos	Noticias y Reporte Mundial U.S. (<i>U.S. News & World Report</i>) [8].	-Revisión de Pares -Visión de Empleadores -Relación Estudiantes/Facultad -Relación Citación Miembros Facultad -Facultad Internacional -Estudiantes Internacionales

País	Tabla de Posiciones	Medición de la <i>Calidad</i>
Japón	Tabla de Posiciones de Universidades en Japón [17].	<ul style="list-style-type: none"> -Educación -Investigación -Contribución a la Sociedad
México	Mejores universidades 08, Periódico El universal 3 de marzo de 2008. Suplemento Especial [18].	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de Pares -Visión de Empleadores -Acreditación Institucional
Reino Unido	Times Suplemento de la Educación Superior (THES) [9].	<ul style="list-style-type: none"> -Revisión de Pares -Visión de Empleadores -Relación Grupos de Apoyo/Estudiantes -Relación Citación/Grupos de Apoyo -Grupos de Apoyo Internacional -Estudiantes Internacionales

Aunque existen diferentes enfoques e indicadores para evaluar la calidad de una universidad y no existe un consenso acerca de los parámetros para evaluar la calidad en la educación superior, y cómo estos pueden ser medidos, la *investigación* es un factor dominante en las tablas de posiciones de universidades como un parámetro de calidad y estatus. La mayoría de los rankings están basados en información relacionada con la investigación, como son: publicaciones en revistas académicas de prestigio, índice de citas, ganadores de premios nobel, etc. Una amplia y variado número de indicadores son utilizados para evaluar el prestigio y estatus de una universidad, pero la investigación es el indicador dominante [19].

Este patrón es observado debido al rol que juegan las universidades en la construcción de economías dinámicas y competitivas, donde el conocimiento y la innovación están estrechamente vinculados con las actividades de investigación y desarrollo [5].

Las 500 mejores universidades del mundo se encuentran solamente en 35 países. Los Estados Unidos tienen una posición dominante, con el 85% de las 20 mejores instituciones, 51% de las mejores 100, y 45% de las 200 mejores. La mayoría de las mejores instituciones se encuentran en los países desarrollados. Todas las universidades de clase mundial son universidades donde se lleva a cabo *investigación*, lo cual es un indicador de la importancia del poder económico en la construcción de universidades de clase mundial [7].

2.3 Evaluación de la Investigación por los gobiernos

Aún cuando las tablas de posiciones de universidades son una herramienta para identificar instituciones líderes en la educación superior, existen otros mecanismos para evaluar la investigación. En este sentido, no existe una estructura estandarizada, pero sí múltiples modelos, los cuales difieren en contexto y país [20]. En esta sección se exploran algunos de los métodos y sus características, en cuatro diferentes países: Australia, España, Nueva Zelanda y el Reino Unido. Estos lugares representan diferentes contextos y usan la evaluación de la investigación para diferentes propósitos, razón por la cual han sido seleccionados para explorar características comunes y futuras tendencias.

Australia (*Research Quantum*)

El sistema de educación superior en Australia está integrado por 51 instituciones, de las cuales 37 corresponden a la categoría de universidades públicas y 14 universidades privadas. Los antecedentes de los mecanismos para evaluar la investigación en este país han sido introducidos a partir de 1994 a través de un método selectivo de distribución de fondos para la investigación, con el propósito de reconocer el desempeño de la investigación. Tal mecanismo fue conocido como *research quantum*, el cual estaba basado puramente en medidas cuantitativas de la productividad de la investigación. La característica de este método es el bajo costo para distribuir los fondos de la investigación; sin embargo, el Departamento de Educación, Ciencia y Entrenamiento decidió reemplazarlo. Esta decisión fue influenciada por un estudio el cual muestra que, aunque Australia ha incrementado sus publicaciones, en términos de medidas de impacto el desempeño de Australia ha declinado [19] y [21].

Se observa que el mecanismo *research quantum* que mide cantidad en lugar de salidas de la investigación de calidad, ha promovido que los investigadores en Australia publiquen con más frecuencia, lo cual no supone necesariamente que se han enfocado en las revistas académicas de alto impacto. El impacto de la investigación es otro factor que ha de considerarse como una medida de calidad en las producciones científicas.

España (*Sistema de Evaluación de la Investigación*)

En España existen 67 universidades —y varias más en construcción—, de las cuales 19 son privadas. Este sistema se caracteriza por instituciones fundadas hace más de un siglo, encontrándose entre ellas algunas de las más antiguas del mundo (Salamanca fundada en 1218; Valladolid 1346; Barcelona 1430; Zaragoza 1474; Santiago 1495 y Valencia, en 1500). En cuanto a su ubicación

todas ellas se encuentran en la parte norte del país, en los antiguos reinos cristianos, algunas de ellas son las instituciones más grandes en Europa [15].

El Sistema de Evaluación de la Investigación en España fue institucionalizado en 1986 por medio del acta para la *Promoción y Coordinación Científica y Técnica de Investigación*. Con esta acta, la Agencia Nacional para la Evaluación y Previsión (ANEP) fue creada en la Comisión Interministerial para Ciencia y Tecnología (CICYT) —organismo encargado de la política de investigación y desarrollo—, pero con autonomía de administración científica [23]. Varios mecanismos son característicos del Sistema de Evaluación de la Investigación: Financiamiento, evaluación académica de carrera y el Plan Nacional para la Evaluación de la Calidad de las Universidades (PNECU).

Financiamiento: La ANEP es la responsable de la selección y evaluación de proyectos de aplicación. Como parte de sus funciones está la evaluación de las propuestas por parte de un panel de expertos, quienes son los responsables de tomar la decisión final para la asignación de los fondos. El proceso de financiamiento, está caracterizado por un mecanismo “dual”, esto, porque que una vez que se lleva a cabo la evaluación por parte de la ANEP, la prioridad de los objetivos de la investigación, es establecida por un panel del organismo de financiamiento [22].

Carreras Académicas: La Comisión Nacional para la Evaluación de Actividades de Investigación (CENAI) fue institucionalizado como un mecanismo de evaluación académica de carreras y del desempeño de la investigación por parte de los investigadores. Fue organizado para proporcionar incentivos a las actividades de investigación. La aplicación para la evaluación es voluntaria y si el resultado es positivo, el efecto es un pequeño incremento permanente en el salario del investigador [22].

Plan Nacional para la Evaluación de la Calidad de las Universidades (PNECU): Dos desarrollos institucionales han tomado lugar en la última década en la Evaluación de la Investigación de España. En primer lugar, la emergencia de evaluaciones sistemáticas de las universidades se ha enfocado en la calidad de la enseñanza más que en la investigación misma, y no tiene efectos de financiación. El instrumento principal aquí ha sido el Plan Nacional para la Evaluación de la Calidad de las Universidades (PNECU) encabezado por el Consejo de Universidades y compuesto por organizaciones representantes de los gobiernos nacionales y regionales y los rectores de todas las universidades. En términos de criterios de evaluación para el financiamiento se consideran:

contribución de la propuesta, diseño de la investigación, calidad de la metodología y desempeño pasado del investigador principal y el equipo de investigación [22].

El Plan evalúa tres actividades principales: a) enseñanza en los programas, b) investigación en los departamentos y c) administración de los servicios relacionados con los programas. La metodología es desplegada por el PNECuy consiste de una mezcla de sistemas de autoevaluación y evaluación externa, y como paso final, la escritura y publicación de un reporte final. Aunque el plan está más orientado a las actividades de enseñanza que a las actividades de investigación, las actividades de investigación en las universidades están parcialmente revisados, poniendo más atención a diferentes dimensiones institucionales: producción científica, relaciones externas, recursos humanos, recursos materiales, infraestructura, programas de doctorado, grupos de investigación, soporte interno de la investigación, actividades de promoción, comunicación interna y colaboración y promoción interna de la investigación en el departamento [22].

Nueva Zelanda (*Fondos de Desempeño de la Investigación Base*)

La Educación Superior en Nueva Zelanda toma lugar en las universidades, politécnicos, institutos de tecnología, colegios de educación, *wananga* (centros de aprendizaje para indígenas) y establecimientos de entrenamiento privados y de gobierno. Actualmente existen 8 universidades, 21 politécnicos, 4 colegios de educación, 3 *wananga*, 11 establecimientos de gobierno para el entrenamiento y 900 establecimientos para el entrenamiento privados.

En el 2002 el gobierno de Nueva Zelanda estableció una nueva entidad la Comisión para la Educación Terciaria y se encargó de administrar los Fondos de Desempeño a la Investigación Base —*Performance-Based Research Fund* (PBRF)— [23]

La primera evaluación de calidad se realizó en el 2003 [24] y una segunda evaluación parcial se realizó en el 2006 [25] y la siguiente está programada para 2012. El PBRF es una evaluación del desempeño de la investigación en todas las instituciones de educación de educación —en parte está basado en el Ejercicio de Evaluación de la Investigación —*Research Assessment Exercise* (RAE)— del Reino Unido [26], [27], [28], [29]. Las instituciones evaluadas con el PBRF “organizaciones de educación terciaria”, son ocho universidades y 46 universidades las cuales incluyen: politécnicos, colegios de educación y *wananga* [30].

La metodología para el PBRF sigue un modelo mixto [29], en el que ambas instituciones e individuos son evaluados durante la ronda de Evaluación de Calidad. Tal evaluación de calidad es programada para operar en un ciclo de 6 años, empezando en 2003, una ronda parcial en 2006 y una ronda completa en 2012. El aspecto más importante de la evaluación de calidad en 2003, fue la determinación de una puntuación de calidad para cada institución basada en el Equivalente de tiempo completo (TFE) –promedios ponderados del grupo de apoyo calificado. Los grupos de apoyo son evaluados como A, B, C y R, y fueron incluidos 10, 6, 2 y 0 respectivamente en el cálculo de la puntuación de calidad institucional [30].

La evaluación de calidad comprende tres componentes: evaluación de las actividades de investigación del *staff*, la cual constituye el 60% de los fondos [31], una cuenta del número y tipos de grados de investigación terminados, el cual constituye el 25% de los fondos, y una medida del ingreso externo de la investigación, con valor de 15% de los fondos [30].

Reino Unido (*Ejercicio de Evaluación de la Investigación*)

El Reino Unido ha desarrollado uno de los sistemas de evaluación de la investigación más avanzados en Europa [31]. La evaluación ahora toma lugar no sólo en el nivel de investigadores individuales y proyectos, sino también a nivel institucional y nacional. El primer ejercicio de evaluación de la investigación RAE fue llevado en 1986, y un ejercicio similar fue repetido en 1989, 1992, 1996, 2001 y 2008 [32].

El Ejercicio de Evaluación de la Investigación es llevado conjuntamente entre el Consejo de Financiamiento para la Educación Superior para Inglaterra (HEFCE), el Consejo de Fondos para Escocia (SFC), el Consejo de Fondos para la Educación Superior de Escocia (HEFCE) y el Departamento para el Empleo y el Aprendizaje del Norte de Irlanda (DEL)¹.

El Ejercicio RAE del 2008 será el último llevado a cabo en el formato actual. El HEFCE está trabajando para desarrollar nuevos acuerdos para la evaluación y el financiamiento de la investigación. El nuevo formato, El Marco de Excelencia para la Investigación —*The Research Excellence Framework* (REF)— será introducido después del RAE y será completamente implementado para asignar los fondos en el 2014.

¹ Obtenido 26-Mayo-2009 <http://www.rae.ac.uk/>

El RAE 2008 estuvo basado en los siguientes criterios: resumen general de los grupos de apoyo, individuos activos en investigación, estudiantes dedicados a investigación, becas para investigación, ingresos externos de investigación, descripción textual.

Evaluación de la investigación: Características, similitudes y futuras tendencias

El primer elemento que se ha de notar es el uso de la evaluación de la *investigación* como un método racional para asignar recursos a las universidades. Existe un acuerdo general respecto al rango de indicadores, subjetivos y objetivos que son necesarios en cualquier proceso de evaluación de la investigación, en particular, cuando la salida determinará una distribución significativa de los fondos para investigar.

En términos de métodos usados, la revisión de pares parece ser el método más válido y frecuente para medir las salidas de la calidad académica de la investigación. Sin embargo este método parece ser de alto costo y con procedimientos complejos, lo que dificulta que la metodología sea empleada para comparaciones [14]. En Nueva Zelanda el costo para Comisión de la Educación Terciaria y el ministerio de educación para implementar el PBRF y conducir la Evaluación de la Calidad son estimados en \$5.9 millones. Los costos anuales son estimados en \$1 millón por año [14] y [34].

Es observado también una tendencia para adoptar un enfoque más cualitativo en los métodos usados para la evaluación de la investigación o la implementación de sistemas híbridos. RAE en el Reino Unido está siendo actualizado en el mecanismo REF², el cual consiste de un marco de referencia unificado para financiar y evaluar la investigación en todas las materias. Este mecanismo hará mayor uso de indicadores cuantitativos –incluyendo indicadores bibliométricos cuando sea apropiado y el mecanismo de revisión de pares. El impacto económico y social de la investigación, así como su impacto en las políticas, también contribuirá a la evaluación general de la investigación.

Otra tendencia importante que se observa, es el hecho de ser más selectivo en el tipo de indicadores cuantitativos usados como medio de calidad en la investigación.

La Tabla 2.3.1, muestra un resumen de los indicadores de calidad usados en los diferentes mecanismos de la evaluación de la calidad por los gobiernos.

² Obtenido 26-Mayo-2009 <http://www.hefce.ac.uk/Research/ref/>

Tabla 2.3 1. Evaluación de la Investigación por gobiernos

País	Evaluación Investigación	Medición de la <i>Calidad</i>
Australia	Research Quantum	-Productividad Investigación -Salida Investigación -Impacto Investigación ³
España	Sistema de Evaluación de la Investigación	-Enseñanza -Investigación -Administración de servicios -“Mérito a la investigación”-
Nueva Zelanda	Fondos de Desempeño Base a la Investigación (<i>Performance-Based Research Fund</i>)	-Evaluación de actividades de investigación de grupos de apoyo. -Número y tipos de Grados de Investigación terminados -Medición Externa del Ingreso de la Investigación
Reino Unido	Ejercicio de Evaluación de la Investigación (<i>Research Assessment Exercise</i>)	-Resumen de grupo de apoyo -Individuos Activos de Investigación -Salidas de Investigación -Estudiantes dedicados investigación -Ingresos Externos de Investigación -Descripción textual ⁴

³ Aunque este sistema está enfrentando un proceso de cambio, algunas de estas características serán consideradas en el futuro

⁴ Basados en RAE 2008

2.4 Mega-Herramientas: Sistemas de Gestión de Calidad

A continuación se exploran algunas herramientas de calidad con aplicaciones a los sistemas de educación superior, en algunas ocasiones estas herramientas son representadas con siglas como ISO, TQM, Six Sigma y Lean, pero en realidad son sistemas completos para la organización y administración de las mejoras en una organización. Ellas involucran conceptos filosóficos y metodologías, así como una colección de herramientas más pequeñas, de ahí el concepto de *Mega-Herramientas* propuesto por Tague [35].

Las herramientas que son evaluadas en esta sección son: *Criterios para el Desempeño de Excelencia en la Educación (Baldrige National Quality Program)*, *Norma ISO 9001:2008*, *Lean Manufacturing*, la intención de este análisis es explorar diferentes criterios que significan calidad en la educación superior.

Criterios para la Excelencia en la Educación (MBNQA)

El Malcolm Baldrige National Quality Award (MBNQA) es un reconocimiento anual que se otorga a organizaciones o divisiones de alto desempeño, el cual fue creado para ayudar a los negocios en Estados Unidos a enfocarse en los sistemas y procesos que pudieran llevar un desempeño excelente y así mejorar la competitividad global. El MBNQA proporciona una guía para el desarrollo de sistemas de gestión que pueden lograr altos niveles de calidad, productividad, satisfacción del cliente y éxito en el mercado. Originalmente el premio se había entregado en tres categorías: manufactura, servicios y negocios pequeños. Desde 1999, el premio también se entrega en la categoría de educación y salud. No todas las categorías son premiadas cada año, y algunos años existen múltiples ganadores. Este modelo considera 7 criterios: Liderazgo, Planeación Estratégica, Enfoque al Cliente, Medición, Análisis y Administración del Conocimiento, Enfoque Fuerza de Trabajo, Gestión de Procesos y Resultados [35].

ISO 9000

ISO 9000 es un conjunto de normas internacionales para la calidad. Las organizaciones son auditadas y certificadas contra los requerimientos del estándar. El estándar o norma incluye elementos que son considerados importantes para la administración de un sistema de calidad, desde la responsabilidad de la dirección, a la documentación de sus procesos hasta la mejora continua. Los clientes de una organización certificada pueden ser asegurados que los suministros cuentan con prácticas aceptables de calidad. Si bien ISO 9000 es una norma genérica su aplicación también se ha extendido en el campo de la educación; Karapetrovic en su artículo “*Sistema de Calidad ISO 9001*

Una interpretación para la universidad” interpretan los conceptos de ISO 9001 para la aplicación de un ambiente de una universidad, así como hacen referencia al concepto de “Sistema de Producción de una Universidad” como un elemento para facilitar la interpretación de la norma ISO 9001 [36].

Lean Manufacturing

También llamado *lean production*, *lean manufacturing*, solamente *lean*, o *manufactura esbelta* en español. Lean manufacturing se refiere a un sistema de métodos que enfatizan, identifican y eliminan actividades que no agregan valor agregado –desperdicio (*waste*)- en la manufactura u organización de soporte a la manufactura. Los procesos se hacen más rápidos y menos caros. Lean manufacturing se caracteriza por ciclos de manufactura rápidos, métodos justo a tiempo, sistemas de arrastre (*pull systems*), poco o ningún inventario, flujo continuo o lotes de tamaño pequeño, nivelamiento de producción, calidad confiable. Las organizaciones lean son eficientes, flexibles y altamente responsables de las necesidades del cliente [35].

2.5 El Futuro de las Herramientas de Calidad aplicadas a la Educación

A medida que las universidades enfrentan ambientes más competitivos y los recursos asignados se vuelven más limitados, los sistemas de gestión de calidad y sus herramientas toman mayor relevancia. El propósito de esta sección es proporcionar algunos criterios respecto a la aplicación de modelos de gestión de calidad en las universidades, con objeto de explorar los criterios que significan *calidad* por una parte se tienen mecanismos como las *tablas de ligas* que hacen referencia a criterios de investigación y académicos como medios para demostrar los niveles de excelencia de las instituciones de educación superior, criterios indicadores como son: productividad, recursos existentes, estudiantes internacionales, investigación, enseñanza, visión de empleadores, premios nobels, facultades internacionales son usados como dimensiones de calidad. Por otra parte, se observa que los gobiernos están haciendo uso de métodos más racionales para la asignación de recursos a las universidades, así como la aplicación de sistemas tradicionales usados en la manufactura ahora son aplicados en los sistemas de educación superior, esto muestra un contexto complejo con herramientas múltiples y criterios múltiples para evaluar y gestionar la calidad en las instituciones de educación superior.

Capítulo 3

Sistemas Complejos en la Educación

Ciertamente, las Instituciones de Educación Superior (IES) se encuentran entre las organizaciones más complejas en nuestra sociedad, especialmente por la diversidad de sus funciones. La mayoría de ellas proporcionan al mismo tiempo -diferentes programas y diferentes disciplinas- (licenciaturas, maestrías, doctorados, educación, educación continua). En ellas también se lleva a cabo investigación, que es compartida a la comunidad científica, también se aplican conocimientos para su uso en la economía y solución de problemas sociales y políticos urgentes.

Esta sección explora cómo una universidad puede ser caracterizada como un sistema complejo, con el propósito de presentar un contexto que necesita ser considerado cuando sistemas y métodos surgen para comparar prácticas líderes en la educación superior.

3.1 Conceptos de Sistemas Complejos aplicados a Universidades

Los *sistemas complejos* se caracterizan como un conjunto de muchos componentes discretos que interactúan entre sí de manera no *lineal*. La no linealidad de las interacciones entre elementos, o la no linealidad dinámica, se refiere a que las causas no son proporcionales a los efectos. Así los elementos de un sistema están relacionados de tal manera que un pequeño cambio en un aparte del sistema puede tener efectos globales que involucren a todos o casi todos los demás elementos. Esta noción se contrapone a la idea ampliamente aceptada de que causas pequeñas tienen efectos pequeños y de que a los grandes eventos les corresponde causas de gran magnitud.

La palabra complejidad por definición es “consistente de partes interrelacionadas o interconectadas”. Para entender el comportamiento de un *sistema complejo*, no es suficiente entender el comportamiento de las partes, es necesario entender las interrelaciones, así como las interacciones para integrar un todo. Esto en parte es debido a que el todo no puede ser descrito, si

las partes no son descritas, y cada parte necesita ser descrita en relación a otras partes, debido a esto los sistemas complejos son difíciles de entender [37]. Los problemas que son difíciles de resolver usualmente son difíciles de entender, debido a que las causas y los efectos no son obvios. El campo de los sistemas complejos proporciona herramientas de análisis, algunos de ellos son conceptos que ayudan a pensar acerca de estos sistemas, otros son modelos computacionales que permiten, describir, modelar o simular estos sistemas [38].

Bar-Yaam [37], propone tres tres enfoques para estudiar los *sistemas complejos*: 1) como interaccionan las partes para crear patrones de comportamiento, 2) entender las formar para describir un sistema complejo y 3) el proceso para formar un sistema complejo a través de patrones de evaluación. En este sentido los trabajos que a continuación se describen se enfocan principalmente en describir como los conceptos de sistemas complejos se presentan en un contexto de la educación superior a través de ejemplos ilustrativos que permiten conceptualizar a las universidades como *sistemas complejos*.

Es importante notar que en el área de educación, las líneas de investigación de los sistemas complejos se han enfocado en modelos para educación básica principalmente [39], enseñanza, mejora de la enseñanza y aprendizajes, así como encontrar estructuras más efectivas para las escuelas. Los modelos en la educación superior han sido poco explorados [38].

Tomando como base los trabajos realizados por Cilliers [40] en cuanto a la caracterización de los sistemas sociales como sistemas complejos, a continuación se muestran ejemplos ilustrativos que permiten caracterizar a una universidad como un sistema complejo, esta información toma relevancia en el contexto de este trabajo de investigación debido a la presencia de modelos no lineales en el caso de estudio seleccionado.

- a) *Los Sistemas complejos están formados por un número de elementos muy grande*: Si se observan los sistemas sociales, ellos están constituidos por seres humanos y ciertamente el número es enorme. En un contexto de educación superior en México, el sistema está caracterizado por su heterogeneidad y relaciones dinámicas con el gobierno para coordinación, planeación y regulación. En México el Sistema de Educación Superior está formado por diferentes subsistemas, entre ellos organizaciones de diferentes tamaños y composición. La Tabla 3.1.1 muestra los elementos que integran la Educación Superior en México [41].

Tabla 3.1 1. Sistema de Educación Superior MÉXICO

Subsistema	No. Instituciones	%	No. Estudiantes
Universidades Públicas Federales	4	0.2	307,778
Universidades Públicas Estatales	46	2.4	785,917
Institutos Tecnológicos Públicos	211	11.2	325,081
Universidades Tecnológicas Públicas	60	3.2	62,726
Universidades Politécnicas Públicas	18	1.0	5,190
Universidades Interculturales Públicas	4	0.2	1,281
Instituciones de Educación Públicas para Maestros	249	13.2	92,041
Instituciones Privadas (universidades, institutos, centros y academias)	995	52.6	776,555
Instituciones de Educación Privada para Maestros	184	9.7	54,267
Centros Públicos de Investigación	27	1.4	2,801
Otras Instituciones Públicas	94	5	124,609
Total	1,892	100	2,538,256

Fuente: Reporte de País (Secretaría de Educación Pública, 2006)
Tabla 2.1 y Sección 2.3 [41].

Otra característica que tienen las universidades es la diversidad de agentes, así como la clase de estructuras sociales, por ejemplo: estudiantes, visitantes internacionales, gobernantes, compañías regionales, agencias de investigación entre otras. Las universidades son consideradas entre las organizaciones más complejas que existen en la sociedad, especialmente por la diversidad de sus funciones. La mayoría de ellas proporcionan diferentes tipos programas: licenciatura, maestría, doctorado, educación a distancia, educación continua, todo esto al mismo tiempo, ellas producen resultados de la investigación en la forma de conocimiento que es compartido en la comunidad científica (a través de publicaciones científicas), pero también aplican los conocimientos para su uso en la producción económica o para resolver problemas sociales y políticos urgentes (por ejemplo en la forma de consultoría), sus contribuciones a la cultura y a la sociedad en muchos casos también es relevante.

Una gran cantidad de información es necesaria para describir lo que ocurre en una universidad siendo esta otra característica inherente de los sistemas complejos.

b) *Los elementos en un sistema complejo interactúan dinámicamente:* Los elementos están sujetos a un constante intercambio de información. Cualquier estrategia de cambio debe

considerar a los diferentes factores que afectan el sistema de educación, las interacciones con las partes, sus interrelaciones dentro de él y el ambiente. Las universidades están caracterizadas porque tienen arquitecturas a diferentes escales las cuales son: maestros y estudiantes, a nivel de salón de clase, departamentos, universidades, estado, agencias federales y el sistema total [42].

- c) *El Nivel de Interacciones es muy rico.* Los elementos interactúan con otros elementos en arreglos con diferentes capacidades. Por ejemplo, en las universidades, las metas organizacionales están enfocadas en diferentes grupos externos e internos. Raramente tienen solamente una misión. La calidad de la enseñanza básica y la investigación aplicada, servicio a la comunidad local, administración eficiente y efectiva, solución a problemas sociales, cooperación internacional, movimiento de estudiantes y la lista puede ser más grande dependiendo de la universidad y el país. Las metas son heterogéneas y usualmente están en conflicto. Algunas universidades, como el caso de la UNAM en México y la Universidad de Buenos Aires Argentina, soportan escuelas secundarias [43].
- d) *Interacciones no lineales.* La no linealidad es una condición de la complejidad, especialmente donde la auto-organización, dinámica, adaptación y evolución están en juego. Las relaciones lineales dan origen a sistemas simples con estructuras transparentes. Los sistemas sociales son no lineales y asimétricos, la naturaleza de los sistemas sociales son usualmente regulados por relaciones de poder. Algunos ejemplos de relaciones no lineales en las universidades son: 80% del trabajo con mayor índice de citación es desarrollado por 38% de los investigadores [44]. Las 500 mejores universidades se encuentran solamente en 35 países. Los Estados Unidos tienen la posición dominante con el 85% de las 20 mejores universidades [7].

Las universidades donde se lleva a cabo la investigación son solamente una pequeña parte de la mayoría de la mayoría de los sistemas económicos. En Estados Unidos 150 de un total de 300 instituciones académicas son universidades de investigación. Estas universidades son las de mayor prestigio y son reconocidas con el 80% de los fondos para la investigación. Los salarios tienden a ser superiores, las responsabilidades de enseñanza son menores, las bibliotecas, instalaciones y laboratorios son mejores al promedio nacional [43].

- e) *Las interacciones tienen rangos cortos.* Los elementos en un sistema complejo usualmente interactúan primariamente con los elementos alrededor de él. En redes grandes, esto resulta en grupos o ensambles de elementos para desarrollar funciones específicas. Como un ejemplo de este tipo de interacciones está la creación de redes de universidades como son: Asociación Nacional de Instituciones de Educación Superior (ANUIES) la cual es una entidad no gubernamental que promueve la mejora en los campos de enseñanza, investigación, cultura y servicios en México.
- f) *Existen ciclos con interconexiones.* La retroalimentación es un aspecto importante en los sistemas complejos. Esto significa que la actividad de un elemento puede afectar directa o indirectamente así mismo.
- g) *Los sistemas complejos son sistemas abiertos.* Los sistemas sociales también interactúan con otros sistemas, incluyendo sus ecosistemas. Cada vez es más frecuente observar cómo las universidades se mueven más a ambientes virtuales, y de un enfoque de nación se aproximan a un enfoque global. Nuevos sistemas requieren nuevas alianzas dentro y fuera de las universidades, dependiendo de las topologías y arquitecturas [7]. La educación superior cambia en respuesta a las condiciones internas y externas. En este sentido los cambios en la tecnología han cambiado la forma en que la facultad enseña, conduce investigación y califica.
- h) *Los sistemas complejos operan en condiciones lejos de estar en el equilibrio.* Los sistemas complejos necesitan un flujo constante de energía para intercambiar, evolucionan como entidades complejas. El equilibrio, la simetría y la estabilidad significan la muerte. Por ejemplo las universidades en China, han incrementado sus cuotas y obtienen recursos adicionales de la consultoría, así como establecido compañías para captar más fondos de financiamiento. En países como Rusia y Uganda, las universidades de investigación, han admitido estudiantes privados, a quienes se cobran altas cuotas, en contraste con las inscripciones públicas para obtener nuevos fondos. En este sentido se puede ilustrar como las universidades van modificando sus mecanismos para adaptarse a su ambiente [43].
- i) *Los sistemas complejos tienen historia.* La historia de los sistemas complejos no es un estado, es la acumulación de estados distribuidos en el sistema en la vida del sistema [40].

j) *Capacidad de adaptación de las universidades.* Las universidades son un rico ejemplo de sistemas complejos, las universidades son encontradas como las organizaciones más antiguas del mundo y han probado su capacidad de adaptación a través de cambios políticos y socioeconómicos a través de los siglos.

- Las universidades como organizaciones complejas, como otras estructuras burocráticas, tienen metas, estructuras, líderes que desarrollan tareas específicas, procesos para tomar decisiones y definir la política institucional. También tienen características críticas las cuales afectan su proceso de toma de decisiones: ambigüedad de metas, complejidad de tareas, y vulnerabilidad al ambiente [42].
- Las universidades requieren administrar una agenda compleja: enseñanza, investigación y servicios.
- La autoridad profesional está basada en el conocimiento. El trabajo de administración está basado en normas burocráticas y regulaciones por rango. Los profesores son libres de seleccionar el campo de investigación y los métodos de información. En la enseñanza esto significa el diseño de la estructura de los cursos.
- Pueden adaptar sus estrategias de acuerdo con su historia, pueden adaptar su comportamiento por el simple hecho de mejorar su desempeño [43].

k) *Niveles jerárquicos.* Las universidades son organizadas de muy diferentes maneras en términos de gobierno, estructura y toma de decisiones. Diferentes estructuras de poder y grupos de interés dominan el gobierno y la toma de decisiones. Comparando con las firmas de negocios, las universidades tienen sistemas de control paralelos, por una parte la facultad está preocupada acerca de la difusión del conocimiento y por otra parte los administradores están preocupados por la eficiencia de la organización, esto crea un ambiente de incertidumbre acerca del futuro [44].

La Figura 3.1.1 presenta estos conceptos en una manera gráfica.

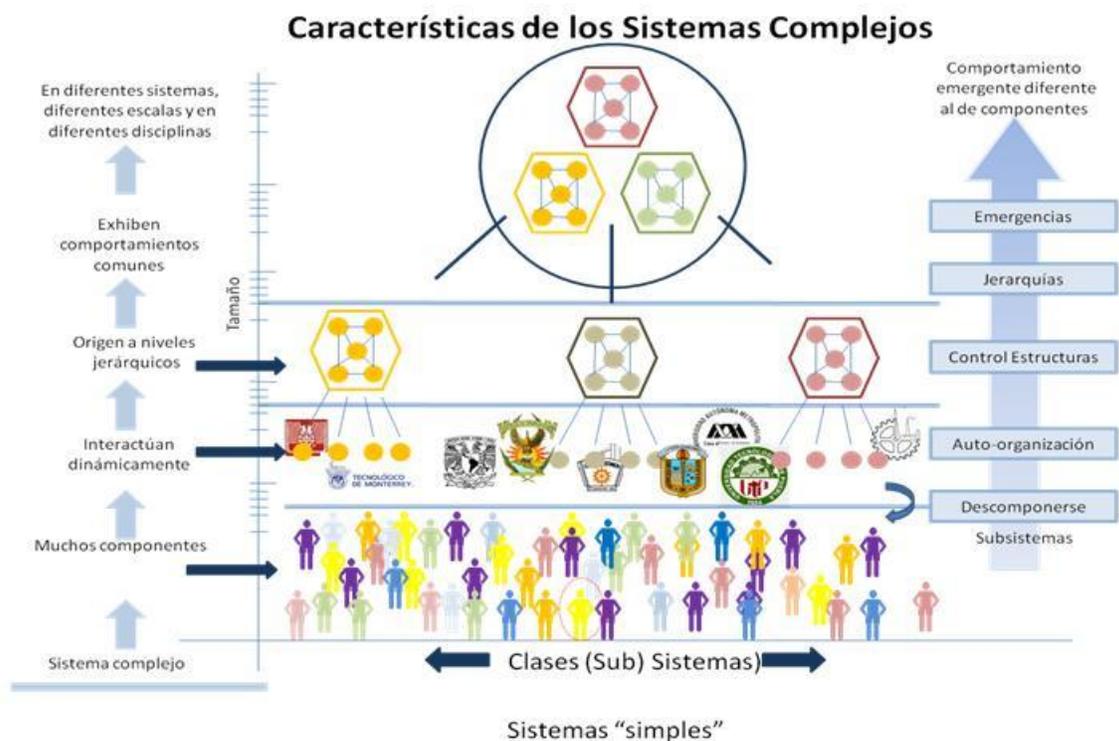


Figura 3.1. 1. Características de los Sistemas Complejos
-Adaptado de Complex System Institute [38].

Capítulo 4

La Educación Superior en México

4.1 El Contexto de la Educación Superior en México

México tiene una larga tradición e historia en la educación superior. El país cuenta con la primera universidad de las Américas, llamada la Universidad Real y Pontifica de la Nueva España, fundada en 1551 y cerrada en 1860 tiempo en el cual contaba con 3 facultades y menos de 30 estudiantes, todos ellos estudiantes de teología. Un número de escuelas profesionales fueron creadas en las siguientes décadas convirtiéndose en universidades o se integraron a otras instituciones. Fue hasta 1929, cuando la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) fundada en 1910) le fue otorgada autonomía y la importancia de la educación superior fue completamente confirmada.

En el periodo post revolucionario, las siguientes universidades estatales fueron fundadas: Michoacán (*Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*) (1917), Sinaloa (1918); Yucatán (1922); San Luis Potosí (1923); Guadalajara (1924); Nuevo León (1933); Puebla (1937) y Sonora (1942).

El gobierno federal estableció el Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1938 con la idea de proporcionar educación superior a los trabajadores y campesinos. La primera institución superior privada apareció en México en este tiempo. Los industriales líderes en México localizados en Monterrey, establecieron el *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey* en 1943, para preparar a ingenieros y administradores que pudieran operar sus negocios [41].

La Tabla 4.1.1 representa una caracterización de la heterogeneidad en México respecto a las Instituciones de Educación Superior.

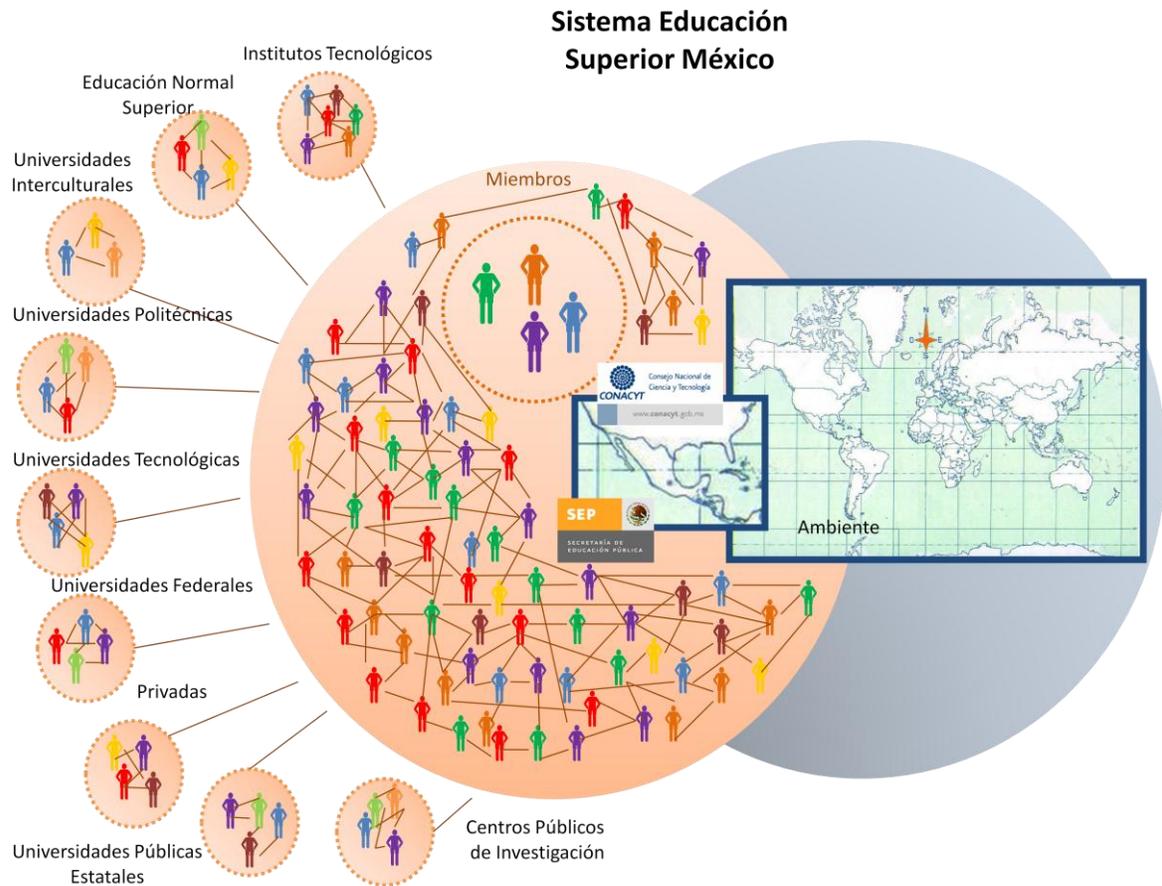


Figura 4.1 1. Caracterización del Sistema de Educación en México
Fuente: Sistema de Educación Superior en México

En la actualidad la *Educación Superior* es concebida como una de las principales formas por las cuales México es modernizado como una empresa nacional para crear capital humano y mayor integración social para estimular y asegurar a largo plazo el crecimiento económico y mayor participación de la juventud en la educación. La Ley General de Educación [41], establece tres tipos de educación: básica, media superior y superior.

Tabla 4.1 1. Tipos de educación en México.
—Secretaría de Educación Pública—

Tipo Educativo	Nivel	Servicios
<i>Educación Básica</i>	Preescolar	General Comunitario Indígena
	Primaria	General Cursos Comunitarios Indígena
	Secundaria	General Técnica Telesecundaria
<i>Educación Media Superior</i>	Profesional Técnica	CET, Cecytes, Conalep y otros
	Bachillerato	General Tecnológicos
<i>Educación Superior</i>	Técnico Superior	Universidades Tecnológicas, otros
	Licenciatura	Normal, Universitario y Tecnológica
	Posgrado	Especialidad, Maestría y Doctorado

Fuente: Portal de Internet *Secretaría de Educación Pública*

La educación de tipo superior se imparte después del bachillerato. Se conforma por tres niveles: el *técnico superior* (también conocido como profesional asociado), la *licenciatura* y el *posgrado*. La Tabla 4.1.1 presente los tipos de Educación en México.

- **El *técnico superior*** requiere estudios de bachillerato, forma profesionistas técnicamente capacitados para el trabajo en una disciplina específica, sus programas de estudio son de dos años, es de carácter terminal y no alcanza el nivel de licenciatura.
- **La *licenciatura*** se imparte en instituciones tecnológicas, universitarias y de formación de maestros; es de carácter terminal y forma profesionistas en las diversas áreas del conocimiento con programas de estudio de cuatro años o más.
- **El *posgrado*** requiere la licenciatura y se divide en estudios de especialidad, maestría y doctorado; forma profesionistas con alto grado de especialización profesional, que se acreditan mediante un título o grado

La educación superior en México se encuentra integrada en diferentes subsistemas, diferente entre sí, diferentes en tamaño, naturaleza y composición: *Universidades Públicas Federales,*

Universidades Estatales Públicas, Institutos Tecnológicos Públicos, Universidades Tecnológicas Públicas, Universidades Politécnicas Públicas, Universidades Interculturales Públicas, Institutos de Educación a Maestros Pública, Instituciones Privadas, Institutos Privados de Educación a Maestros, Centros de Investigación Públicos y Otros Institutos Públicos.

- ***Institutos Tecnológicos:*** El Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNIT) tiene como prioridad formar profesionales competentes y propiciar el desarrollo nacional mediante planes y programas de estudio pertinentes para la realidad de cada región. En el SNIT se forman ingenieros y profesionales de las áreas administrativas.
- ***Educación Normal Superior:*** En estas instituciones se ofrecen, entre otros, programas de licenciatura en educación preescolar, primaria, primaria intercultural bilingüe, secundaria, especial, inicial, física y artística.
- ***Universidades Interculturales:*** Tienen como objetivo impartir programas formativos en los niveles de profesional asociado, licenciatura, especialización, maestría y doctorado, pertinentes al desarrollo regional, estatal y nacional, orientados a formar profesionales comprometidos con el desarrollo económico social y cultural en los ámbitos comunitario, regional y nacional, cuyas actividades contribuyan a promover un proceso de valoración y revitalización de las lenguas y culturas originarias.
- ***Universidades Politécnicas:*** son instituciones públicas cuya misión es formar profesionistas de manera íntegra y con liderazgo tecnológico, que contribuyan al desarrollo económico y social de cada región y del país. Los programas educativos de las Universidades Politécnicas (UPS) están basados en competencias y sus procesos de enseñanza se centra en contenidos que tiene una aplicación directa a la vida cotidiana y el entorno de los estudiantes. Las UPS se encuentran en al menos 13 estados del país y los estudiantes obtienen el nivel de licenciatura, posgrado a nivel de especialización y maestría.
- ***Universidades Tecnológicas:*** Las Universidades Tecnológicas ofrecen a los estudiantes que terminan la educación media superior, una formación intensiva que les permite incorporarse en corto tiempo (luego de dos años) al trabajo productivo o continuar estudios a nivel licenciatura en otras instituciones de educación superior. El Modelo Educativo de las UTS está orientado al aprendizaje como un proceso a lo largo de la vida, enfocado al análisis,

interpretación y buen uso de la información. La persona que estudió en estas instituciones obtiene el título de Técnico Superior Universitario.

- **Universidades Públicas Estatales:** Estas instituciones estatales desarrollan las funciones de docencia, generación y aplicación innovadora del conocimiento, así como de extensión y difusión de la cultura.
- **Centros Públicos de Investigación:** Los Centros Públicos de Investigación SEP-CONACYT, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN y el Centro de Análisis e Investigación Económica tienen como objetivo principal: divulgar en la sociedad la ciencia y la tecnología; innovar en la generación, desarrollo, asimilación y aplicación del conocimiento de ciencia y tecnología; vincular la ciencia y tecnología en la sociedad y el sector productivo para atender problemas y crear y desarrollar mecanismos e incentivos que propicien la contribución del sector privado en el desarrollo científico y tecnológico, entre otros [41].

Con base al reporte elaborado por la OECD “Revisión de la Educación Superior” [41], el sistema se describe en base a los siguientes elementos: *Política Nacional, Sistema de Gobierno, Autonomía Institucional, Fondos, Aseguramiento de la Calidad, Programa Nacional de Posgrados de Calidad e Investigación.*

4.1.1 Política Nacional

La política de educación superior fuertemente enfatiza el desarrollo económico e integración social y busca lograr tres objetivos:

- a) Expandir la cobertura y equidad
- b) Mejorar la relevancia y calidad de la provisión de la educación superior.
- c) Coordinar los sistemas de educación superior y mayor integración, tomando en consideración los principios de la autonomía institucional así como presencia activa del gobierno estatal y federal.

4.1.2 Sistema de Gobierno

La gobernabilidad, coordinación y regulación toma lugar a nivel federal y estatal. A nivel federal es establecida por la Secretaría de Educación Pública (SEP), específicamente a través de la Subsecretaría de Educación Superior (SES). Su misión es facilitar a través de políticas y programas de soporte, las condiciones necesarias para que la Sociedad Mexicana reciba educación de calidad. Calidad en la educación es entendida como equitativa, relevante, flexible, innovadora, diversificada y con amplia cobertura. A nivel Estatal la educación superior es responsabilidad de los respectivos ministros de educación estatales, a través de diferentes unidades administrativas (por ejemplo: departamentos de educación superior o direcciones generales de educación superior).

4.1.3 Autonomía Institucional

La autonomía de la universidad está garantizada por la Constitución (Artículo 3, Subsección VII) [41]. La gobernabilidad de las instituciones de educación superior es muy diversa.

Las universidades públicas federales y algunas universidades estatales gozan de autonomía y auto-gobernabilidad de acuerdo con sus respectivas leyes, para las instituciones federales sus leyes son aprobadas por el congreso nacional y para las instituciones de estado son aprobadas por los congresos de estado. Un segundo grupo de instituciones públicas –universidades de estado no autónomas, tecnológicos, politécnicos y universidades interculturales, institutos tecnológicos federales y estatales – tienen un estado no autónomo. Ellos reportan directamente al gobierno federal y/o estatal (a través de la SEP y/o otros Departamentos de Educación estatales).

La gobernabilidad de las instituciones privadas difiere de las instituciones federales y estatales, en diferentes formas, el propósito de los fundadores y de las organizaciones a las cuales ellas se encuentran relacionadas. Su administración está sujeta a diferentes reglas. El Estado autoriza y regula el otorgamiento y remoción del *Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios* – RVOE.

4.1.4 Fondos

La Federación proporciona recursos a las instituciones públicas de educación para la enseñanza, investigación y difusión de la cultura. Se permite a las instituciones desarrollar programas para la generación de recursos. La *Secretaría de Hacienda y Crédito Público*- SHCP es responsable del presupuesto a nivel nacional. Las universidades estatales públicas obtienen recursos a través de una contribución combinada del Gobierno Federal y los correspondientes gobiernos de los estados. La

SEP subsidia los institutos tecnológicos federales. El soporte para tecnológicos, politécnicos, interculturales, universidades públicas no autónomas e institutos tecnológicos (creados después de 1997) son compartidos entre el gobierno federal y el gobierno de los estados.

4.1.5 Aseguramiento de Calidad

En la actualidad existe una diversidad de enfoques para los sistemas de aseguramiento de calidad incluyendo diferentes acreditaciones y procedimientos de evaluación, programas de mejora para la calidad, estandarización de evaluaciones y registros de instituciones de alta calidad, programas de estudio e investigación. El Sistema de Aseguramiento de Calidad está caracterizado por muchos actores y limitada intervención de la SEP.

México no cuenta con una agencia de Aseguramiento de Calidad para la educación superior. La responsabilidad de las actividades de aseguramiento de calidad son compartidas entre la SEP, Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior, el *Consejo para la Acreditación de la Educación Superior* (COPAES) y sus 23 cuerpos de acreditación autorizados, el *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología* (CONACYT) a través del *Registro Nacional de Programas de Posgrado* (PNP) (en conjunto con la SEP) y el SNI, el *Centro Nacional de Evaluación de la Educación Superior* (CENEVAL) a través de pruebas de estandarización a estudiantes, entidades de supervisión de los estados e instituciones de educación superior.

4.1.6 Programa Nacional de Posgrados de Calidad

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) está a cargo del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). El proceso que se sigue para poder acreditar un posgrado como un posgrado de calidad es el siguiente: Se presenta un perfil para participar en la evaluación, la participación es voluntaria.

Categorías son usadas para evaluar el desempeño: *Competencia Internacional*: Bajo esta categoría están clasificados los programas que han demostrado una colaboración con instituciones internacionales, a través de acuerdos, los cuales incluyen movilidad de estudiantes y profesores, coordinación de tesis y proyectos conjuntos de investigación. *Consolidado*: Son programas con reputación a nivel nacional, debido al crecimiento en sus resultados asociados a la formación de recursos humanos de alto nivel. *En Desarrollo*: Programas con reputación académica soportados

por un plan de mejora continúa. *Reciente Creación*: Programas que satisfacen los estándares básicos con un tiempo de creación menor a cinco años (doctorado) y tres años (maestría y especialidad). Cualquier aplicación recibida es registrada en una aplicación diseñada para la captura y registro de programas. La revisión de pares es el método usado para validar las pre-evaluaciones y concluye con una revisión final relacionada con la categoría asignada al programa. Guías⁵ para completar la evaluación y verificación han sido definidas como parte del proceso, esto permite la estandarización de criterios para la evaluación.

Los siguientes criterios son considerados como indicadores de calidad: *Estudiantes*:- Nuevo Ingreso, Tutoriales, relación estudiantes por director de proyecto y número de horas dedicadas al programa, relación estudiantes/profesor.- *Académico*: Número de profesores con grado de maestría y doctorado, % profesores de tiempo completo con experiencia/reconocimiento internacional en el área de estudio, % profesores con reconocimiento SNI, número de líneas de investigación por área de conocimiento, *Resultados*- Relación de alumnos graduados, tiempo para obtener el grado y contribución del conocimiento: número de publicaciones, productos (esto es artículos de investigación, libros, capítulo de libros científicos, presentación en eventos académicos, patentes, desarrollos tecnológicos, programas computacionales) completados en colaboración con agencias internacionales. En este sentido se puede notar que la *enseñanza*, la *investigación* y la *reputación internacional* son dimensiones de calidad usadas en este modelo.

4.1.7 Investigación

Existen varios instrumentos diseñados para asegurar e incrementar la calidad de la investigación. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) es un instrumento clave para la evaluación de la investigación. En este esquema los investigadores pueden aplicar para la distinción “investigador reconocido” el cual es proporcionado por el CONACYT en una base de revisión de expertos, en general, cada tres años (44).

La Figura 4.1.2 muestra el contexto y características principales de la política de Educación Superior en México.

⁵ Obtenido el 19-Marzo-2009 de <http://www.conacyt.mx/>.

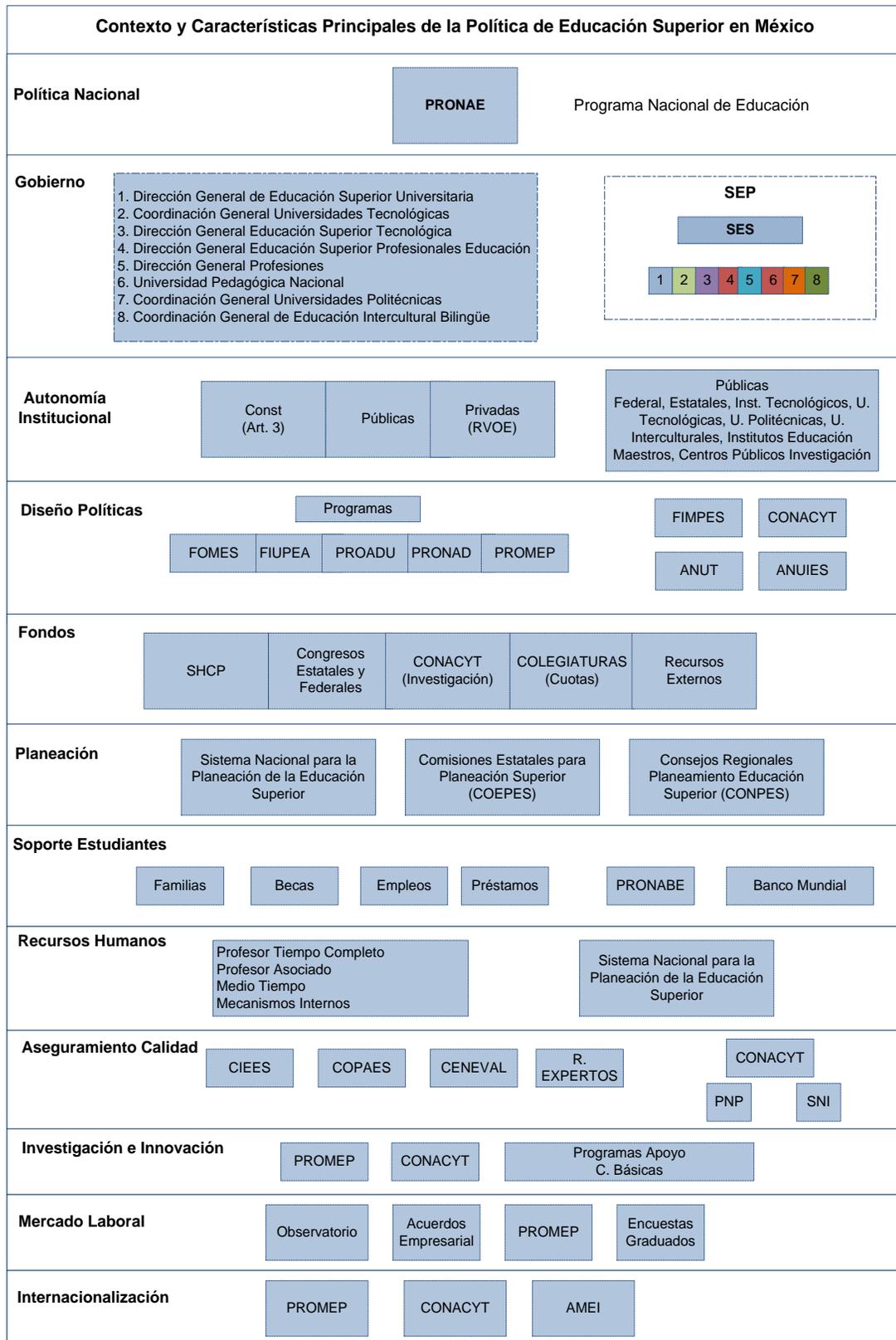


Figura 4.1 2 Características de la Educación Superior en México
Fuente: OECD Reviews of Tertiary Education Mexico, 2008 [41]

4.2 Instituto Politécnico Nacional –SEPI-ESIME

En esta sección se presentan los antecedentes históricos del caso de estudio evaluado, esto con el objetivo de tener un contexto social y político de la institución.

La Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ESIME, tiene una tradición histórica que se remonta a 1856 [47] cuando por decreto del entonces presidente de la República Don Ignacio Comonfort se crea la Escuela Nacional de Artes y Oficios (ENAO) antecedentes más remotos de la ESIME actual. Tiempos después, se actualizan sus programas de estudio y se adopta el nombre que tiene actualmente, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, en los años de 1836 y 1837 [47] la ESIME junto con otras Escuelas de enseñanza Superior como la Escuela Superior de Comercio y Administración (ESCA), Escuela Nacional de Medicina Homeopática (ENMH), Escuela Nacional de Ciencias Biológicas (ENCB), Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA), y las Pre vocacionales 1,2,3,3,4,5 y 6 y las Vocacionales 1,2,3 y 4 junto con otras Escuelas Nacionales de Oficios, fundan el Instituto Politécnico Nacional (IPN). Desde entonces la ESIME ha actualizado permanentemente sus planes y programas de estudio para cumplir cabalmente con el objetivo de formar recursos humanos altamente calificados que cumplen con creces el lema del Instituto Politécnico Nacional: "La Técnica al Servicio de la Patria"

4.3 Escuela de Posgraduados de la ESIME

A iniciativa del Sr. Ing. Don Manuel Cerrillo Valdivia, se fundó en 1936 [47] la Escuela de Post-Graduados, anexa a la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica en la calle de Allende No. 38 y tuvo por objetivos:

- a) Mejorar los conocimientos de los graduados y pasantes de ingeniería mecánica y eléctrica en materias de especialización de estas profesiones. (Cursos de especialización).
- b) Formar profesores de materias profesionales
- c) Contribuir a la difusión de la técnica moderna del país.
- d) Compensar las deficiencias que hayan podido existir en los cursos profesionales.
- e) "Ayudar a que los graduados recuperen los conocimientos olvidados por falta de aplicación en su vida práctica" (cursos de actualización).

Los cursos se inauguraron el 23 de abril de 1936 a las 11:30 hrs. en el Palacio de Bellas Artes con la presencia del Secretario de Educación, Lic. Gonzalo Vázquez Vela [47]. En el primer plan de estudios los cursos fueron muy técnicos de especialización y actualización, en 1940 se modifica el

plan, añadiendo Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Comunicaciones, Ingeniería Electroquímica y Metalurgia, Ciencias Físicas y Matemáticas -que comprendían: Física Superior, Análisis Matemático, y Ecuaciones Diferenciales- además de otras Materias Auxiliares.

Entre los profesores estaban: Dra. Marietta Blau Golwig, de Vienna, Austria; Especializada en Radioactividad Experimental y propuesta por el profesor Albert Einstein, Dr. Rodolfo Peter Yanecic, y los ingenieros Alfonso Nápoles Suárez, Manuel Cerrillo profesor asociado, Ing. Valentín Venegas Ruiz, Ing. León Avalos y Vez, Dr. Manuel Sandoval Vallarta e Ing. Guillermo A. Keller Bergamini entre otros.

En 1947, se reorganizan los cursos de posgrado en donde desaparece la Escuela de Posgraduados y comienza el Departamento de Graduados de la ESIME. La lista de profesores de este Departamento incluye en la especialidad en Física a: Dr. Alfonso Nápoles Gándara, Dr. Alfredo Baños G. Dr. José Mireles Malpica, Dra. Marietta Blau, Dr. Manuel Cerrillo, Ing. Walter C. Buchanan, Ing. Juan Manuel Ramírez Caraza.

En 1946, La Escuela Nacional de Ciencias Biológicas fue facultada para otorgar los grados académicos de Maestro y Doctor en Ciencias.⁶

La Sección de Posgrado e Investigación de la ESIME se funda en Abril de 1934, es la culminación de un largo proceso de desarrollo de la enseñanza técnica, misma que cobra un particular impulso a finales de los años veinte durante la Presidencia del General Lázaro Cardanes quien impulso la creación del Instituto Politécnico Nacional.

El Presidente Cárdenas, en el decreto que crea el Consejo Nacional de Educación Superior e Investigación Científica (CNESIC), reconoce que “en todo el país está planteada, con rasgo de urgencia, la necesidad de llevar a cabo una organización completa de la educación profesional, que la ponga en armonía con las necesidades sociales del presente en materia de trabajo técnico y que suprima graves males que estorban seriamente el proceso armónico de la nación. A la vez se trazan orientaciones claras para que el CNESIC establezca sobre bases firmes y duraderas, institutos, centros

⁶ * Fuente: Flores Palafox Jesús, Monteón González Humberto "La ESIME en la Historia de la Enseñanza Técnica", México, 1993, New Art Comunicación Visual

de investigación, laboratorios, etc., “considerando a la investigación científica como una urgencia nacional”.

“La investigación científica- se afirma en el mismo documento - es antecedente y soporte ineludible de toda enseñanza superior hasta el punto que resulta muy difícil separar las cuestiones concernientes a la investigación de las que se refieren a la docencia”

Como consecuencia del surgimiento y desarrollo de grupos de investigación en ciencias de la ingeniería, administración y medico-biológicas, se establecieron condiciones adecuadas para la instrumentación de programas de estudios de posgrado. De esta manera, en 1961 el Instituto autorizó la apertura de cuatro doctorados y seis maestrías:

Siendo una de ellas la Maestría en Ingeniería Industrial en la ESIME, que posteriormente en 1965 se convertiría en la Maestría en Ingeniería de Sistemas. En 1963 se creó en el IPN la Dirección de Cursos de Graduados, en 1965 se integró el Consejo Consultivo de Graduados y se elaboró el primer Reglamento, en este año se crea la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME y se crean las Maestrías en Ingeniería Mecánica y en Ingeniería Eléctrica.

Capítulo 5

Índice Hirsch

5.1 Índices de desempeño *índice-h*

En esta sección se presentan los fundamentos teóricos para el cálculo del *índice-h*, esto con el objeto de presentar una introducción a las bases matemáticas bajo las cuales fue conceptualizado el *índice-h*. También se presentan las metodologías para los cálculos de *índice-U* con datos normalizados y el *índice-H_p*, el cual es una caracterización del *índice-h* pero en un contexto de evaluación de posgrados. En este capítulo también se abordan las ventajas del uso de los indicadores *índice-U* e *índice-H_p* en la evaluación de universidades y programas de postgrado en México.

5.1.1 Fundamentos teóricos *índice-h*

En un mundo donde los recursos son limitados, dicha cuantificación es necesaria para la evaluación y para propósitos de comparación, ya sea para el reclutamiento de miembros en una facultad, para la asignación de becas, etc. Los registros de publicaciones y citas son definitivamente datos que contienen información útil. Esta información incluye el número de artículos publicados (N_p) sobre n años, el número de citas (N_c^j) para cada publicación científica (j) las revistas académicas donde los artículos fueron publicados y el parámetro de impacto, etc. Esta cantidad de información será evaluada bajo diferentes criterios por diferentes personas. De ahí Hirsch [1] propone un sencillo indicador, el “*índice-h*” como una forma simple y útil de caracterizar las salidas de la investigación científica.

Un investigador tiene un índice h , si sus N_p artículos tiene por lo menos h citas cada uno, y los otros $(N_p - h)$ artículos no tienen más de h citas cada uno.

Los trabajos realizados por Hirsch se concentran en físicos con publicaciones en revistas científicas; sin embargo, Hirsch sugiere que también es útil en otras disciplinas científicas. Las mayores h , entre los físicos aparece E. Witten's $h = 110$. Esto es que Witten ha escrito 110 artículos con por lo menos 110 citas cada uno. Esto da un valor inferior en el número total de citas de los artículos de Witten en $h^2 = 12,100$. Por supuesto, el número total de citas ($N_{c,tot}$) usualmente será mucho mayor que h^2 ya que h^2 tanto subestima el número total de citas de los h artículos más citados e ignora los artículos con menos h citas. La relación entre ($N_{c,tot}$) y h dependerá en la forma detallada de una distribución particular y es útil definir como una constante de proporcionalidad a como

$$N_{c,tot} = ah^2 \quad (1)$$

Empíricamente Hirsch ha encontrado que a tiene rangos entre 3 y 5.

Hirsch argumenta que h es mejor que cualquier otro índice sencillo que comúnmente son usados para evaluar la investigación científica como son: Número total de artículos (N_p), Número total de citas ($N_{c,tot}$), citas por artículo esto puede ser ($N_{c,tot}$) a N_p , Número de artículos significativos, definido como el número de artículos con más de y cita, Número de citas para cada uno de los q más citados artículos.

El índice- h , usualmente puede ser obtenido muy fácilmente, ordenando los artículos por el 'número de veces citado', en la base de datos Thomson ISI Web of Science [48], da un aproximado del total del número de citas Eq. (1). Aunque Hirsch también argumenta que dos individuos con h similar son comparables en términos de su impacto científico general, aún si el número total de artículos o el número total de citas es muy diferente. En cambio, dos individuos (de la misma edad científica) con similar número total de artículos o tal de citas y valores muy diferentes h , aquel con mayor h es más probable que sea un científico más brillante.

Para un individuo dado uno espera que h debería incrementarse linealmente con el tiempo. En el modelo más simple posible, asumir que el investigador publica p artículos por año cada artículo publicado obtiene c nuevas citas por cada año cada año subsecuente. El número total de citas después de $n+1$ años está dado entonces

$$N_{c,tot} = \sum_{j=1}^n pcj = \frac{pcn(n+1)}{2} \quad (2)$$

Asumir que todos los artículos más del año y contribuyen al *índice-h*, entonces se tiene

$$(n - y)c = h \quad (3a)$$

$$py = h \quad (3b)$$

El lado izquierdo de la Ec. (3a) es el número de citas al más reciente artículo contribuyendo a h , el lado izquierdo de la ecuación (3b) es el número total de artículos que contribuyen a h . De ahí que de la Ec. (3),

$$h = \frac{c}{1+c/p} n \quad (4)$$

El número total de citas (no para n demasiado pequeño) se tiene aproximadamente

$$N_{c,tot} \sim \frac{(1+c/p)^2}{2c/p} h^2 \quad (5)$$

De la forma Eq. (1). El coeficiente a depende del número de artículos y el número de citas por artículo obtenido por año como es dado por la Ec. (5). Como se indicó anteriormente se encontró empíricamente el valor de $a \sim 3$ a 5 con valores típicos. La relación lineal

$$h \sim mn \quad (6)$$

debería mantenerse generalmente para científicos que producen artículos de similar calidad con un continuo ritmo a través del curso de su carrera, por su puesto la m , variará ampliamente entre diferentes investigadores. En el modelo más simple, m , está relacionada con c y p como es dado por la ecuación (4). En general, la pendiente de h contra n , el parámetro m , debería proporcionar un criterio útil para comparar científicos de diferente antigüedad.

En el modelo lineal, el mínimo valor de a en la Ec. (1) es $a = 2$, para el caso de $c = p$ donde los artículos con más de h citas y aquellos con menos de h citas contribuirán igualmente al total $N_{c,tot}$ valor para a deberá ser mayor para $c > p$ y $c < p$. Para $c > p$, la mayor contribución al número total de citas surge de los 'artículos altamente citados' (el artículo h que tiene $N_c > h$), mientras que $c < p$ son los artículos escasamente citados (los N_p-h artículos que tiene menos que h citas cada uno) que

dan la mayor contribución a $N_{c,tot}$. Hirsch encontró que la primera situación incluye la mayoría, sino es que todos los casos.

Para el modelo lineal que se describe anteriormente corresponde a la distribución

$$N_c(y) = N_0 - \left(\frac{N_0}{h} - 1\right)y \quad (7)$$

Donde $N_c(y)$ es el número de citas del y -ésimo artículo (ordenado del más al menos citado), y N_0 es el número de citas del artículo más citado ($N_0 = cn$ en el ejemplo anterior). El número total de artículos y_m está dado por $N_c(y_m)$, entonces

$$y_m = \frac{N_0 h}{N_0 - h} \quad (8)$$

Se puede escribir N_0 y y_m en términos de a definido en la Ec. (1).

$$N_0 = h[a \pm \sqrt{a^2 - 2a}] \quad (9a)$$

$$y_m = h[a \pm \sqrt{a^2 - 2a}] \quad (9a)$$

Para $a = 2$, $N_0 = y_m = 2h$. Para a más grande, el signo superior en la Ec. (9) corresponde al caso donde los artículos altamente citados dominan (caso más realista) y el signo inferior donde los artículos con baja citas dominan el total de citas.

En un modelo realista, $N_c(y)$ no será una función lineal de y . Notar que $a = 2$ puede seguramente asumir ser un límite inferior generalmente, de ahí que valores pequeños de a deberían requerir una segunda derivada $\partial^2 N_c / \partial y^2$ para ser negativa sobre grandes regiones de y lo cual no es realista. El total número de citas está dado por el área bajo la curva $N_c(y)$, que pasa através del punto $N_c(h) = 2$. En el modelo lineal el valor más bajo $a = 2$ corresponde a la línea de la pendiente -1, como se muestra en la figura 5.2.1

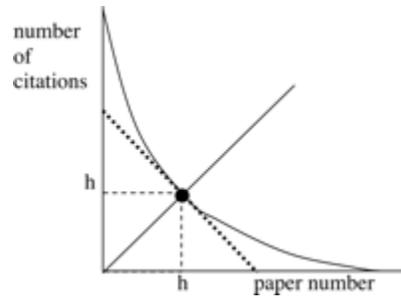


Figura 5.2.1. Caracterización h -index (1)

La intersección entre la línea de 45 grados con la curva da el número total de citas, contra el número de artículos da el valor h . El número total de citas es el área bajo la curva. Asumiendo, la segunda derivada como no negativa en cualquier lugar, la mínima área esta dada por la distribución indicada por la línea punteada, llevando $a=2$ en Ec. (1).

Un modelo más realista sería una función exponencial estrecha de la forma

$$N_c(y) = N_0 e^{-\left(\frac{y}{y_0}\right)^\beta} \quad (10)$$

Notar que para $\beta \leq 1, N_c''(y) > 0$, para toda y , por consiguiente $a > 2$ es verdadero. Se puede escribir la distribución en términos de h y a como

$$N_c(y) = \frac{\alpha}{\alpha I(\beta)} h e^{-\left(\frac{y}{h\alpha}\right)^\beta} \quad (11)$$

Con $I(\beta)$ la integral

$$I(\beta) = \int_0^\infty dz e^{-z^\beta} \quad (12)$$

y α determinado por la ecuación

$$\alpha e^{\alpha^{-\beta}} = \frac{a}{I(\beta)} \quad (13)$$

El máximo de artículos citados tienen citas

$$N_0 = \frac{a}{aI(\beta)} h \quad (14)$$

y el total del número de artículos (que tienen por lo menos una cita) esta determinado por $N(y_m) = 1$ como

$$y_m = h[1 + \alpha^\beta \ln(h)]^{1/\beta} \quad (15)$$

La distribución dada para un investigador puede ser modelada mediante la selección de los β y a para cada caso. Por ejemplo para $\beta = 1$, if $a = 3$, $\alpha = 0.661$ y $N_0 = 4.54h$, $y_m = h[1 + 0.66\ln h]$. Con $a = 4$, $\alpha = 0.4644$, $N_0 = 8.61h$ y $y_m = h[1 + 0.46\ln(h)]$. Para $\beta = 0.5$, el valor más bajo posible para a es 3.70; para el caso, $N_0 = 7.4h$, $y_m = h[1 + 0.5\ln(h)]^2$. Valores más grandes a incrementarán N_0 y reducirán y_m . Para $\beta = 2/3$, el valor más pequeño posible a es $a = 3.24$, para el caso $N_0 = 4.5h$ y $y_m = h[1 + 0.66\ln(h)]^{3/2}$.

La relación lineal entre h y n Ec. (6) por supuesto colapsará cuando el investigador disminuye su producción de artículos o para de publicar o ambas. Existe un lapso de tiempo entre estos dos eventos. En el modelo lineal, asumiendo que el investigador detiene sus publicaciones después de n_{stop} años, h continua incrementándose al mismo ritmo por un tiempo.

$$n_{lag} = \frac{h}{c} = \frac{1}{1+c/p} n_{stop} \quad (16)$$

Y entonces permanece constante, de ahí que todos los artículos publicados contribuyen a h . En un modelo más realista h se estabilizará suavemente como n se incrementa en lugar de un cambio discontinuo en la pendiente. Todavía el lapso de tiempo será mayor para investigadores que han publicado por varios años como la Ec. (16) indica.

En resumen, Hirsch [1] ha propuesto un índice fácilmente calculable, h , el cual da un estimado de la importancia, significativa y del gran impacto de la contribución acumulada de la investigación científica. Este indicador proporciona un útil criterio para comparar diferentes individuos compitiendo por los mismos recursos donde los criterios de evaluación son importantes en los logros científicos, en una forma imparcial.

5.2 Caso de estudio: Índice H_p para posicionar programas de posgrado en la IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO basado en el enfoque del índice Hirsch.

La metodología para la construcción del modelo está basada en los trabajos realizados por Hirsch [1] para el cálculo del *índice-h*, pero con una aplicación para el contexto de evaluación de programas de Maestría y Doctorado en la SEPI-ESIME-ZACATENCO.

A continuación se enumeran los pasos a seguir para el desarrollo de un sistema para el posicionamiento de instituciones de educación superior (IES) aplicado a una dimensión que es el número de estudiantes graduados por profesor. Si bien la metodología es aplicada a un nivel *micro* de las escuelas dentro del Instituto Politécnico Nacional (IPN), la metodología puede ser escalada a otras escuelas del IPN, el IPN mismo, otras universidades, hasta la construcción de un sistema de posicionamiento de instituciones de educación superior a nivel federal, o internacional.

1. *Selección de la dimensión de calidad para comparación.* Para propósitos de este trabajo se seleccionó la dimensión de alumnos graduados por profesor. En la variable x , se considera el número de profesor r y en el eje y se considera el número de alumnos graduados G .
2. *Selección del sistema de estudio.* En el contexto de este trabajo se utilizó la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME-ZACATENCO. En particular fueron evaluados los programas de Maestría: Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Telecomunicaciones y a nivel Doctorado: Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica. El Doctorado de Ingeniería de Sistemas debido a que no contaba con alumnos graduados al momento de la construcción de la base de datos, motivo por el cual no fue considerado en el análisis.
3. *Realizar los mecanismos para solicitud de información.* En el caso del presente trabajo, se realizaron oficios de solicitud de datos, sin embargo también pueden ser usados otros mecanismos como en el caso de México, la solicitud de información a través del Sistema de Acceso a la Información (IFAI). En este punto solamente es importante considerar los tiempos disponibles para realizar el estudio así como la confiabilidad de los datos.
 - a. *Base de datos:* El subsecuente análisis está basado en los datos compilados de la IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO, relacionados con el número de alumnos graduados por profesor (G) para 7 programas de posgrado: Maestría y Doctorado en un periodo de Enero 2000 a Diciembre 2009, lo que permite la integración de una lista

de graduación de estudiantes por profesor (G_i) en cada uno de los programas evaluados.

4. *Construcción de Gráficos.* Para este efecto se elaboró la aplicación RIES a través de la plataforma de Excel. A través de esta aplicación se carga la base de datos con los nombres de los profesor y los alumnos graduados por en el periodo evaluar, la aplicación ordena los datos en forma descendente, de tal forma, que el profesor con mayor número de alumnos graduados en el periodo evaluar, quedará posicionado en el número uno. La aplicación no solamente ordena la información bajo este criterio, también realiza el gráfico correspondiente, y adiciona la gráfica de relación $y = x$. La gráfica de relación $y = x$, es necesaria para el cálculo del *índice-h* en. el periodo a evaluar t . La Figura 5.2.1 muestra una ventana de la aplicación realizada.

a. *Lista de Graduados:* El número de estudiantes por profesor es compilado en una tabla donde G es el número de estudiantes graduados por profesor y r es la posición en la tabla. Esta tabla de posiciones es usada para estimar el valor de *índice- H_p*

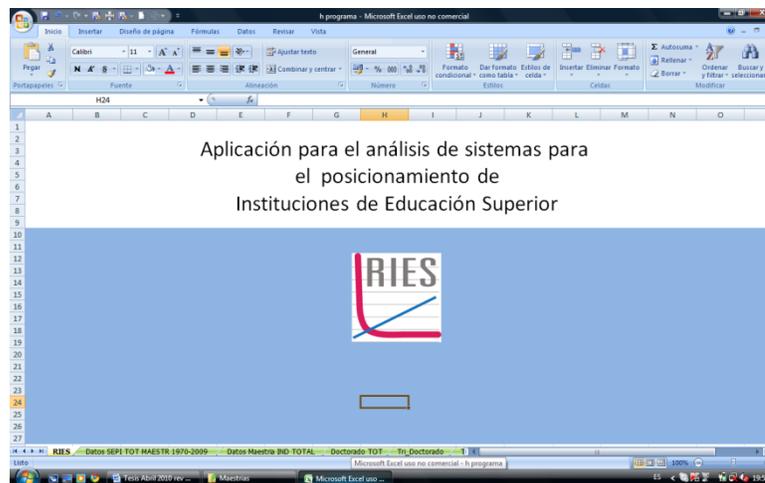


Figura 5.2 1 Ventana de Aplicación RIES

5. Utilizando el método de análisis de objetivo [49] se calcula el punto de intersección entre la dimensión de alumnos graduados y la gráfica de relación $y = x$. Este punto de intersección corresponde al *índice-h*. En lo sucesivo este valor será denominado *índice- H_p* por la caracterización en el contexto de la Educación Superior, y su forma de cálculo es la misma que el h -index propuesto por Hirsch [1]. En este sentido el *índice- H_p* queda definido como:

Un programa tiene un **índice- H_p** , si sus N_p profesores tiene por lo menos h alumnos graduados cada uno, y los otros $(N_p - h)$ profesores no tienen más de h alumnos graduados cada uno.

6. Se evalúa y se determina el horizonte de tiempo bajo el cual se realizará el análisis de la dinámica del sistema. Para propósitos de este trabajo de investigación se seleccionó un horizonte de tiempo de ciclos de 3 años para el análisis de la dinámica del sistema esto con objeto de tener una cantidad considerable de datos que permitieran estudiar la dinámica o comportamiento del *índice- H_p* en el tiempo (t).
7. Se tabulan los resultados. Los valores de *índice- H_p* más grandes indican un mejor desempeño en el parámetro o dimensión de calidad evaluado. La tabla 5.2.1 muestra la relación de alumnos graduados (G) por profesor (r), ordenados en un formato decreciente donde el profesor r_1 es el profesor con el mayor número de alumnos graduados y así sucesivamente, esto para el programa de Maestría y la Tabla 5.2.2 muestra la relación de alumnos graduados (G) por profesor (r), ordenados en un formato decreciente para el programa de Doctorado en el periodo (2000-2009).
 - a. *Nota:* Para propósitos de notación:
 - i. TLC – Maestría Ingeniería Telecomunicaciones
 - ii. Mecánica- Maestría Ingeniería Mecánica
 - iii. Sistemas – Maestría Ingeniería de Sistemas
 - iv. Eléctrica – Maestría Ingeniería Eléctrica
 - v. Electrónica – Maestría Ingeniería Electrónica
 - vi. D.Mecánica –Doctorado Ingeniería Mecánica
 - vii. D.Eléctrica – Doctorado Ingeniería Eléctrica

Tabla 5.2 1 Lista de Alumnos Graduados SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA (2000-2009)

(r)	TLCs	Mecánica	Sistemas (G)	Eléctrica	Electrónica
1	15	33	35	24	8
2	14	25	27	20	8
3	10	23	19	17	6
4	10	19	14	16	6
5	10	18	14	12	5
6	9	17	10	9	5
7	5	16	9	7	3
8	4	13	9	6	3
9	4	12	9	6	3
10	3	11	7	6	3
11	3	11	7	5	2
12	2	10	6	5	2
13	2	9	6	4	1
14	2	9	5	4	1
15	2	6	4	3	
16	2	5	4	2	
17	2	5	3	2	
18	1	4	3	2	
19	1	4	3	2	
20	1	3	2	1	
21	1	3	2	1	
22		3	1	1	
23		3	1	1	
24		3	1	1	
25		3			
26		2			
27		2			
28		2			
29		2			
30		2			
31		2			
32		1			
33		1			
34		1			
35		1			
36		1			
37		1			
38		1			

Fuente: Base de Datos SEPI-ESIME-ZACATENCO [50]

Tabla 5.2.2 Lista de Alumnos Graduados SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO (2000-2009)

<i>(r)</i>	D.Mecánica	D.Eléctrica
	<i>(G)</i>	
1	13	2
2	9	1
3	9	1
4	5	1
5	3	1
6	3	
7	3	
8	2	
9	2	
10	2	
11	2	
12	1	
13	1	
14	1	
15	1	
16	1	
17	1	
18	1	

Fuente: Base de Datos SEPI-ESIME-ZACATENCO [50]

8. *Análisis de la dinámica del sistema.* Se procede a realizar la gráfica de los parámetros *índice- H_p* obtenidos en un periodo de tiempo de ciclos de 3 años.
 - a. *Enfoque Uno:* La dinámica del *índice- H_p* fue estudiada en periodos de ciclos de 3 años, del 1 Enero de 2000 al 31 de Diciembre 2009, esto es, (2000-2002), (2001-2003), (2002-2004) (2003-2005), (2004-2006), (2005-2007), (2006-2008) y (2007-2009).
 - b. *Enfoque Dos:* La dinámica del *índice- H_p* fue estudiada en un periodo acumulado de 1 Enero 2000 a 31 Diciembre 2009, esto es, (2000-2009).

9. *Cómputo índice- A_G :* Está simplemente definido como el número promedio del número de alumnos graduados por profesor incluido en el corazón de Hirsch [4], como puede

observarse es el mismo enfoque definido por Jin [4], simplemente se cambia la variable de estudio al número de estudiantes graduados (G) por profesor (r). Matemáticamente esto es

$$A_G = \frac{1}{h} \sum_{j=1}^h G_j \quad (17)$$

10. *Cómputo índice- R_G* : Basado en Jin [4], el *índice- R_G* está definido como la raíz cuadrada de la suma de estudiantes graduados por profesor en el corazón de Hirsch [4]. Es entendido el corazón de Hirsch como el total de profesores posicionados entre el rango 1 y el rango h . Como puede notarse el enfoque de R_G es el mismo la única diferencia es la introducción del concepto de alumnos graduados en lugar del número de citas. Matemáticamente la fórmula R_G -índice está definida como:

$$R_G = \sqrt{\sum_{j=1}^h G_j} \quad (18)$$

11. *Cómputo g_G -índice*: Un conjunto de profesores tiene g_G -índice si g es el rango más alto de tal forma que los mejores profesores g tienen, juntos, por lo menos, g^2 estudiantes graduados [4].

Nota: Dado que la metodología puede ser escalada, esta metodología puede ser usada para realizarla en una escala a nivel de universidad o grupo de universidades, o grupo de programas de diferentes universidades.

Los datos correspondientes al análisis de resultados se muestran en el capítulo 6 –*Análisis de Resultados*–.

La Figura 5.2.2 presenta la metodología base y la Figura 5.2.3 presenta una visión holística de la metodología, es importante notar que el proceso se caracteriza por varias iteraciones, de tal forma que sucesivas iteraciones producirán una metodología integrada.



Figura 5.2.2 Metodología base para el posicionamiento de IES

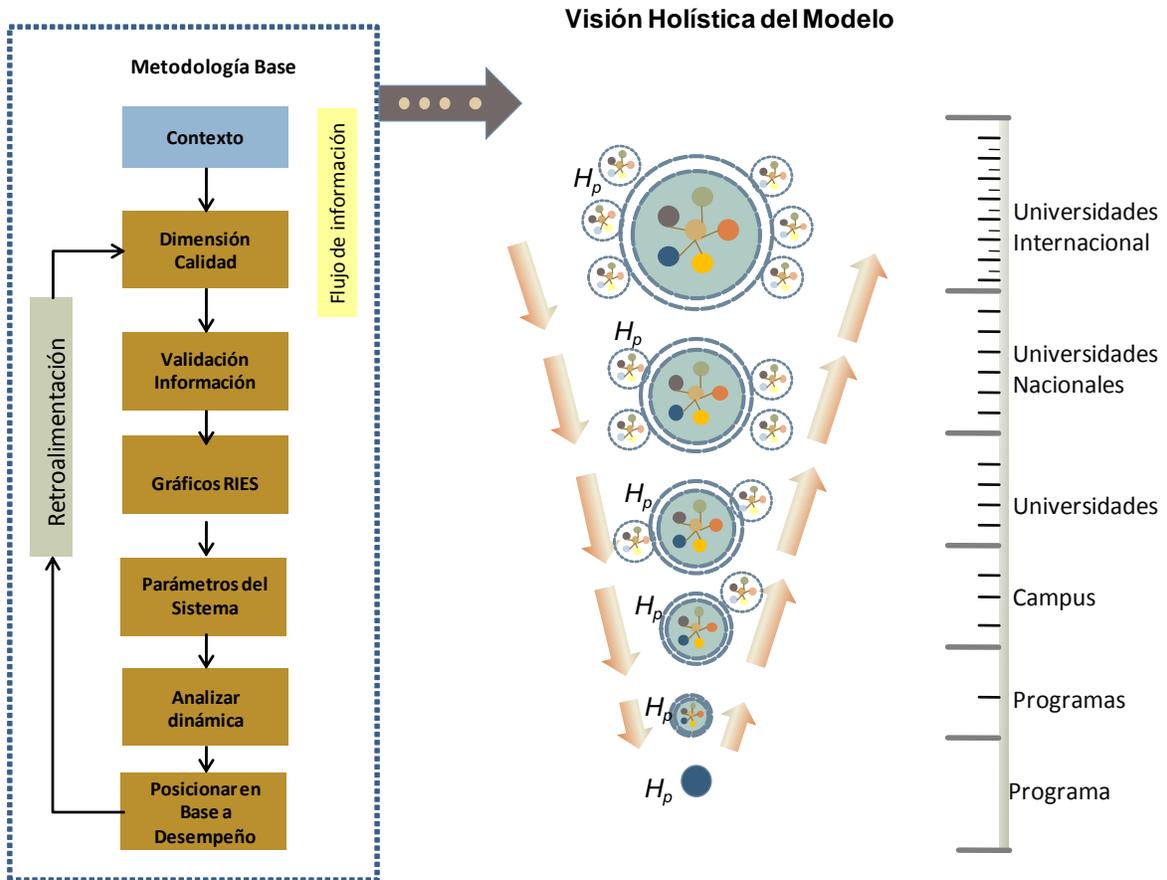


Figura 5.2.3 Metodología integrada para el ranking de programas de postgrado (Visión Holística)

5.3 Índice-*U* con datos normalizados

5.3.1 Índice-*U*: Un análisis de los datos asociados al posicionamiento de Universidades en México

Inspirado en el concepto de *índice-h* [1] para cuantificar los trabajos de la producción científica individual, es introducido el concepto de *índice-U* como un índice complementario a los índices usados en las tablas académicas para el posicionamiento de universidades, como un indicador de la productividad en las Instituciones de Educación Superior en México. El principal hallazgo de este trabajo es el hecho de usar datos normalizados para comparar el *índice-U* entre Instituciones de Educación Superior; este índice cambió dependiendo del criterio usado para comparar Instituciones de Educación Superior. Esto permite concluir que el *índice-U*, no es un parámetro universal y depende del criterio usado para evaluar Instituciones de Educación Superior. En este sentido el uso del *índice-U*, deberá estar vinculado con la política nacional para la educación superior para establecer una tabla de posicionamiento de Instituciones de Educación Superior y así contar con datos objetivos que permitan promover los esfuerzos de mejora continua en el sector de educación en México.

El *Universal*. Las mejores universidades en México

El periódico El *Universal* publica la guía llamada “Las Mejores Universidades” [18]. Este periódico conduce esta publicación para presentar a la sociedad, Instituciones de educación superior, estudiantes y padres de familia, información objetiva, oportuna y útil relacionada con la oferta de programas de a nivel licenciatura existente en México. La Guía incluye dos tablas (rankings) independientes una de la otra. La primera tiene su objeto de análisis en las IES y presentan las puntuaciones asignadas a cada una de las universidades evaluadas, esto en una escala numérica del 0 a 10, donde 10 es la mejor calificación asignada.

La posición de las IES puede tener cambios significativos respecto al año anterior debido a que se incluyen nuevas IES que el año anterior optaron por no participar y por la incorporación de otros estados. También debido a la separación de programas antes evaluados juntos, a que algunas IES que en el número anterior participaron con todos los planteles o campus agrupados por estado este año presentaron los resultados por plantel.

Metodología para Análisis de datos

El periódico presenta varias tablas de posiciones; una para mejor IES y otra para mejor IES para cada uno de los programas evaluados. En la publicación de 2008 se evaluaron un total de 24 programas: Actuaría, Administración, Arquitectura, Biología, Ciencias de la Comunicación, Contaduría, Derecho, Diseño Gráfico, Economía, Filosofía, Historia, Ingeniería Civil, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Sistemas/Computación, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería Química, Matemáticas, Medicina, Odontología, Pedagogía, Psicología y Relaciones Internacionales. La tabla 5.3.1 presenta los resultados del periódico.

Tabla 5.3 1. Tabla de posiciones *El Universal* (2008)

	Universidad (periódico)	Calificación
1	Universidad Nacional Autónoma de México	10
2	Instituto Tecnológico Autónomo de México	9,48
3	Universidad Autónoma Metropolitana	9,43
4	Universidad de las Américas	9,14
5	ITESM Cd. México y Sta. Fe	9,13
6	Universidad Anáhuac	9,06
7	ITESM Edo. México y Toluca	9,06
8	Universidad Autónoma de Nuevo León	9,03
9	Universidad de Guadalajara	9,02
10	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	8,92
11	ITESM Guadalajara	8,91
12	Universidad Iberoamericana Ciudad de México	8,89
13	Instituto Politécnico Nacional	8,86
14	Universidad Autónoma del Estado de México	8,78
15	Universidad Panamericana Distrito Federal	8,78
16	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	8,58
17	Universidad la Salle	8,42
18	Universidad del Valle de México	8,38
19	Universidad Madero	8,36
20	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	8,35

Fuente: Mejores Universidades, *El Universal* 2008 [18]

Consideraciones para el análisis de datos: Dado que para algunos casos se presentan resultados por plantel, se procede a obtener el valor promedio para reportar los resultados agrupados por el promedio para obtener el valor de la Institución de Educación Superior. En los casos donde

solamente se evalúa un programa se elimina la Universidad del estudio ya que un sólo dato no permite obtener el valor de *índice-h* [1]. La tabla 5.3.2 presenta los datos agrupados

Tabla 5.3 2. Posicionamiento en base a resultados *El Universal 2008*
Datos agrupados.

	Universidad (periódico)	Calificación
1	Universidad Nacional Autónoma de México	10
2	Instituto Tecnológico Autónomo de México	9,48
3	Universida Autónoma Metropolitana	9,43
4	Universidade las Américas	9,14
5	Universidad Anáhuac	9,06
6	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Mty	9,06
7	Universidad Autónoma de Nuevo León	9,03
8	Universidad de Guadalajara	9,02
9	Universidad Autónoma del Estado de Morelos	8,92
10	Universidad Iberoamericana Ciudad de México	8,89
11	Instituto Politécnico Nacional	8,86
12	Universidad Autónoma del Estado de México	8,78
13	Universidad Panamericana Distrito Federal	8,78
14	Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla	8,58
15	Universidad la Salle	8,42
16	Universidad del Valle de México	8,38
17	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	8,35

Fuente: Archivo modificado. Mejores Universidades, El Universal 2008 [18]

Cálculo *índice-U*

Inspirado en *índice-h* [1], es introducido el *índice-U*, la forma de calcularlo es prácticamente la misma usada para el *índice-h*, pero la diferencia se encuentra en el hecho que el *índice-U* es estimado con datos normalizados. Con objeto de completar esta análisis dos criterios son usados para comparar datos. Estos criterios se explican a continuación en las secciones siguientes.

Criterio 1 –*índice-U (U-CI)*

El análisis está basado en los datos reportados en el periódico *El Universal —Mejores Universidades 2008—*.

Para cada IES j -ésima una tabla de posiciones es construida. Primero para cada IES j -ésima se obtienen las puntuaciones (P_i) [18], estas son registradas y ordenadas en un formato decreciente. Para cada programa es asignado un número consecutivo C_i el cual representa un número consecutivo, esto es, el mejor programa evaluado tiene el número 1 y así sucesivamente. La hoja de datos normalizada es construida usando la puntuación de programa normalizada NP_i , la cual es definida como:

$$NP_i = \frac{P_i}{10} \quad (20)$$

Donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Y el número de programa normalizado NC_i , se define como

$$NC_i = \frac{C_i}{n} \quad (21)$$

Donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$ y n es el número de total de programas evaluados.

El *índice-U* es calculado de la misma forma que el *índice-h*. Una curva esquemática es construida considerando NP_i como una función de NC_i . La línea de intersección a 45° con la curva de datos proporciona el *índice-U*. Para obtener el valor numérico el mejor ajuste es seleccionado y se estima el punto de intersección entre la curva y la línea a 45° $y = x$, da el valor numérico *índice-U*. Las Figuras 5.3.1 a 5.3.18 ilustran el método aplicado para cada una de las IES evaluadas en este trabajo de investigación.

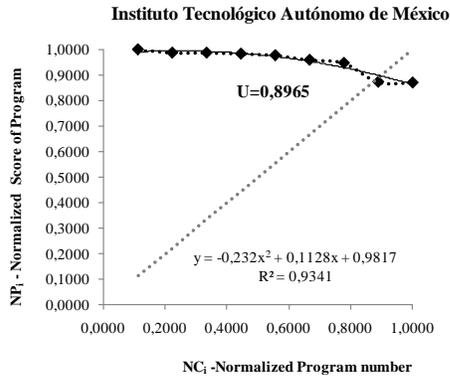


Figura 5.3.1. Índice-U (CI) Instituto Tecnológico Autónomo de México

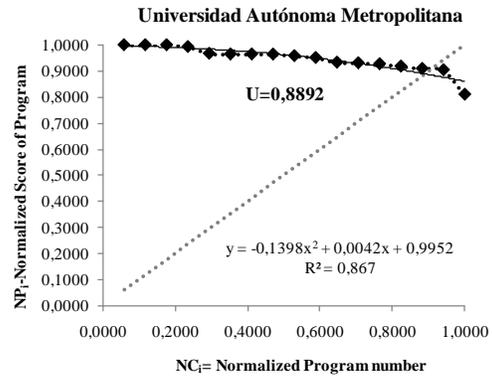


Figura 5.3.2. Índice-U (CI) Universidad Autónoma Metropolitana

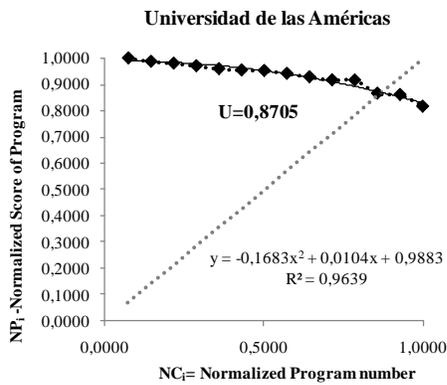


Figura 5.3.3. Índice-U (CI) Universidad de las Américas

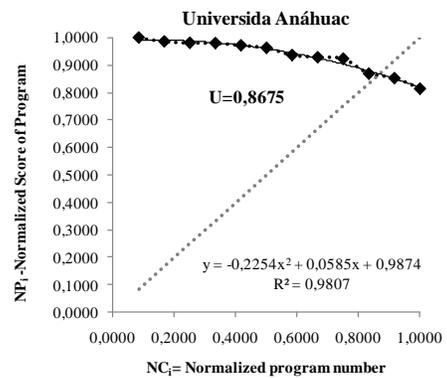


Figura 5.3.4. Índice-U (CI) Universidad Anáhuac

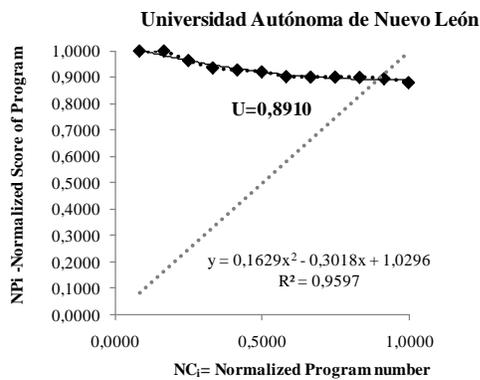


Figura 5.3.5. Índice-U (CI) Universidad Autónoma de Nuevo León

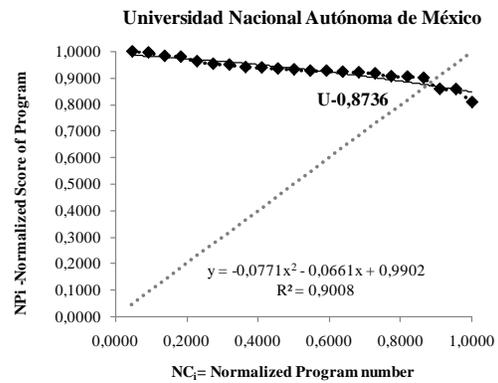


Figura 5.3.6. Índice-U (CI) Universidad Nacional Autónoma de México

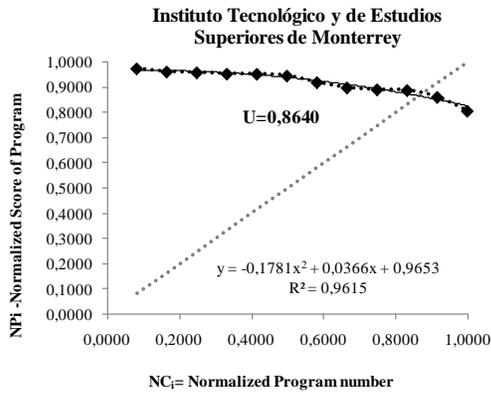


Figura 5.3.7. Índice-U (CI) Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

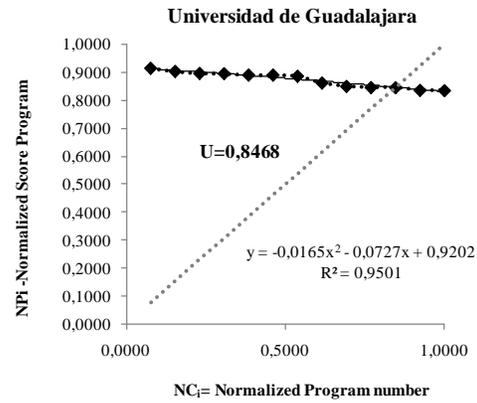


Figura 5.3.8. Índice-U (CI) Universidad de Guadalajara

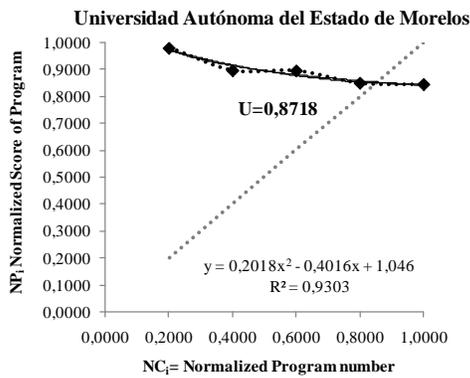


Figura 5.3.9. Índice-U (CI) Universidad Autónoma del Estado de Morelos

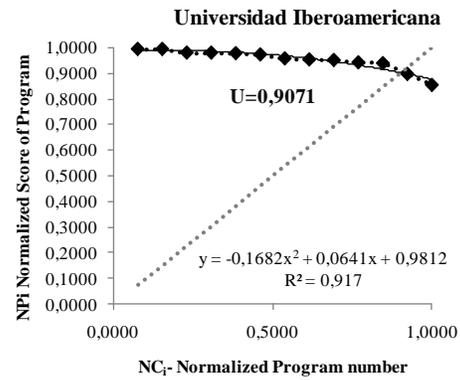


Figura 5.3.10. Índice-U (CI) Universidad Iberoamericana

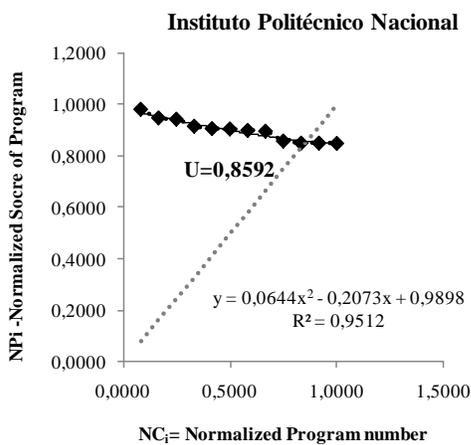


Figura 5.3.11. Índice-U (CI) Instituto Politécnico Nacional

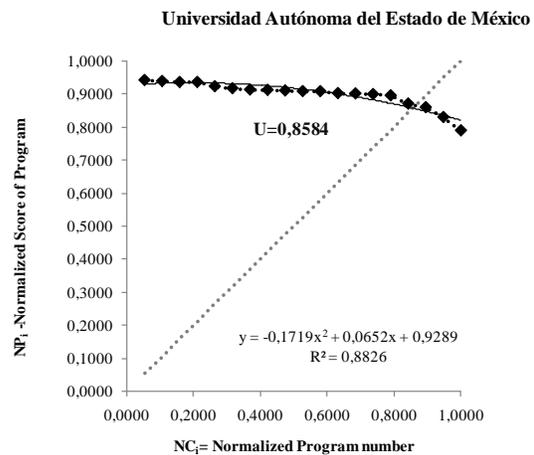


Figura 5.3.12. Índice-U (CI) Universida Autónoma del Estado de México

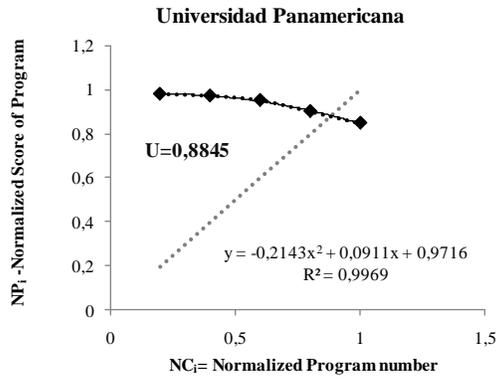


Figura 5.3.13. Índice-U (CI) Universidad Panamericana

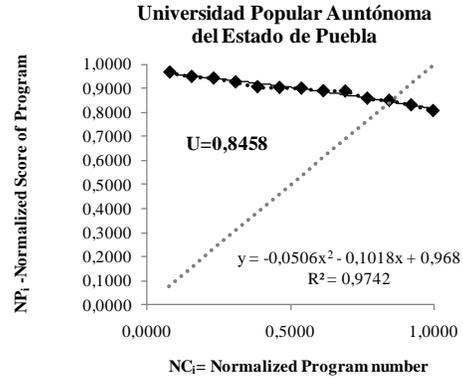


Figura 5.3.14. Índice-U (CI) Universidad Autónoma del Estado de Puebla

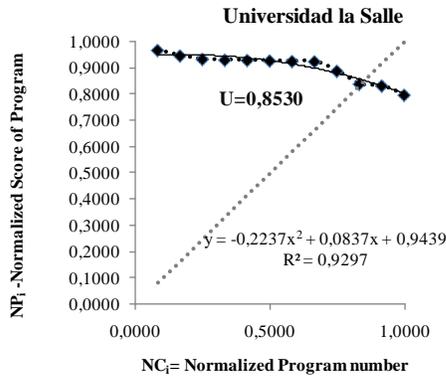


Figura 5.3.15. Índice-U (CI) Universidad la Salle

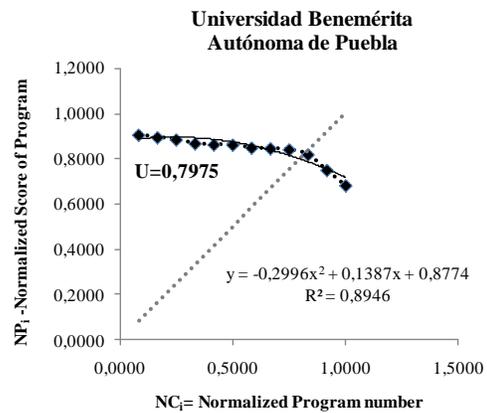


Figura 5.3.16. Índice-U (CI) Universidad Benemérita Autónoma del Estado de Puebla

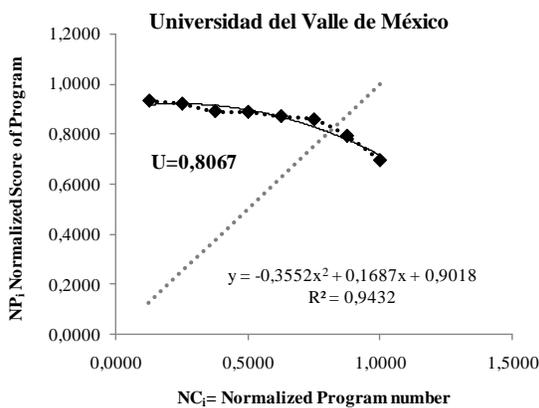


Figura 5.3.17. Índice-U (CI) Universidad del Valle de México

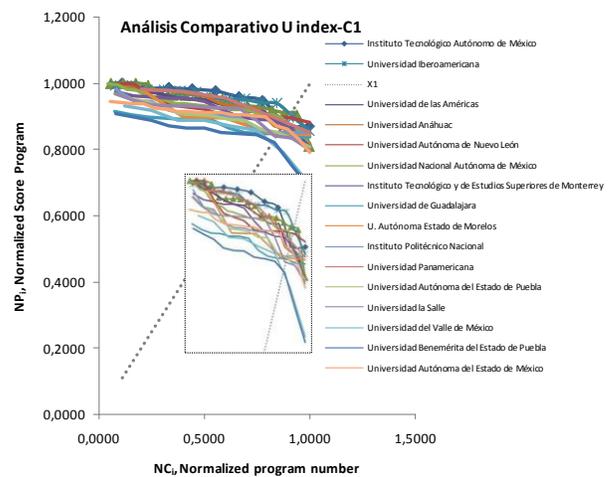


Figura 5.3.18. Análisis Comparativo Índice-U (CI)

La Tabla 5.3.3 muestra la tabla de posiciones obtenida para cada una de la IES evaluadas. Notar que la posición de la universidad cambia con respecto a la tabla de posiciones del periódico [18].

Tabla 5.3 3. Análisis comparativo de tablas de posiciones (CI).

IES	U-index (CI)	Tabla [18]
Universidad Iberoamericana	(1) 0,9071	8,89 (10)
Instituto Tecnológico Autónomo de México	(2) 0,8965	9,48 (2)
Universidad Autónoma de Nuevo León	(3) 0,8910	9,03 (7)
Universidad Autónoma Metropolitana	(4) 0,8892	9,43 (3)
Universidad Panamericana	(5) 0,8845	8,78 (13)
Universidad Nacional Autónoma de México	(6) 0,8736	10 (1)
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	(7) 0,8718	8,92 (9)
Universidad de las Américas	(8) 0,8705	9,14 (4)
Universidad Anáhuac México Norte	(9) 0,8675	9,06 (5)
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Mty	(10) 0,8640	9,06 (6)
Instituto Politécnico Nacional	(11) 0,8592	8,86 (11)
Universidad Autónoma de Estado de México	(12) 0,8584	8,78 (12)
Universidad la Salle	(13) 0,8530	8,42 (15)
Universidad de Guadalajara	(14) 0,8468	9,02 (8)
Universidad Popular Autónoma del Edo. Puebla	(15) 0,8458	8,58 (14)
Universidad del Valle de México	(16) 0,8067	8,42 (15)
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	(17) 0,7975	8,35 (17)

Criterio 2 –Índice-U (U-C2)

El índice-U C2 es construido usando la misma metodología expresada en el criterio 1 (CI), la principal diferencia radica en el uso de datos normalizados para su estimación. El análisis está basado en los datos reportados en le periódico *El Universal (Las Mejores Universidades 2008)* [18].

A continuación se detalla la forma en que fueron manejadas la variables objeto de este estudio.

Para cada IES_{j-ésima} se construye una tabla de posiciones. Para cada IES_{j-ésima} las puntuaciones obtenidas P_i [18] son registradas y ellas son ordenadas en un formato decreciente. Con base a las puntuaciones registradas a cada IES se asigna un número consecutivo C_i , esto es la mejor universidad en el programa evaluado tiene el número 1. La hoja de datos normalizada es construida usando NU_j Puntuación normalizada Universidad-Programa, la cual es definida como:

$$NU_j = \frac{U_j}{\text{Max}_{1 \leq j \leq m} [U_j]} \quad (22)$$

Donde

$$j = 1, 2, 3, \dots, m,$$

m es el número total de IES

Una nueva tabla de posiciones es construida y los valores de NU_j son ordenados en un formato decreciente. Para cada programa se asigna un nuevo número consecutivo C_i esto es el mejor programa evaluado tiene el número 1 y así sucesivamente.

$$NC_i = \frac{C_i}{n} \quad (23)$$

Donde

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

n número total de programas

El *índice-U* es calculado en la misma forma que el *índice-h*. Una curva esquemática es construida considerando NU_j una función de NC_i . La intersección entre la línea de 45° y la curva proporciona el *índice-U*. Para obtener el valor numérico de *U-index*, se selecciona el mejor ajuste y el punto de intersección entre la curva y al línea a 45° $y = x$, da el valor numérico de *índice-U*. Las Figuras 19 a 35 muestran el método de cálculo y los valores numéricos de *índice-U* para cada una de las IES evaluadas en este trabajo de investigación.

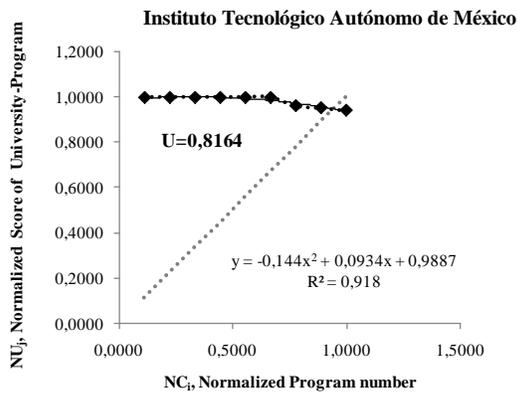


Figura 5.3 19. Índice-U (C2) Instituto Tecnológico Autónomo de México

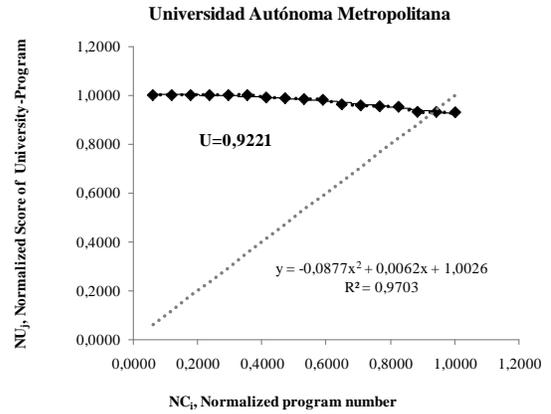


Figura 5.3.20. Índice-U (C2) Universidad Autónoma Metropolitana

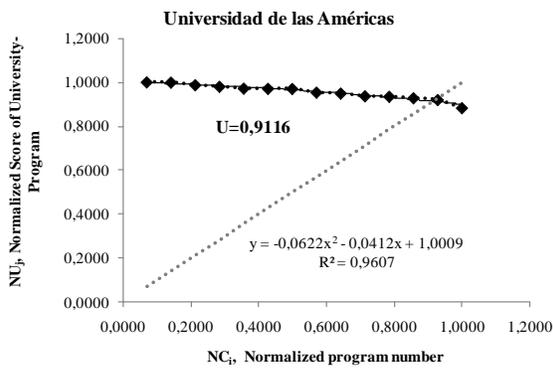


Figura 5.3 21. Índice-U (C2) Universidad de las Américas

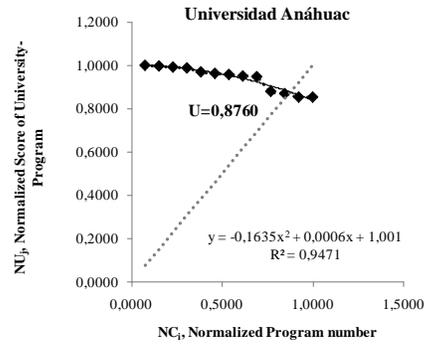


Figura 5.3 22. Índice-U (C2) Universidad Anáhuac

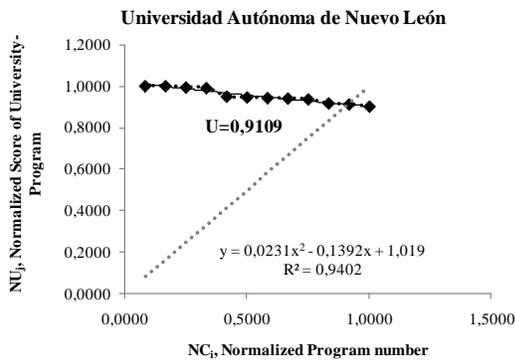


Figura 5.3 23. Índice-U (C2) Universidad Autónoma de Nuevo León

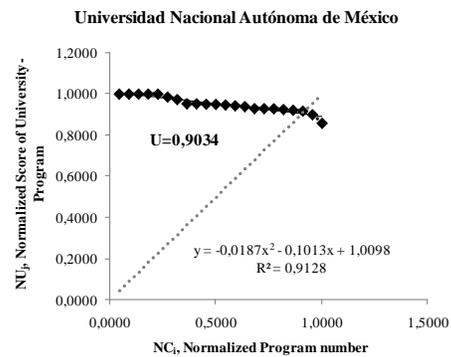


Figura 5.3 24. Índice-U (C2) Universidad Nacional Autónoma de México

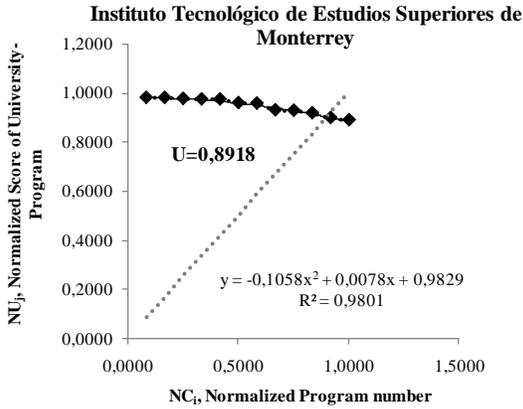


Figura 5.3 25. Índice-U (C2) Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

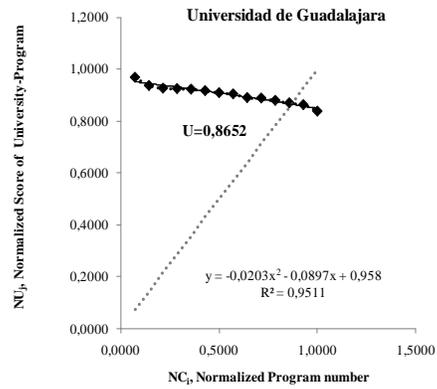


Figura 5.3 26. Índice-U (C2) Universidad de Guadalajara

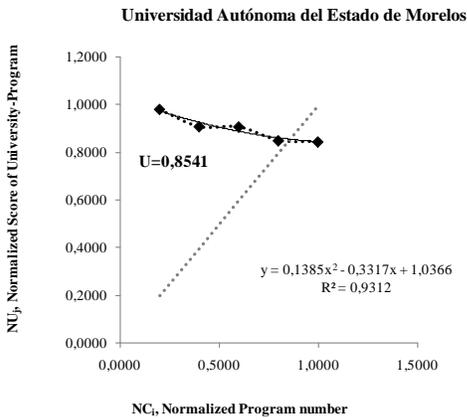


Figura 5.3 27. Índice-U (C2) Universidad Autónoma del Estado de Morelos

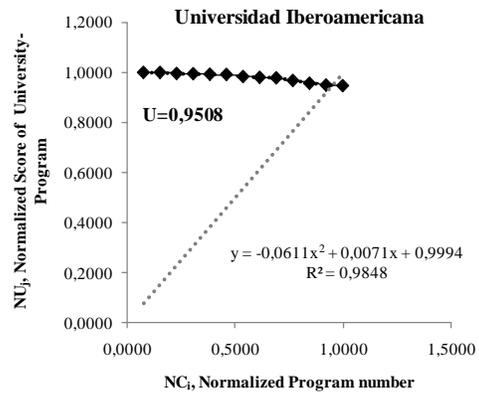


Figura 5.3 28. Índice-U (C2) Universidad Iberoamericana

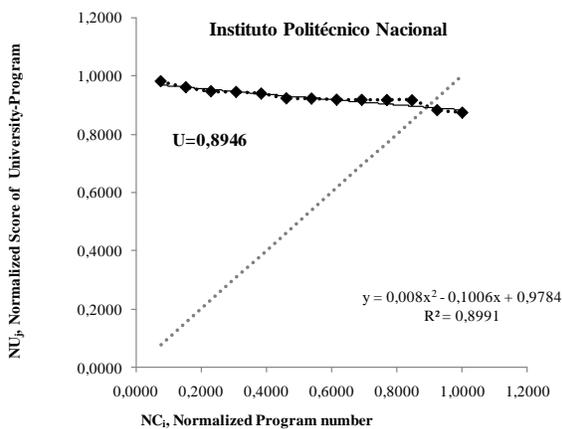


Figura 5.3 29. Índice-U (C2) Instituto Politécnico Nacional

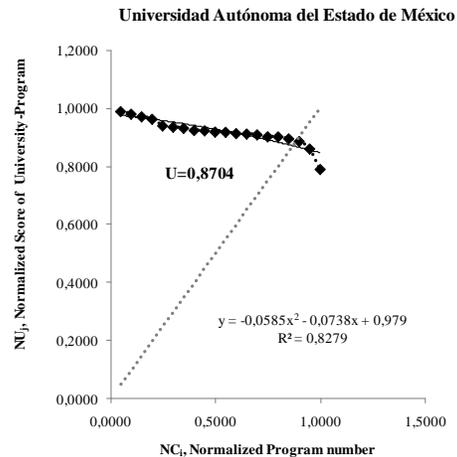


Figura 5.3 30. Índice-U (C2) Universidad Autónoma del Estado de México

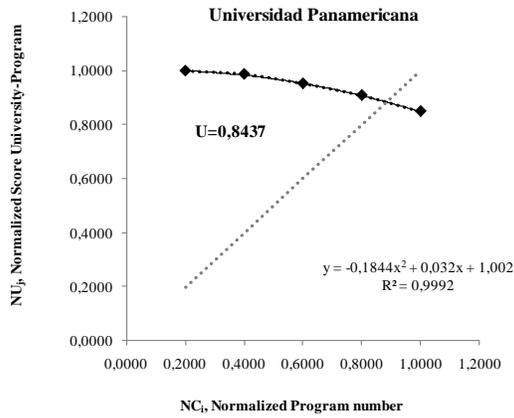


Figura 5.3 31. Índice-U (C2) Universidad Panamericana

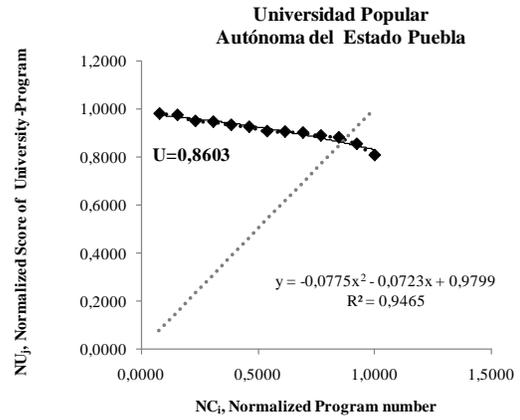


Figura 5.3 32 Índice-U (C2) Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

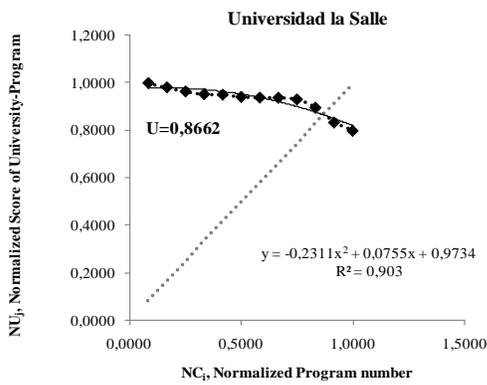


Figura 5.3 33. Índice-U (C2) Universidad la Salle

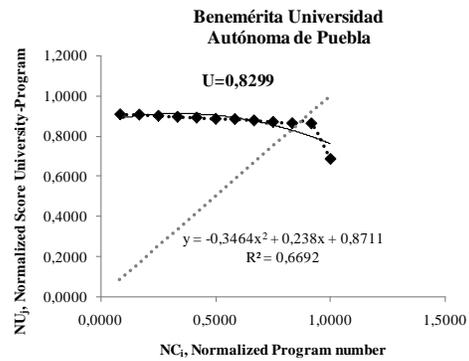


Figura 5.3 34- Índice-U (C2) Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

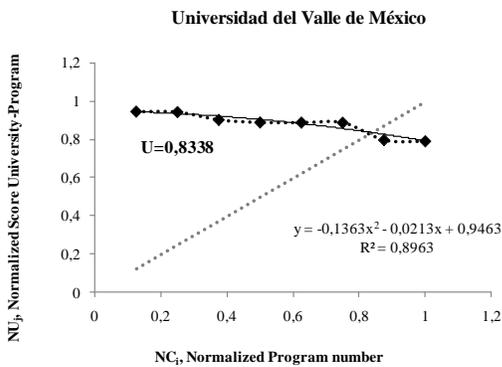


Figura 5.3 35.- Índice-U (C2) Universidad la Salle

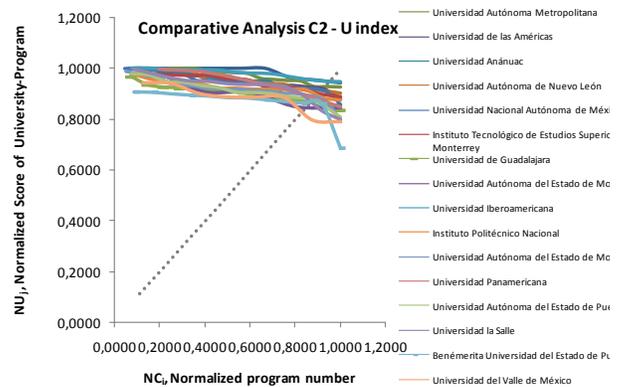


Figura 5.3 36. Índice-U (C2) Análisis comparativo

La Tabla 5.3.4 muestra la tabla de posiciones obtenidas usando el *índice-U (C2)* para cada una de las IES evaluadas. Notar que la tabla de posiciones cambia, comparada con la tabla de posiciones para el criterio 1 (*CI*). Las Figuras 5.3.37 y 5.3.38 presentan un resumen de las metodologías para los criterios *CI* y *C2*.

Tabla 5.3 4. Análisis comparativo de table de posicoines (C2)

IES (Criterio 2)	C2-U-index		C1-U-index		El Universal (18)
Universidad Iberoamericana	(1)	0,9508	(1)	0,9071	8,89 (10)
Universidad Autónoma Metropolitana	(2)	0,9221	(4)	0,8892	9,43 (3)
Universidad de las Américas	(3)	0,9116	(8)	0,8705	9,14 (4)
Universidad Autónoma de Nuevo León	(4)	0,9109	(3)	0,8910	9,03 (7)
Universidad Nacional Autónoma de México	(5)	0,9034	(6)	0,8736	10 (1)
Instituto Politécnico Nacional	(6)	0,8946	(11)	0,8592	8,86 (11)
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Mty	(7)	0,8918	(10)	0,8640	9,06 (6)
Universidad Anáhuac	(8)	0,8760	(9)	0,8675	9,06 (5)
Universidad Autónoma de Estado de México	(9)	0,8704	(12)	0,8584	8,78 (12)
Universidad la Salle	(10)	0,8662	(13)	0,8530	8,42 (15)
Universidad de Guadalajara	(11)	0,8652	(14)	0,8468	9,02 (8)
Universidad Popular Autónoma del Edo. Puebla	(12)	0,8603	(15)	0,8458	8,58 (14)
Universidad Autónoma del Estado de Morelos	(13)	0,8541	(7)	0,8718	8,92 (9)
Universidad Panamericana	(14)	0,8437	(5)	0,8845	8,78 (13)
Universidad del Valle de México	(15)	0,8338	(16)	0,8067	8,42 (15)
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	(16)	0,8299	(17)	0,7975	8,35 (17)
Instituto Tecnológico Autónomo de México	(17)	0,8164	(2)	0,8965	9,48 (2)

El principal resultado observado es el hecho de que usando datos normalizados para comparar IES el ranking de la IES cambia dependiendo del criterio usado para la evaluación. Por lo anterior, el *índice-U*, no puede ser considerado como un parámetro universal. En este sentido, el uso de *índice-U* debe ser un indicador de desempeño asociado a la política nacional de educación con objeto de tener datos confiables. Las tablas de posiciones académicas no pueden ser vistos como fórmulas universales, la posición de la universidad en la tabla cambia dependiendo del criterio de evaluación, y la posición puede cambiar si algunos parámetros son modificados.

Metodología de análisis –Criterio 1

1 Base de datos U
 $n = \text{total programas}$

Programa (C_i) $i = 1, 2, 3, \dots, n$	
Universidad	Puntuación programa (P_i)
	U_j $j = 1, 2, 3, \dots, m$ $m = \text{total IES}$

2 Tabla de Datos Normalizada

descendente

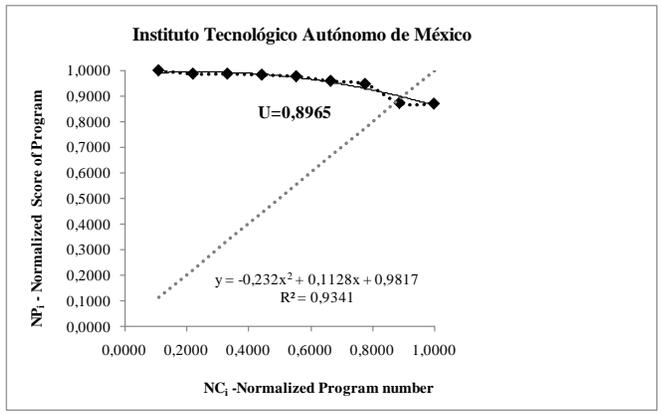
INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO	No.	$NC_i(x)$	$NP_i(y_1)$	y_2
Ranking Actuaría	1	0,1111	1,0000	0,1111
Ranking Matemáticas	2	0,2222	1,0000	0,2222
Ranking Relaciones Internacionales	3	0,3333	1,0000	0,3333
Ranking Administración de empresas	4	0,4444	1,0000	0,4444
Ranking Contaduría	5	0,5556	1,0000	0,5556
Ranking Ingeniería en Sistemas/Computación	6	0,6667	1,0000	0,6667
Ranking Ingeniería Industrial	7	0,7778	0,9629	0,7778
Ranking Derecho	8	0,8889	0,9537	0,8889
Ranking Economía	9	1,0000	0,9423	1,0000

$NP_i = \frac{P_i}{10}$

$NC_i = \frac{C_i}{n}$ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

posición (1) MEJOR programa evaluado para U_j

3 Cálculo *índice-U*
 datos normalizados



4 Iteraciones para cada U_j $j = 1, 2, 3, \dots, m$
 $m = \text{total IES}$

U_1 U_2 $\dots U_m$

2 Tabla de Datos Normalizada

descendente

INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO	No.	$NC_i(x)$	$NP_i(y_1)$	y_2
Ranking Actuaría	1	0,1111	1,0000	0,1111
Ranking Matemáticas	2	0,2222	1,0000	0,2222
Ranking Relaciones Internacionales	3	0,3333	1,0000	0,3333
Ranking Administración de empresas	4	0,4444	1,0000	0,4444
Ranking Contaduría	5	0,5556	1,0000	0,5556
Ranking Ingeniería en Sistemas/Computación	6	0,6667	1,0000	0,6667
Ranking Ingeniería Industrial	7	0,7778	0,9629	0,7778
Ranking Derecho	8	0,8889	0,9537	0,8889
Ranking Economía	9	1,0000	0,9423	1,0000

$NP_i = \frac{P_i}{10}$

$NC_i = \frac{C_i}{n}$ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

posición (1) MEJOR programa evaluado para U

2 Tabla de Datos Normalizada

descendente

INSTITUTO TECNOLÓGICO AUTÓNOMO DE MÉXICO	No.	$NC_i(x)$	$NP_i(y_1)$	y_2
Ranking Actuaría	1	0,1111	1,0000	0,1111
Ranking Matemáticas	2	0,2222	1,0000	0,2222
Ranking Relaciones Internacionales	3	0,3333	1,0000	0,3333
Ranking Administración de empresas	4	0,4444	1,0000	0,4444
Ranking Contaduría	5	0,5556	1,0000	0,5556
Ranking Ingeniería en Sistemas/Computación	6	0,6667	1,0000	0,6667
Ranking Ingeniería Industrial	7	0,7778	0,9629	0,7778
Ranking Derecho	8	0,8889	0,9537	0,8889
Ranking Economía	9	1,0000	0,9423	1,0000

$NP_i = \frac{P_i}{10}$

$NC_i = \frac{C_i}{n}$ $i = 1, 2, 3, \dots, n$

posición (1) MEJOR programa evaluado para U

Figura 5.3.37 Metodología de análisis Criterio 1 (C_i)

Metodología de análisis –Criterio 2

1 Base de datos U
 $n = \text{total programas}$

Programa (C_i) $i = 1, 2, 3, \dots, n$	
Universidad	Puntuación programa (P_i)
	U_j $j = 1, 2, 3, \dots, m$ $m = \text{total IES}$

2 Tabla de Datos Normalizada

	No.	NCI (x)	NUJ (y1)	y2
Ranking Actuaría	1	0,1111	1,0000	0,1111
Ranking Matemáticas	2	0,2222	1,0000	0,2222
Ranking Relaciones Internacionales	3	0,3333	1,0000	0,3333
Ranking Administración de empresas	4	0,4444	1,0000	0,4444
Ranking Contaduría	5	0,5556	1,0000	0,5556
Ranking Ingeniería en Sistemas/Computación	6	0,6667	1,0000	0,6667
Ranking Ingeniería Industrial	7	0,7778	0,9629	0,7778
Ranking Derecho	8	0,8889	0,9537	0,8889
Ranking Economía	9	1,0000	0,9423	1,0000

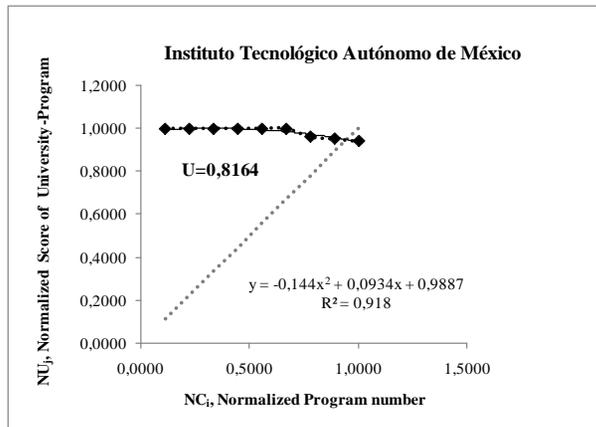
$$NU_j = \frac{U_j}{\text{Max}_{1 \leq j \leq m} [U_j]}$$

$$NC_i = \frac{C_i}{n}$$

descendente

posición (1) MEJOR programa evaluado para U
 en relación a programas ofertados

3 Cálculo *índice-U*
 datos normalizados



4 Iteraciones para cada U_j $j = 1, 2, 3, \dots, m$
 $m = \text{total IES}$
 U_1 U_2 $\dots U_m$

2 Tabla de Datos Normalizada $NU_j = \frac{U_j}{\text{Max}_{1 \leq j \leq m} [U_j]}$ $NC_i = \frac{C_i}{n}$

2 Tabla de Datos Normalizada $NU_j = \frac{U_j}{\text{Max}_{1 \leq j \leq m} [U_j]}$ $NC_i = \frac{C_i}{n}$

posición (1) MEJOR programa evaluado para U en relación a programas ofertados

posición (1) MEJOR programa evaluado para U en relación a programas ofertados

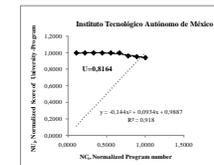
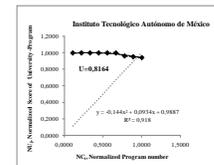


Figura 5.3.38 Metodología de análisis Criterio 2 (C2)

5.4 Ventajas y desventajas del *índice-h*

Con base a los trabajos realizados por Hirsch [1] y Glänzel [51] a continuación se presentan las ventajas y desventajas encontradas en la literatura respecto al uso de *índice-h*:

Ventajas

- Es un índice matemáticamente simple
- Fomenta una cantidad grande de alta calidad en el trabajo (por lo menos altamente visible)
- El *índice-h* puede ser aplicado en cualquier nivel de agregación
- Combina dos tipos de actividad (en el trabajo original impacto de citas y publicaciones).
- Es un indicador robusto [52]. Incrementando solo el número de publicaciones esta no tienen un efecto inmediato en el índice.
- Picos individuales (mejores publicaciones) tienen difícilmente una influencia en el *índice-h*.
- En principio, cualquier tipo de documento puede ser incluido
- Publicaciones, que difícilmente son citadas no tienen influencia en el *índice-h*. En esta forma el *índice-h* desalienta publicaciones no importantes.
- Ha sido mostrado que el *índice-h* esta fuertemente correlacionado con el total de publicaciones [1].

Desventajas

- El *índice-h*, en su trabajo original [1], coloca a los recién llegados en una desventaja debido a que tanto publicaciones y citas serán relativamente bajas. En otras palabras está basado en observaciones de largo plazo.
- El índice permite a los científicos dormirse en sus laureles, debido a que el número de citas recibidas puede incrementarse aún cuando no hay nuevos artículos publicados.
- El *índice-h* es solamente útil para comparar a los mejores científicos en un campo. No discrimina entre el promedio de científicos.
- Es un indicador que nunca puede disminuir.
- El *índice-h* pierde sensibilidad a cambios en el desempeño.

Capítulo 6

Análisis de Resultados

Esta sección presenta los resultados obtenidos como parte del análisis y desarrollo del *índice- H_p* . Primeramente es presentado un análisis de la dinámica del *índice- H_p* índice en 5 programas de Maestría y en una segunda etapa se realiza el mismo análisis para 2 programas de Doctorado. También como referencia se determinan los *índices- H_p* para los programas de Maestría y Doctorado en términos generales. Esta última información es presentada solamente como información y para una futura investigación, en términos de comparar los *índices H_p* en un nivel de agregación diferente, esto puede ser: entre campus, universidades a nivel nacional y universidades a nivel internacional.

6.1 Análisis de Resultados IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRÍA

La Tabla 5.2.1 corresponde a la lista de graduación de cada programa de Maestría en la SEPI-ESIME-ZACATENCO en el periodo 2000-2009, y muestra los datos originales para calcular el *índice- H_p* en ese periodo. Es importante notar que los programas fueron creados en diferentes momentos (Maestría Ingeniería Mecánica 1971, Maestría Ingeniería Sistemas 1971, Maestría Ingeniería Eléctrica 1970, Maestría Ingeniería Electrónica 1981, Maestría Ingeniería Telecomunicaciones 1998). La fecha de 1 Enero 2000 es usada como una referencia común para estandarizar el periodo de evaluación hasta el 31 Diciembre 2009.

La Tabla 6.1.1 presenta un reporte de los valores del *índice- H_p* calculados para cada uno de los periodos evaluados y para cada uno de los programas de maestría

Tabla 6.1 1 H_p índice SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA

MAESTRIA SEPI ESIME (H_p índice)					
	Telecomunicaciones	Sistemas	Mecánica	Electrónica	Eléctrica
2000-2002	2,863822104	2,955815918	4,558989453	2,309272417	3,30098436
2001-2003	3,515688194	3,39055888	4,775770681	1,990672076	3,763235565
2002-2004	3,4618099	3,817830544	4,969357786	1,834286498	3,864682652
2003-2005	3,256032778	4,401640022	4,546684145	2,225976858	4,049486854
2004-2006	3,142172661	4,929502864	5,210217038	2,225976858	4,382165693
2005-2007	3,160193103	5,247737397	5,521683403	2,294348337	4,487291973
2006-2008	3,077842914	4,958522183	5,62348366	3,023565997	4,491976645
2007-2009	3,703794252	4,747032644	4,742050806	2,854551473	3,66698503

La Figura 6.1.1 presenta la dinámica del valor de *índice- H_p* en el tiempo, y por dinámica se debe entender los cambios del valor de *índice- H_p* en el tiempo (t) - que para propósitos del presente trabajo de investigación se consideraron ciclos de 3 años. Debe ser notado que un decremento en el índice H_p debe ser entendido como un cambio en el desempeño y en este caso acciones deberían ser tomadas para mejorar el desempeño del programa para mejorar su tasa de graduación. La pendiente de la línea de tendencia en todos los programas tiene un valor positivo (ver Anexo – *índice- H_p* vs. t – *ciclos de 3 años*-), aún en el caso de la Maestría de Ingeniería de Telecomunicaciones, con un valor de +0.0318, el cual es un valor muy cercano a 0, este desempeño se considera como 'estático' o con no evolución.

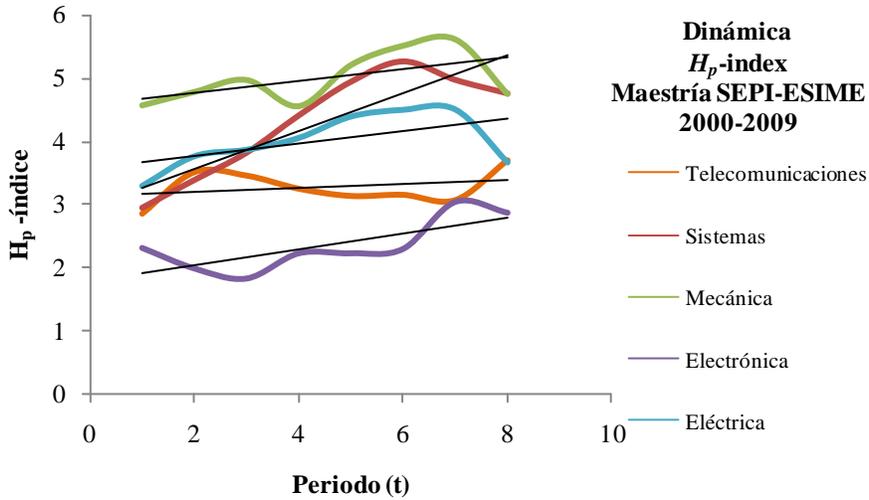


Figura 6.1 1 H_p índice Dinámica Maestría IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO

La Tabla 6.1.2 muestra la tabla de posiciones de los programas de Maestría de la SEPI-ESIME-ZACATENCO así como la aplicación de otros índices complementarios h_G -índice [4]. Los resultados en el valor del índice H_p muestran que el programa de Maestría en Ingeniería Mecánica es el programa con la mejor puntuación en graduación de alumnos en el periodo (2000-2009). En este sentido el programa es posicionado con el mejor índice de graduación como H_p índice 10.66. El mismo patrón es observado cuando los índices complementarios son analizados A_G (18.00), R_G (14.07), g_G (15.00), h_G (11.00). La relación g_G/h_G y R_G/h_G son usados para propósitos de referencia. La Figura 6.1.2 muestra una representación gráfica del desempeño de cada programa de Maestría.

Tabla 6.1 2 Tabla de posiciones IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO programas de Maestría

		SEPI-ESIME MAESTRIA								
		Ranking Tabla H_p	H_p índice	h_G índice	A_G índice	R_G índice	g_G índice	g_G/h_G	R_G/h_G	
Mecánica	2000-2009	(1)	10,66	11,00	18,00	14,07	15,00	1,36	1,28	
Sistemas	2000-2009	(2)	7,39	9,00	16,22	12,08	13	1,44	1,34	
Eléctrica	2000-2009	(3)	6,51	7,00	15,00	10,25	11	1,57	1,46	
TLC	2000-2009	(4)	5,42	6,00	11,33	8,25	9,00	1,50	1,37	
Electrónica	2000-2009	(5)	4,30	5,00	6,60	5,74	7,00	1,40	1,15	
		R_G vs. g_G , corr							1,000	
		R_G vs. h_G , corr							0,989	
		g_G vs. h_G , corr							0,990	
		R_G/h_G vs. g_G/h_G , corr							0,988	

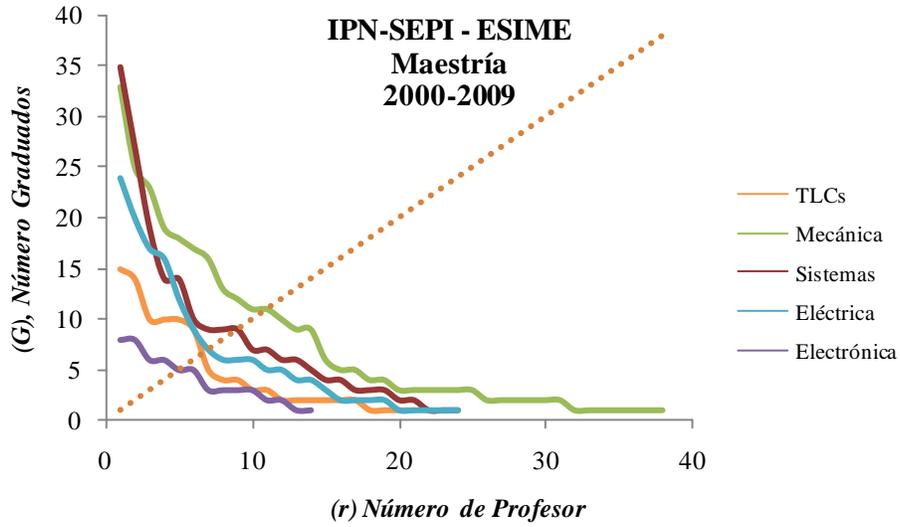


Figura 6.1.2 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO Maestría 2000-2009

En la Tabla 6.1.2 las correlaciones altas entre las variables h_G , A_G , R_G y g_G muestran que tienen un comportamiento similar y confirmar la correlación lineal propuesta por Jin [4].

6.2 Análisis de Resultados IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO

La tabla 6.2.2 corresponde a la lista de graduación de cada programa de doctorado en la IPN-SEPI-ESIME en el periodo 2000-2009, y muestra los datos que fueron usados para el cómputo de *índice- H_p* en el periodo 2000-2009. Es importante notar que los programas fueron creados en diferentes momentos por lo tanto los primeros alumnos fueron graduados en diferente tiempos (Doctorado Ingeniería Mecánica 1999, Doctorado Ingeniería Eléctrica 1993). La fecha de 1 Enero de 2000 es usada como una referencia común para estandarizar el periodo de evaluación hasta 31 Diciembre 2009.

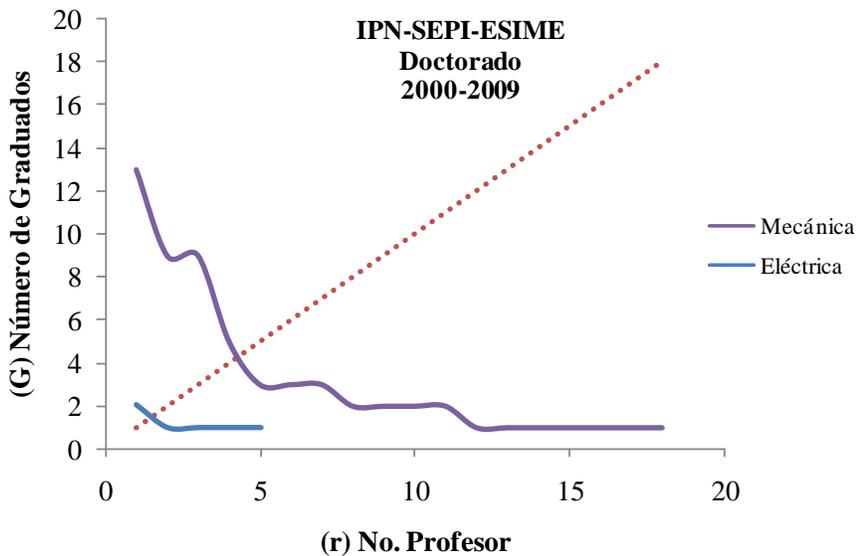


Figura 6.2 1 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO (2000-2009)

La Tabla 6.2.1 muestra la tabla de posiciones para los programas de doctorado de la SEPI-ESIME-ZACATENCO, así como la aplicación de otros índices complementarios *índice- h_G* [4]. El resultado en el *índice- H_p* muestra al programa de Doctorado en Ingeniería Mecánica como el programa con la mejor puntuación en graduación de alumnos en el periodo (2000-2009). La relación g_G/h_G y R_G/h_G es usada como una referencia.

Tabla 6.2 1 Tabla de posiciones SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO

		SEPI-ESIME DOCTORADO						
		H_p índice	h_G índice	A_G índice	R_G índice	g_G índice	g_G/h_G	R_G/h_G
D. Mecánica	2000-2009	4,17	4,00	8,50	5,83	6,00	1,50	1,46
D.Eléctrica	2000-2009	1,46	1,00	2,00	1,41	1,00	1,00	1,41
		<i>R vs. g, corr</i>					1,000	
		<i>R vs. h, corr</i>					1,000	
		<i>g vs. h, corr</i>					1,000	
		<i>R/h vs. g/h, corr</i>					1,000	

La Tabla 6.2.2 muestra la dinámica del *índice- H_p* , es importante notar que en el periodo (2003-2005) no existen alumnos graduados en el Doctorado de Ingeniería Eléctrica, de ahí que el *índice- H_p* en este periodo es cero. La figura 6.2.2 muestra una representación gráfica del desempeño de ambos programas

Tabla 6.2 2 Dinámica *índice- H_p* IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO DOCTORADO

	H_p index D.Mecánica	H_p index D.Eléctrica
2000-2002	1,44390993	1,000000
2001-2003	1,99355817	1,000000
2002-2004	2,21512233	1,000000
2003-2005	2,21873837	0,000000
2004-2006	2,53067979	1,000000
2005-2007	2,77777139	1,000000
2006-2008	3,08190912	1,000000
2007-2009	2,89516482	1,000000

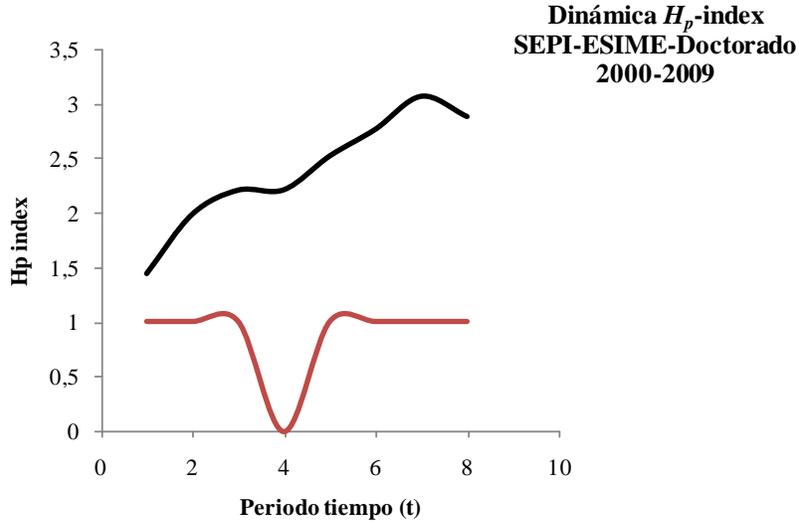


Figura 6.2 2 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO (2000-2009)

La Tabla 6.2.1 muestra las correlaciones entre las variables h_G , A_G , R_G y g_G las cuales muestran un comportamiento similar y confirma la relación lineal propuesta por Jin [4]. Las Figuras.6.2-3 y 6.2.4 son incorporadas como una referencia para mostrar el nivel de agregación. La Tabla 6.2.3 muestra los resultados obtenidos de una forma global para los 7 programas de posgrado evaluados.

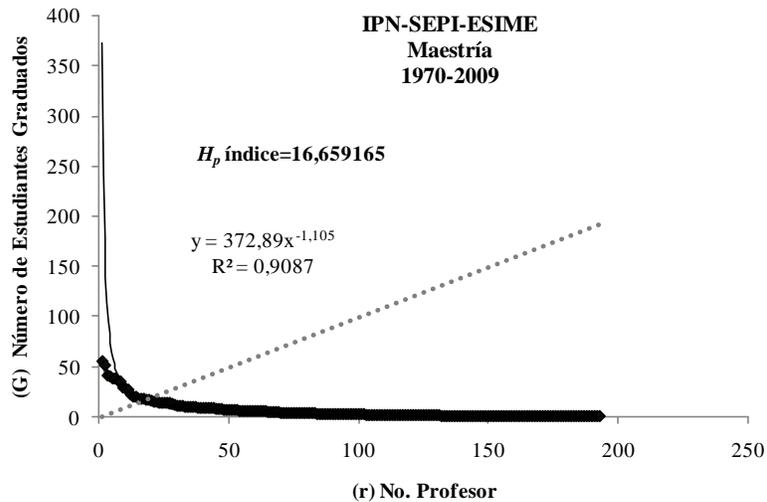


Figura 6.2 3 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-MAESTRIA (1970-2009)

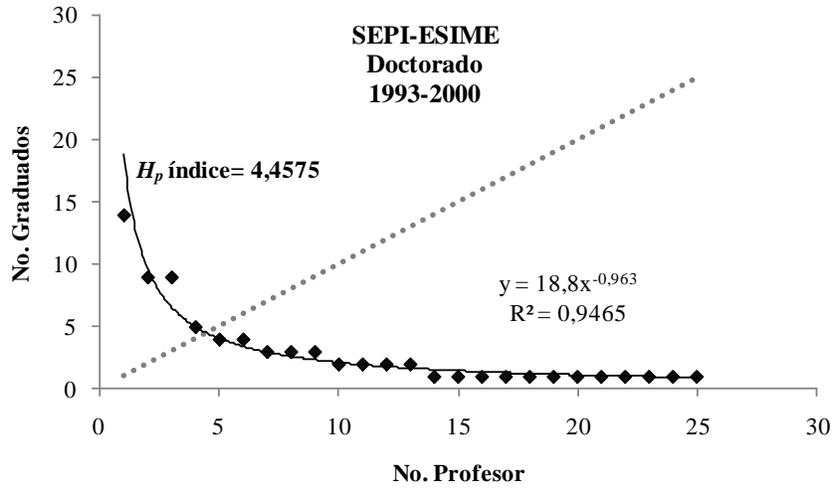


Figura 6.2 4 IPN-SEPI-ESIME-ZACATENCO-DOCTORADO (1993-2009)

Tabla 6.2 3 Matriz de Resultados H_p -índice

MAESTRIA IPN SEPI ESIME (H_p -index)															
	Telecomunicaciones			Sistemas			Mecánica			Electrónica			Eléctrica		
	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index
2000-2002	24	10	2,863822104	28	12	2,955815918	70	19	4,558989453	12	5	2,309272417	34	12	3,30098436
2001-2003	37	12	3,515688194	35	12	3,39055888	81	23	4,775770681	10	6	1,990672076	44	14	3,763235565
2002-2004	37	13	3,4618099	47	13	3,817830544	84	20	4,969357786	12	8	1,834286498	53	20	3,864682652
2003-2005	34	14	3,256032778	66	16	4,401640022	74	23	4,546684145	12	9	2,225976858	55	17	4,049486854
2004-2006	29	11	3,142172661	82	18	4,929502864	101	29	5,210217038	14	7	2,225976858	64	18	4,382165693
2005-2007	30	11	3,160193103	91	17	5,247737397	110	26	5,521683403	16	9	2,294348337	63	15	4,487291973
2006-2008	40	13	3,077842914	83	18	4,958522183	116	28	5,62348366	26	10	3,023565997	63	15	4,491976645
2007-2009	31	14	3,703794252	71	15	4,747032644	82	25	4,742050806	24	9	2,854551473	41	13	3,66698503
Promedio	3,272669488			4,306080057			4,993529621			2,344831314			4,000851096		
σ	0,27			0,83			0,42			0,40			0,43		
DOCTORADO IPN SEPI ESIME (H_p -index)															
							Mecánica						Eléctrica		
	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index	Grd	Prf	H_p index
2000-2002							7	6	1,44390993				3	3	1,00
2001-2003							11	7	1,99355817				2	2	1,00
2002-2004							14	8	2,21512233				2	2	1,00
2003-2005							15	9	2,21873837				0	0	0,00
2004-2006							21	11	2,53067979				1	1	1,00
2005-2007							25	12	2,77777139				1	1	1,00
2006-2008							29	11	3,08190912				1	1	1,00
2007-2009							27	13	2,89516482				1	1	1,00
Promedio							2,39460674						0,87500		
σ							0,54						0,35		

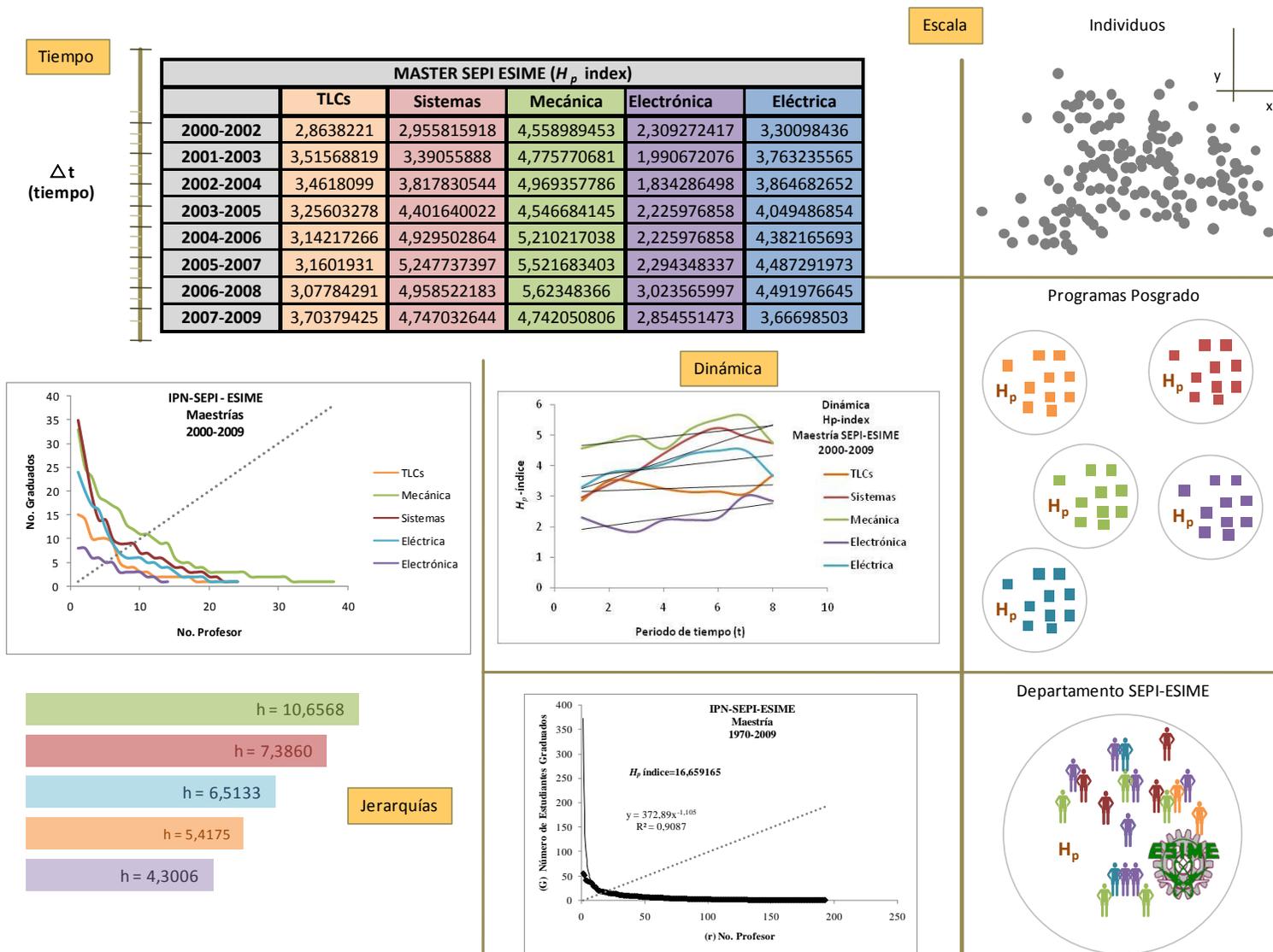
Conclusiones

Se realizó una caracterización del *índice-U*, el cual es un índice calculado con el mismo enfoque de *índice-h* (6), pero aplicado en un concepto para realizar el posicionamiento de universidades usando datos normalizado. Con los trabajos de investigación realizados y usando datos normalizados para comparar Instituciones de Educación Superior (IES), el *índice-U* cambia dependiendo del criterio usado para evaluar la IES. Esto permite concluir que el *índice-U* no es un parámetro universal y depende del criterio usado para evaluar a la IES. En este sentido, el uso de *índice-U* debe ser un indicador que se encuentre vinculado a la política de educación nacional si este se desea utilizado como un indicador de desempeño esto con el objeto de obtener datos objetivos.

Por otra parte el *índice-H_p* es un indicador complementario a los ya existentes para posicionar programas de posgrado, y en este sentido es observado que su aplicación necesita estar vinculada a una dinámica de análisis del valor de *índice-H_p* en el periodo de tiempo evaluado, ya que el *índice-H_p* es su versión acumulativa no es sensible a los cambios en el desempeño, el cual es un factor importante en los ejercicios de evaluación. Las Figuras C.1.1 y C.1.2 muestran un resumen gráfico de los resultados obtenidos.

La principal contribución de este trabajo es el diseño de una metodología que permite posicionar programas de educación superior en México, esto a través del cómputo de un indicador fácil de obtener, modelar y cuantificar. Si bien esta metodología es aplicada en un nivel micro, esto es solamente en una sección de los programas de educación superior en el Instituto Politécnico Nacional la metodología puede ser escalada a un nivel de todos los programas de postgrado en el Instituto Politécnico Nacional y después compara estos datos en otros programas de otras universidades.

El *índice-h* [1], es un concepto que rápidamente ha recibido la atención de la comunidad científica como un indicador de los logros de vida, los principales estudios se han enfocado en los logros científicos [4], con pocas aplicaciones en el campo académico, en este sentido los trabajos futuros deberán enfocarse en comparar los valores del *índice-H_p* entre universidades nacionales o una posible escala internacional.



C.1.1 Resumen de Resultados de Programas Maestría IPN-SEPI-ESIME 2000-2009

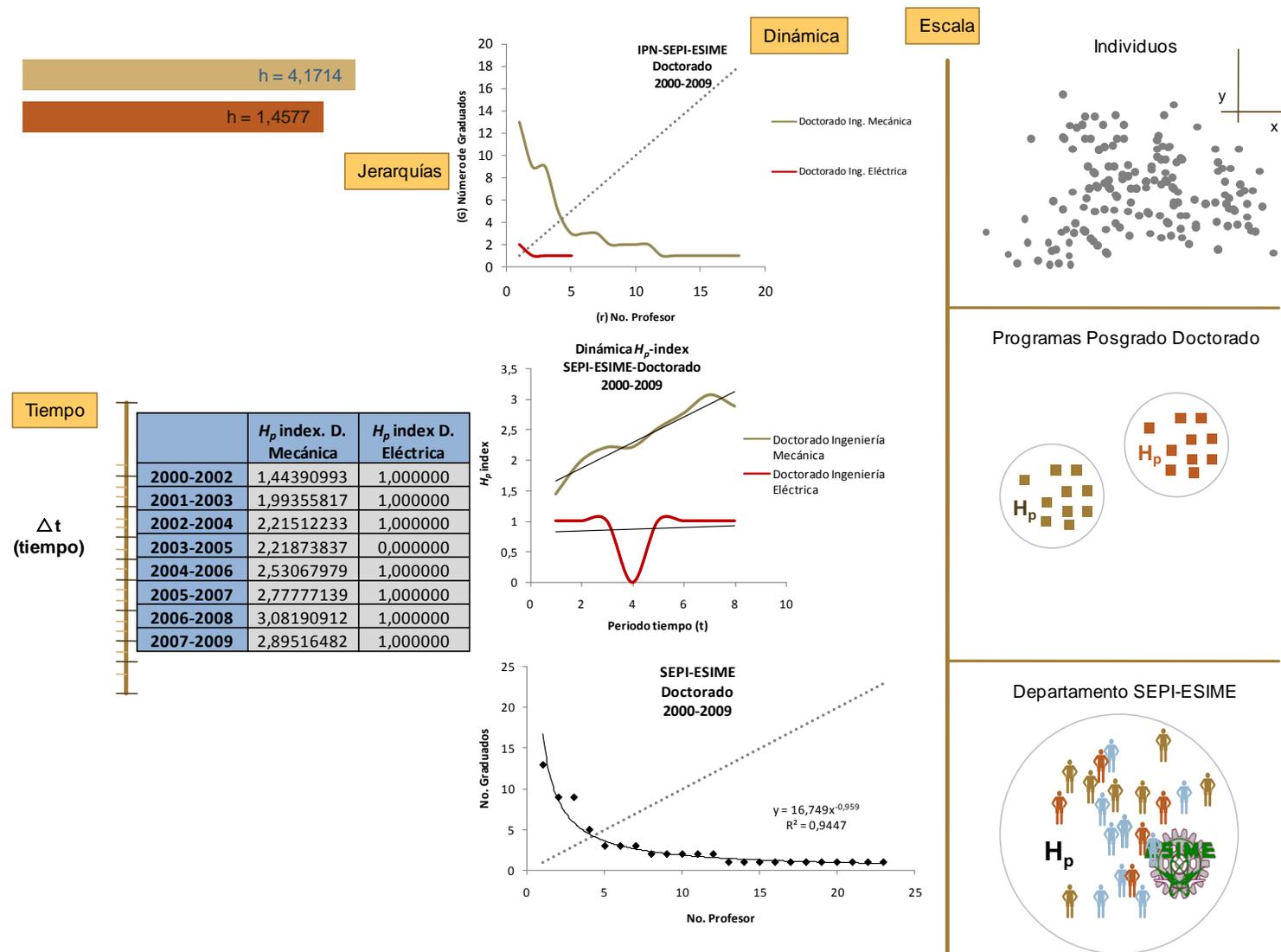


Figura C.1.2 Resumen de Resultados Doctorado IPN-SEPI-ESIME (2000-2009)

Nomenclatura

ACT.- American College Test. Prueba de Colegios en América

ARWU.- Academic Ranking of World Universities

AVCC.- Australia Vice-Chancellors Committee

CEO.- Chief Executive Officers.

CENEVAL.- Centro Nacional de Evaluación de la Educación Superior

CEST.- Centro de Estudios de Ciencia y Tecnología (CEST – Suiza)

CHE.- *Centrum für Hochschulentwicklung*. Centro de Desarrollo de Universidades en Alemania.

COPAES.- Consejo para la Acreditación de la Educación Superior

CONACYT.- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

ESIME.- Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

IPN.- Instituto Politécnico Nacional

IES.- Instituciones de Educación Superior.

IREG: International Ranking Expert Group, Grupo Internacional de Expertos en Ranking

PRONAE.- Programa Nacional de Educación

RIES.- Metodología para el Ranking de Instituciones de Educación Superior.

RVOE.- Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios

SAT.- Scholastic Assessment Test. Prueba de Evaluación Escolar

SHCP.- Secretaría de Hacienda y Crédito Público

SEP.- Secretaría de Educación Pública

SEPI.- Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

SES.- Subsecretaría de Educación Superior

SNI.- Sistema Nacional de Investigadores

SNIT.- Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos

TS.- Índice Thomson Scientific.

THES.- Times Higher Education Supplement. Suplemento de la Educación Superior de la Revista Times.

UNESCO-CEPES.- UNESCO European Centre for Higher Education

UT.- Universidades Tecnológicas

UPs.- Universidades Politécnicas

USNWR.- US News and World Report. Noticias de los Estados Unidos Reporte Mundial

Términos

Aleatoriedad

La palabra aleatorio se usa para expresar una aparente carencia de propósito, causa u orden. El termino aleatoriedad se usa a menudo como sinónimo con un número de propiedades estadísticas medibles, tales como la carencia de tendencias o correlación.

Ambiente

El ambiente es el contexto en el cual el sistema de nuestro interés se encuentra. Estrictamente hablando, es cualquier cosa que no esta incluida en nuestra definición de sistema. En una perspectiva de desarrollo de sistema, describimos un sistema en relación con su ambiente y como los cambios en su ambiente afectan el sistema.

Autorganización

Todo sistema complejo emerge a partir de sus partes y fluctúa hasta quedar fuertemente estabilizado en un atractor. Esto se logra con la aparición de toda una serie de retroalimentaciones positivas y negativas que atenúan cualquier modificación provocada por un accidente externo. Se puede afirmar que el sistema reacciona ante agresiones externas que pretendan modificar su estructura. Tal capacidad sólo es posible mantenerla sin ayuda externa mediante un aporte constante de energía.

Atractor

Es el conjunto al que el sistema evoluciona después de un tiempo suficientemente largo. Para que el conjunto sea un atractor, las trayectorias que le sean suficientemente próximas han de permanecer próximas incluso si son ligeramente perturbadas. Geométricamente, un atractor puede ser un punto, una curva, una variedad o incluso un conjunto complicado de estructuras.

Caos

Caos normalmente es considerado como desorden o confusión. Sin embargo en ciencia, describe una paradoja conceptual importante el cual tienen un significado matemático preciso. Un sistema caótico es un sistema determinístico el cual es difícil de predecir.

Complejidad

En Física la complejidad es el conjunto de propiedades que exhiben los sistemas complejos. Algunas veces complejidad es la cantidad de información de un sistema.

Emergentes

Como resultado de las interacciones entre elementos, surgen propiedades nuevas que no pueden explicarse a partir de las propiedades de elementos aislados. Dichas propiedades se denominan propiedades emergentes.

Escala:

(1) Es el tamaño de un sistema o propiedad que lo describe.

(2) Es la precisión de una observación o descripción.

Para (1) imaginar que los sistemas tienen varios tamaños. Desde los más pequeños hasta los más grandes, tenemos partículas elementales, un átomo, una molécula, una célula, una persona, una ciudad, un planeta, una galaxia, el universo.

Para (2) imaginar que tenemos lentes de aumento para mirar a una persona. El truco es imaginar que usted puede mirar a la persona completamente no importa que tan cerca o lejos usted lo está mirando. Si lo mira de lejos usted mirará un punto, si usted lo mira de cerca podrá mirar el color de su ropa. Más cerca usted mirará las arrugas en su rostro, sus cabellos y los hilos de su ropa. Si usted lo mira aún más cerca observará las células de su piel, las fibras de los hilos de su ropa. Aún más cerca observará cada una de las moléculas, y sus átomos.

Fractales

Los fractales son entidades que se miran iguales bajo aumento, ellos son “auto-similares”. Más específicamente, una geometría fractal es formada de partes, las cuales cuando son aumentadas, tienen la misma forma que la forma original. Los fractales también pueden involucrar aleatoriedad, de tal forma que la similitud de las partes del todo puede ser una propiedad estadística o de promedio.

Linealidad y no linealidad

El concepto de relaciones lineales sugiere que dos cantidades son proporcionales una a la otra: duplicando una causa la otra también se duplica. Las relaciones lineales son usualmente una primera aproximación usada para describir cualquier relación, aún cuando no existe una única

forma para definir una relación lineal en términos de la naturaleza subyacente de las cantidades. Por ejemplo: una relación lineal entre el peso y altura de una persona es diferente a la relación lineal entre el volumen y peso de otra persona. La segunda relación tiene mayor sentido, pero ambas son relaciones lineales. La dosis de medicamentos, especialmente para niños, son usualmente prescritas en proporción al peso.

Las relaciones no lineales, en general, son cualquier relación que no es lineal. Lo que es importante considerar en las relaciones no lineales es en un amplio rango de posibles dependencias son permitidas. Cuando existe poca información para determinar qué tipo de relación es, se asume una relación lineal como la forma más simple. La mayoría de las posibles relaciones no lineales son monótonas. Esto significa que siempre incrementan o decrecen pero no ambas. Los cambios pueden ser suaves o pueden ser abruptos.

Patrones

Es un conjunto de relaciones que son satisfechas por observaciones de un sistema, o una colección de sistemas. Una simple clase de propiedad emergente de un sistema, donde un patrón es una propiedad del sistema como un todo pero no es una propiedad de pequeñas partes de un sistema.

Ranking Académico

Un ranking de calidad académica es construido de acuerdo con algún criterio o conjunto de criterios que los autores consideran que mide o refleja la calidad académica, debe ser una lista de las mejores facultades, universidades, o departamentos especializados en un campo de estudio, colocados en orden numérico en función de su supuesta calidad, con cada facultad o universidad teniendo su propia puntuación individual y no presentando sólo una agrupación global de los elementos ordenados.

Redes

Una red es una descripción de las conexiones que permiten interacciones y tienen influencia entre las partes de un sistema. También son usadas para referir a las partes con sus conexiones, esto es el sistema como un todo, al considerar los efectos de sus conexiones. Todas las redes pueden ser pensadas como una red de influencias: el estado de las partes que se encuentran conectadas por las redes se afectan unas a otras a través de la red. Conceptualmente podemos distinguir entre redes que transfieren material (suministro, transporte, servicios, químicos), y redes que transfieren información (neuronal, comunicación, computación, social).

Respuesta Dinámica

Una de las poderosas fuerzas de probar el comportamiento de un sistema complejo es observar como este responde a una fuerza aplicada, especialmente efectos “indirectos” que toman lugar en diferentes lugares o en diferentes momentos. Esta es una manera de probar las relaciones directas e indirectas de causa y efecto. En este contexto estamos usando el término fuerza de manera muy general para referir cualquier interacción con el sistema. En un sistema simple los efectos de la fuerza son inmediatos, en tiempo y en espacio. Indirecto en espacio significa que el sistema transfiere el efecto de un lugar donde la fuerza es aplicada a otros lugares. Indirecto significa que el sistema muestra diferentes efectos posteriores al momento en que la fuerza es aplicada.

Retroalimentación

Es un proceso circular de influencia donde la acción tiene un efecto en el actor.

Sistemas Complejos

Un sistema complejo está compuesto por varias partes interconectadas o entrelazadas cuyos vínculos contienen información adicional y oculta al observador.

Topología

Estructura de la interacción de redes describiendo quién interactúa con quién, con qué frecuencia y su intensidad.

Anexos

A.1 Maestría Ingeniería Mecánica

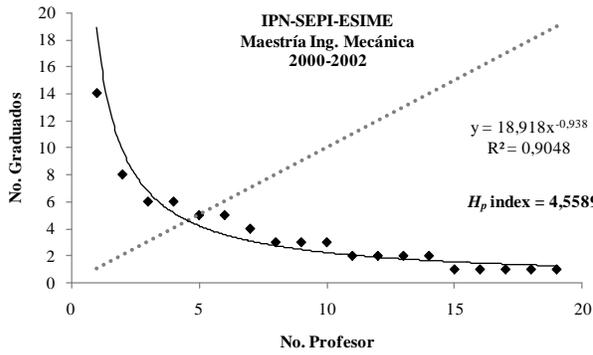


Figura A.1 1 Maestría Ingeniería Mecánica (2000-2002)

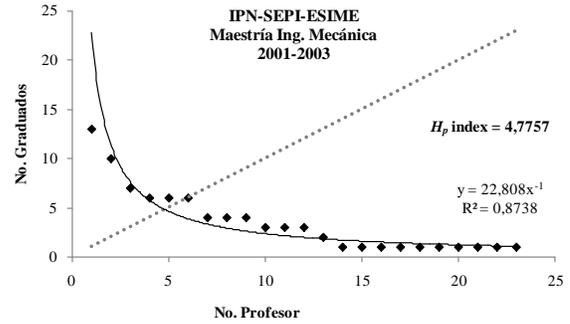


Figura A.1 2 Maestría Ingeniería Mecánica (2001-2003)

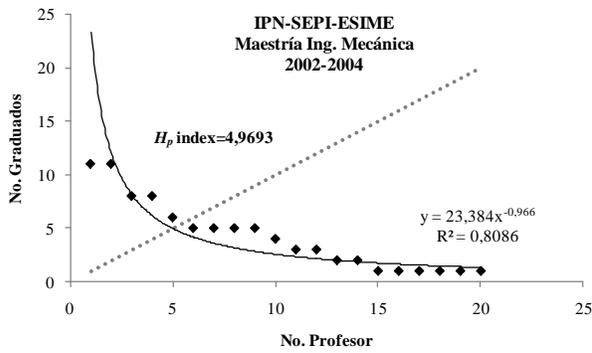


Figura A.1 3 Maestría Ingeniería Mecánica (2002-2004)

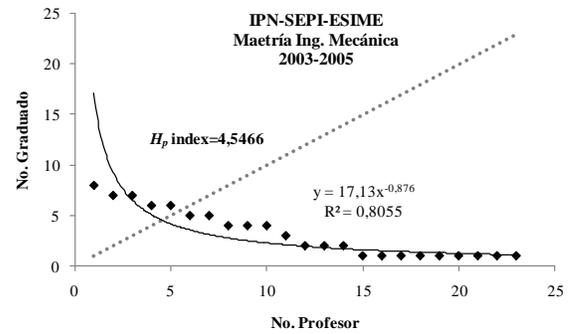


Figura A.1 4 Maestría Ingeniería Mecánica (2003-2005)

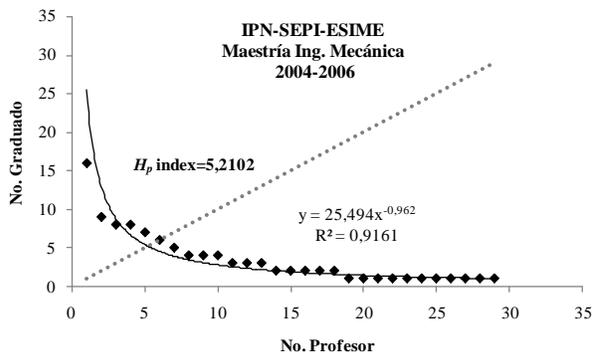


Figura A.1 5 Maestría Ingeniería Mecánica (2004-2006)

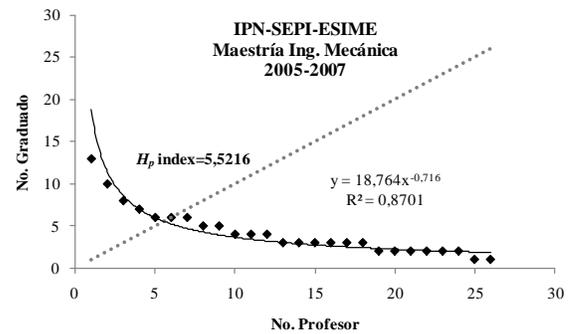


Figura A.1 6 Maestría Ingeniería Mecánica (2005-2007)

A.1 Maestría Ingeniería Mecánica (cont.)

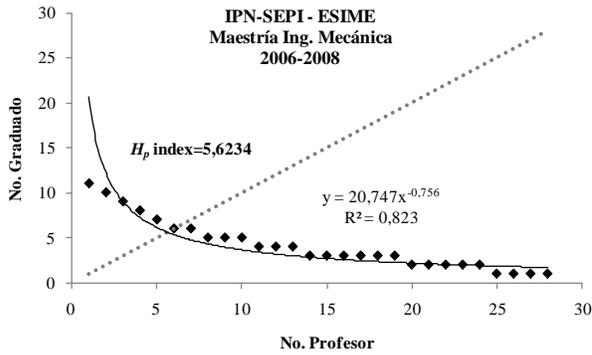


Figura A.1 7 Maestría Ingeniería Mecánica 2006-2008

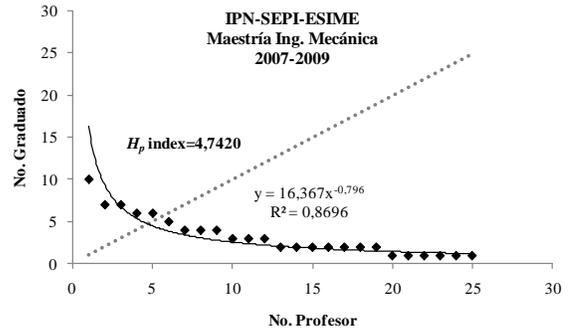


Figura A.1 8 Maestría Ingeniería Mecánica (2007-2009)

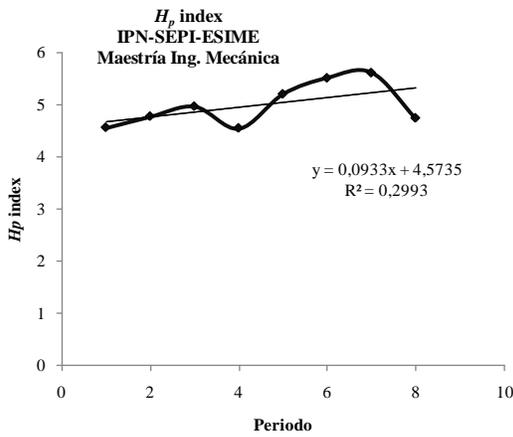


Figura A.1 9 Dinámica H_p índice vs. Periodo tiempo t (ciclos 3 años)

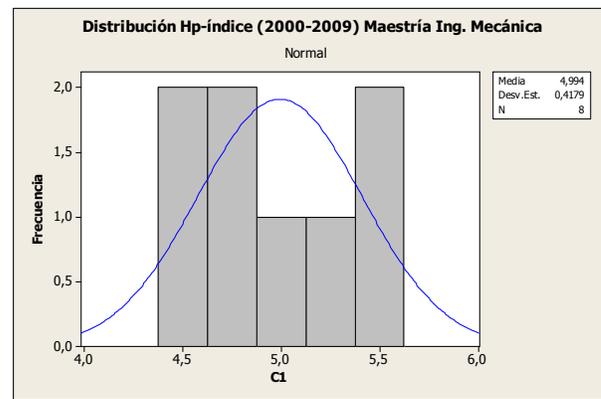


Figura A.1 10 Histograma del valor H_p -índice (2000-2009) Maestría Ingeniería Mecánica

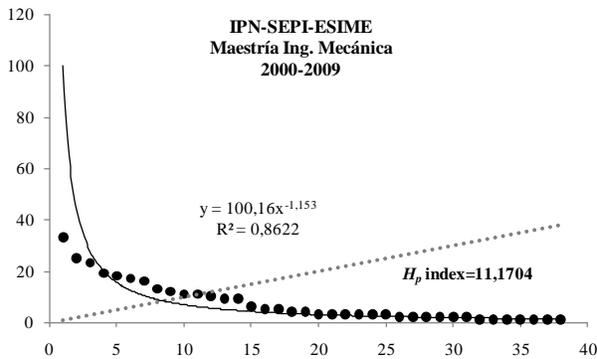


Figura A.1.11 Maestría Ingeniería Mecánica 2000-2009

A.2 Maestría Ingeniería Sistemas

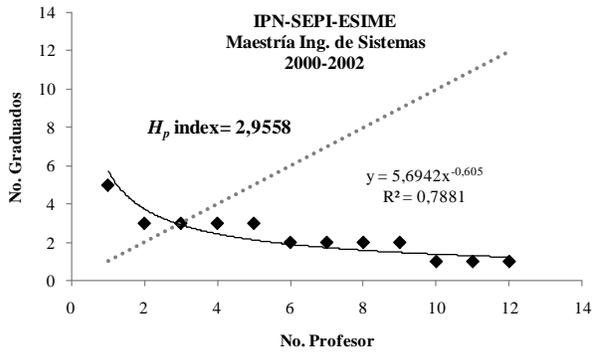


Figura A.2 1 Maestría Ingeniería de Sistemas (2000-2002)

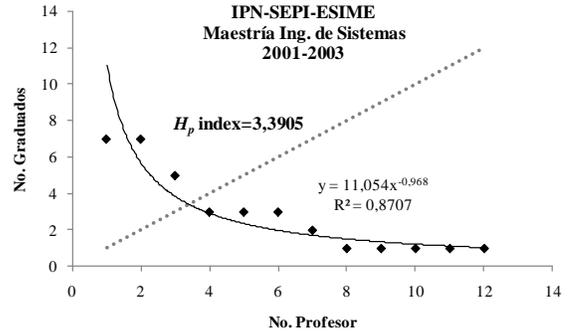


Figura A.2 2 Maestría Ingeniería de Sistemas (2001-2003)

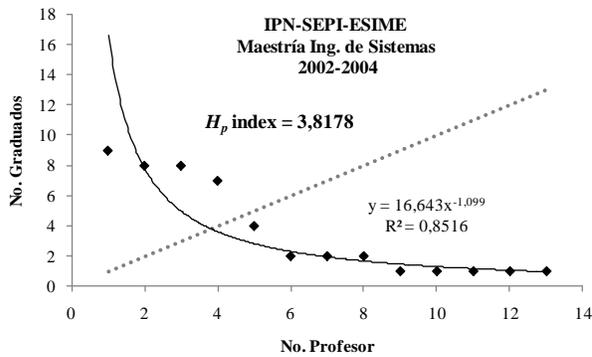


Figura A.2 3. Maestría Ingeniería de Sistemas (2002-2004)

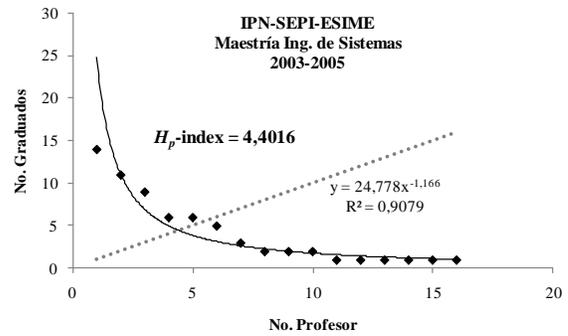


Figura A.2 4 Maestría Ingeniería de Sistemas (2003-2005)

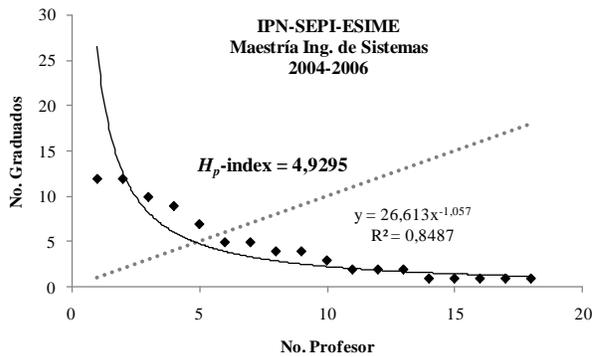


Figura A.2 5 Maestría Ingeniería de Sistemas (2004-2006)

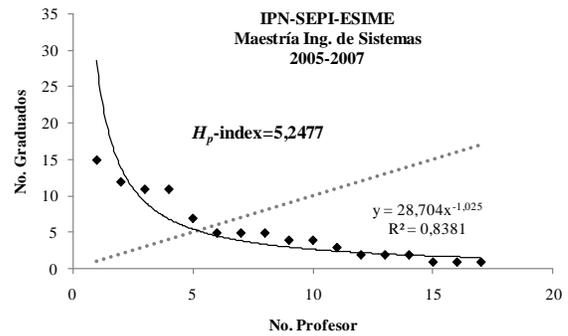


Figura A.2 6 Maestría Ingeniería de Sistemas (2005-2007)

A.2 Maestría Ingeniería Sistemas (cont.)

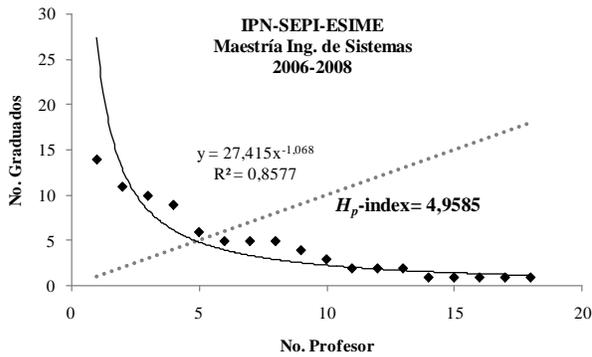


Figura A.2 7 Maestría Ingeniería de Sistemas (2006-2008)

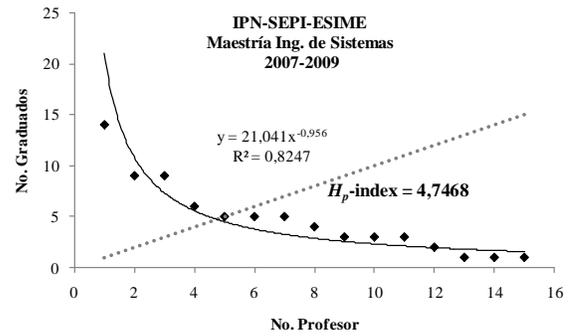


Figura A.2 8 Maestría Ingeniería de Sistemas (2007-2009)

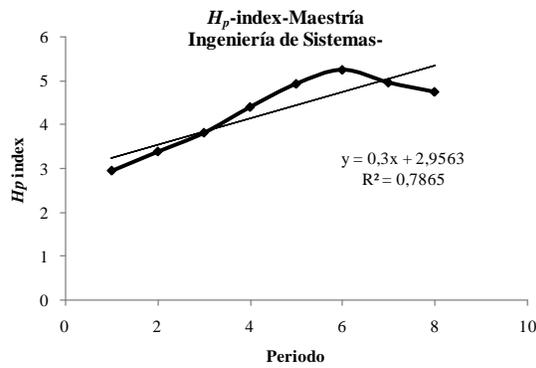


Figura A.2 9 Dinámica H_p índice vs. Periodo de tiempo t (ciclos 3 años)

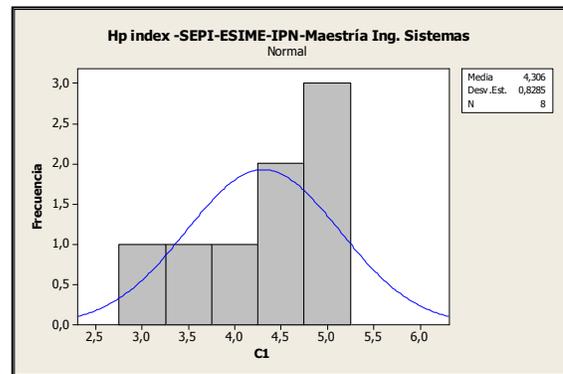


Figura A.2 10. Histograma del valor H_p -índice (2000-2009) Maestría Ingeniería de Sistemas

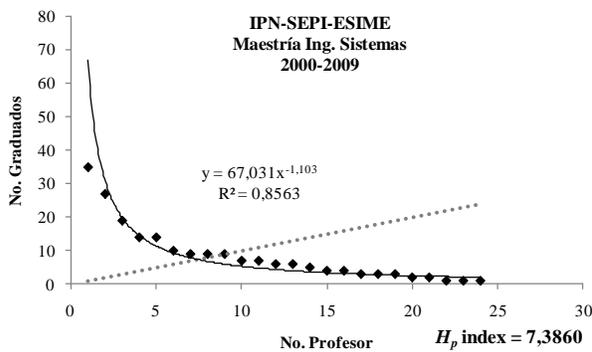


Figura A.2 11 Maestría Ingeniería de Sistemas (2000-2009)

A.3 Maestría Ingeniería Eléctrica

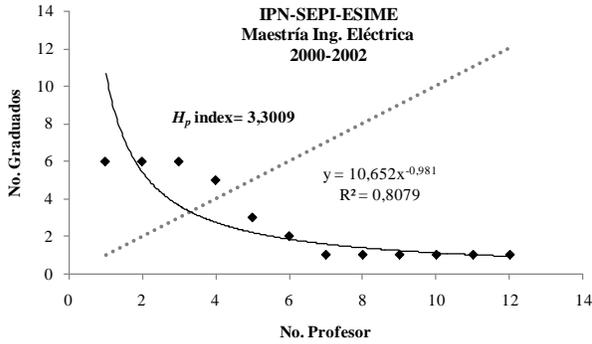


Figura A.3.1 Maestría Ingeniería Eléctrica (2000-2002)

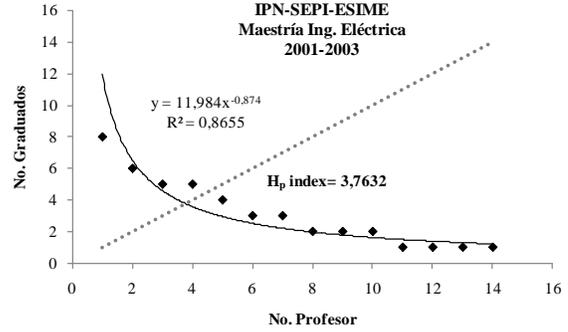


Figura A.3.2 Maestría Ingeniería Eléctrica (2001-2003)

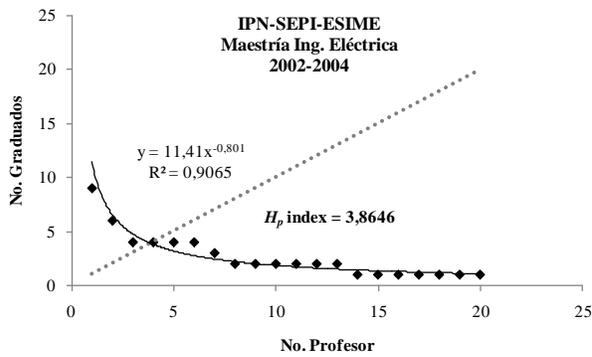


Figura A.3.3 Maestría Ingeniería Eléctrica (2002-2004)

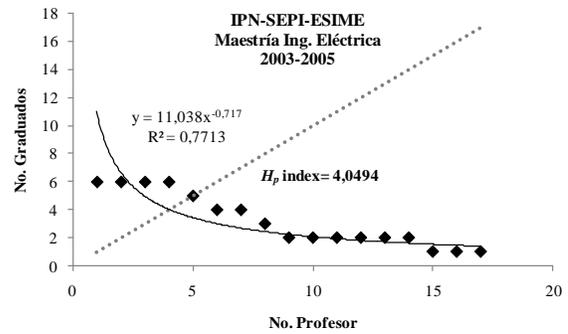


Figura A.3.4 Maestría Ingeniería Eléctrica (2003-2005)

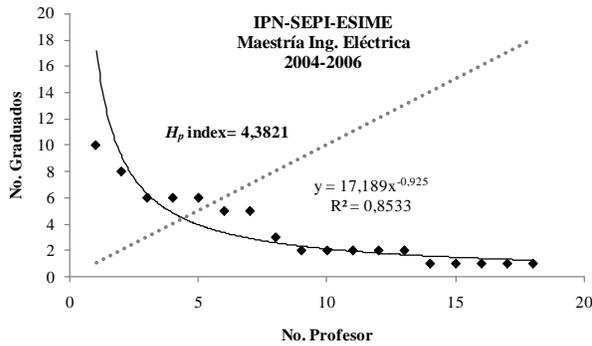


Figura A.3.5 Maestría Ingeniería Eléctrica (2004-2006)

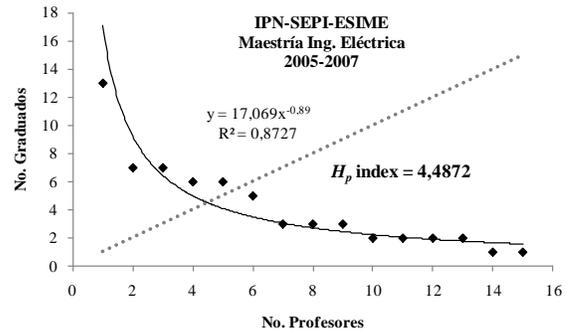


Figura A.3.6 Maestría Ingeniería Eléctrica (2005-2007)

A.3 Maestría Ingeniería Mecánica Eléctrica (cont.)

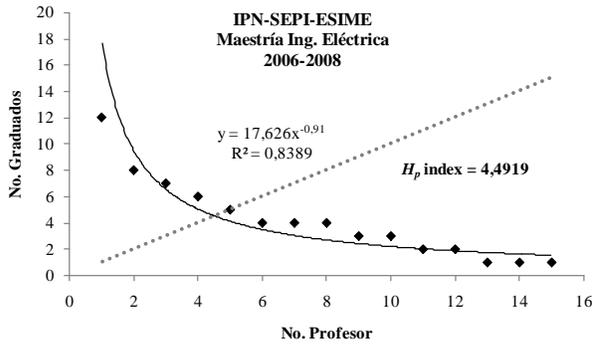


Figura A.3 7. Maestría Ingeniería Eléctrica (2006-2008)

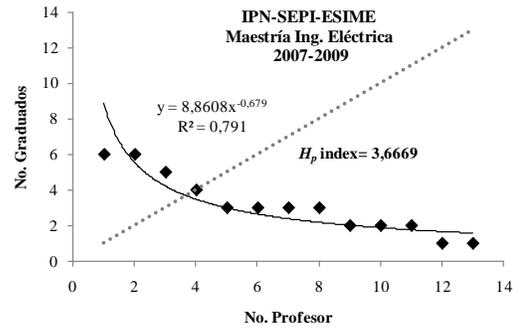


Figura A.3 8. Maestría Ingeniería Eléctrica (2007-2009)

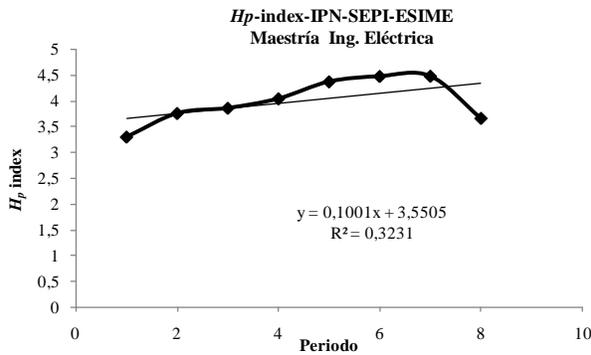


Figura A.3 9 Maestría Ingeniería Eléctrica H_p -índice vs. t (ciclos 3 años)

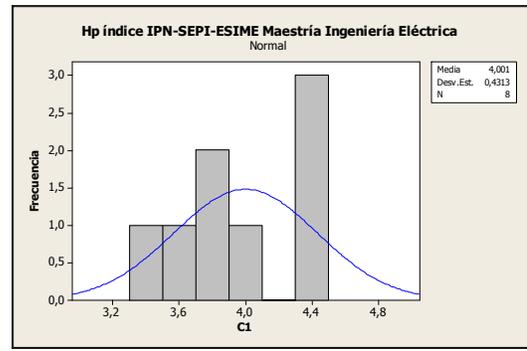


Figura A.3 10 Histograma del valor H_p -índice (2000-2009) Maestría Ingeniería Eléctrica

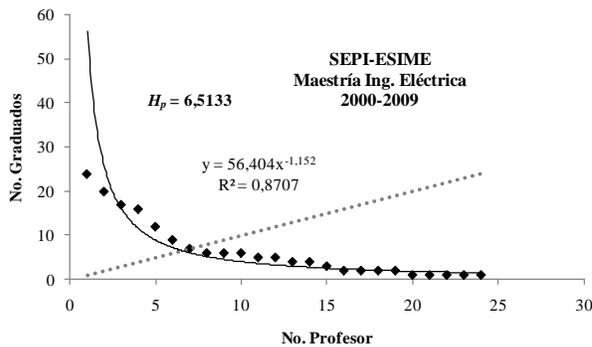


Figura A.3 11 Maestría Ingeniería Eléctrica (2000-2009)

A.4 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones

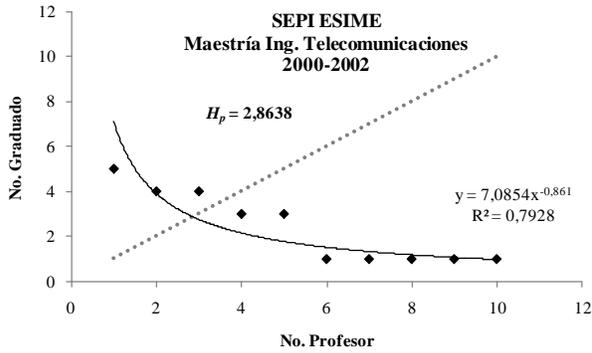


Figura A.4 1 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2000-2002)

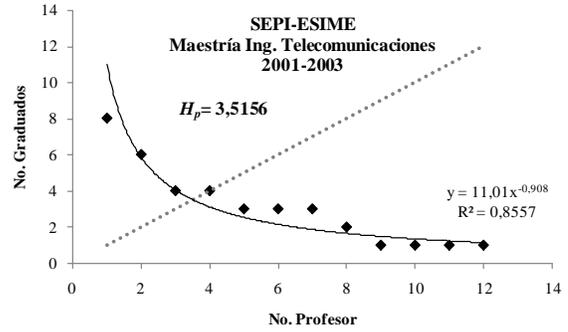


Figura A.4 2 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2001-2003)

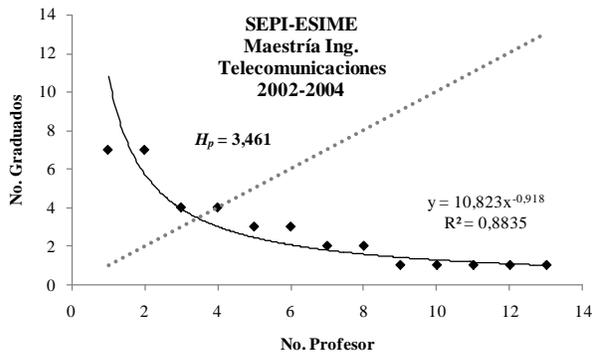


Figura A.4 3 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2002-2004)

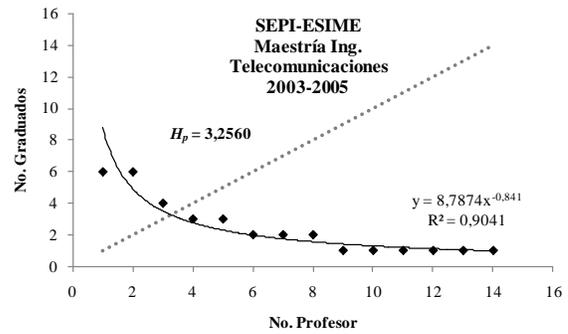


Figura A.4 4 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2003-2005)

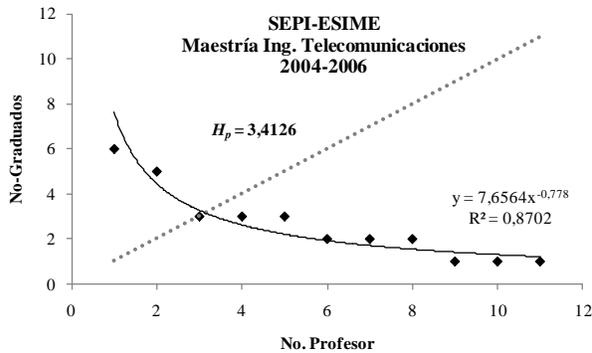


Figura A.4 5 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2004-2006)

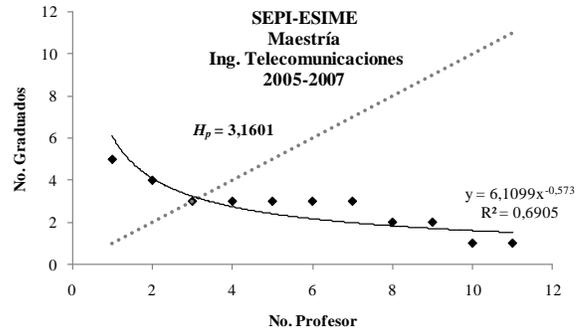


Figura A.4 6 Maestría Telecomunicaciones (2005-2007)

A.4 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (cont.)

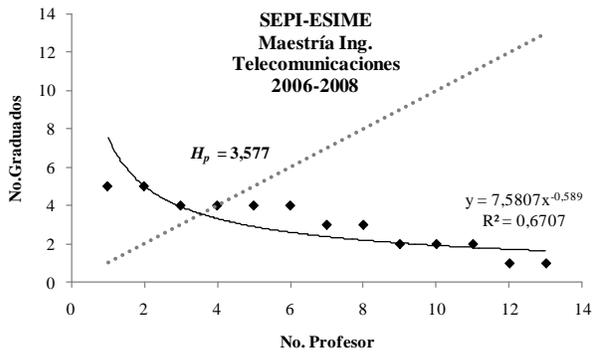


Figura A.4 7 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2006-2008)

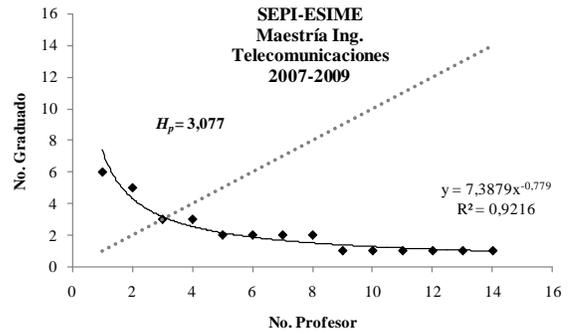


Figura A.4 8 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2007-2009)

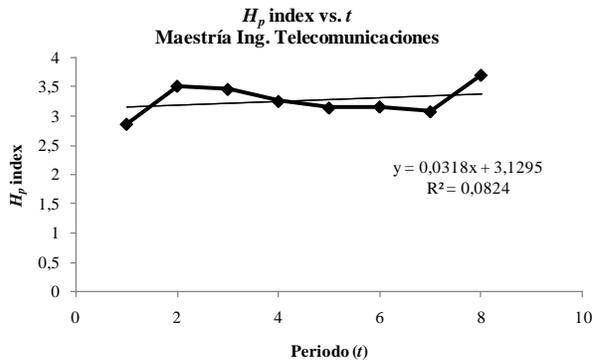


Figura A.4 9 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones H_p -índice vs. t (ciclos 3 años)

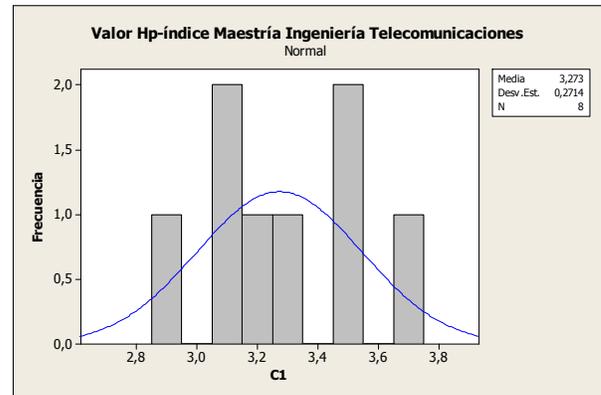


Figura A.4 10 Histograma valor H_p -índice (2000-2009) Ingeniería Telecomunicaciones

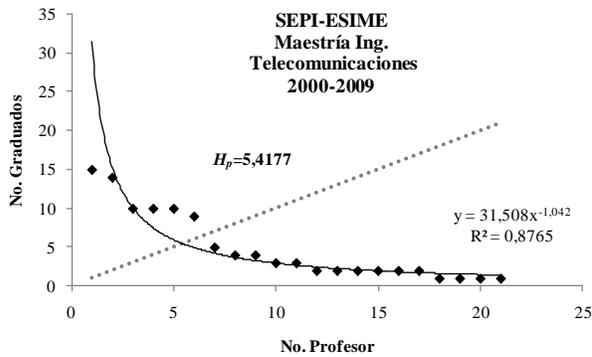


Figura A.4.11 Maestría Ingeniería Telecomunicaciones (2000-2009)

A.5 Maestría Ingeniería Electrónica

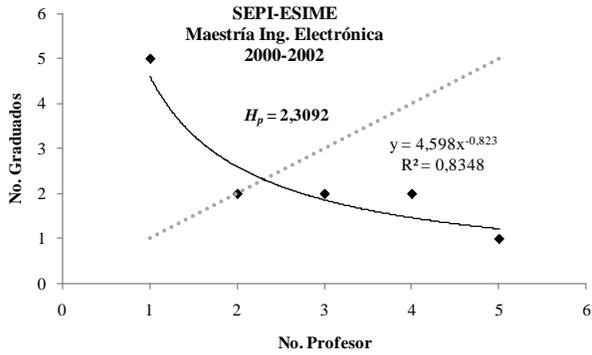


Figura A.5 1 Maestría Ingeniería Electrónica (2000-2002)

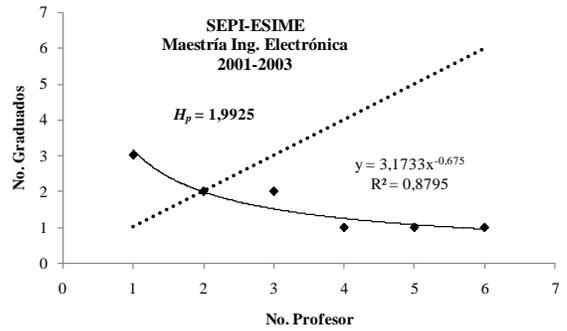


Figura A.5 2 Maestría Ingeniería Electrónica (2000-2003)

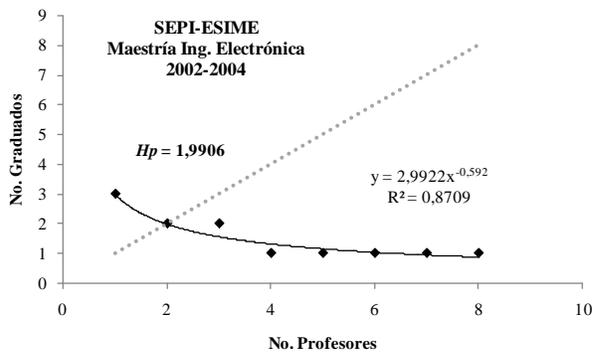


Figura A.5 3 Maestría Ingeniería Electrónica (2002-2004)

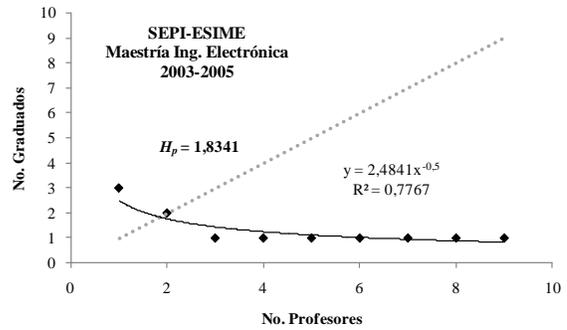


Figura A.5 4 Maestría Ingeniería Electrónica (2003-2005)

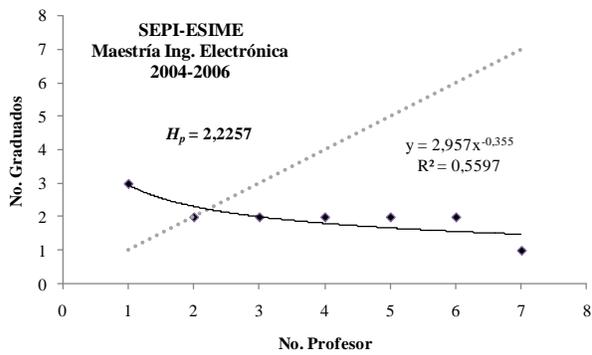


Figura A.5 5 Maestría Ingeniería Electrónica (2004-2006)

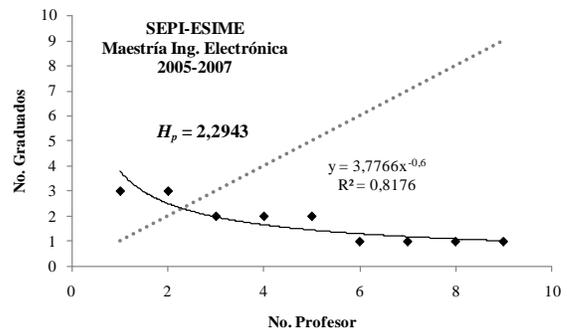


Figura A.5 6 Maestría Ingeniería Electrónica (2005-2007)

A.5 Maestría Ingeniería Electrónica (cont.)

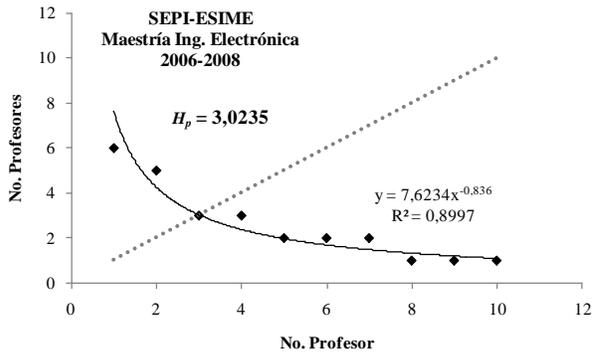


Figura A.5 7 Maestría Ingeniería Electrónica (2006-2008)

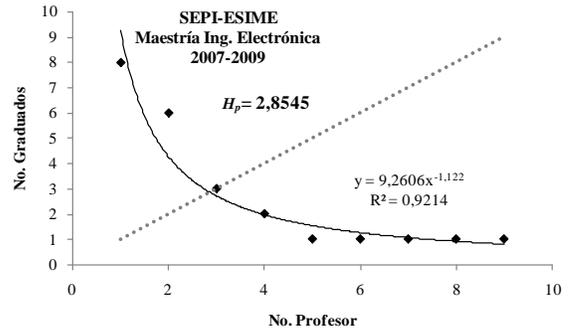


Figura A.5 8 Maestría Ingeniería Electrónica (2007-2009)

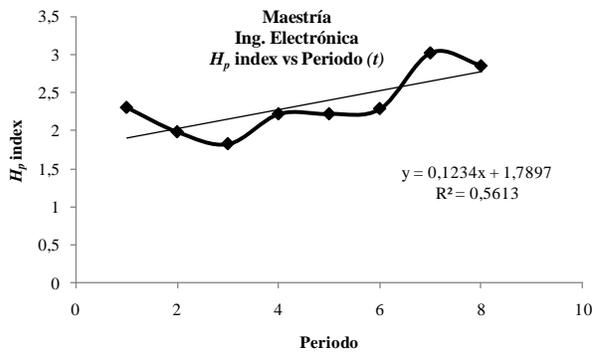


Figura A.5 9 Maestría Ingeniería Electrónica H_p -índice vs. t (ciclos 3 años)

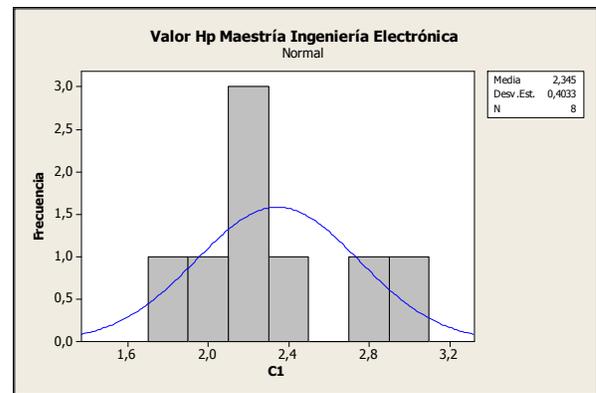


Figura A.5 10 Histograma valor H_p índice (2000-2009) Maestría Ingeniería Electrónica

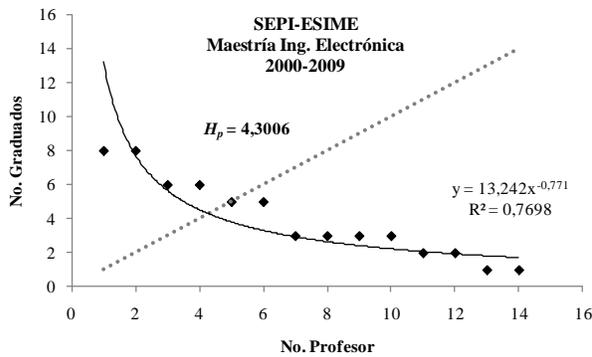


Figura A.5.11 Maestría Ingeniería Electrónica (2000-2009)

A.6 Doctorado Ingeniería Mecánica

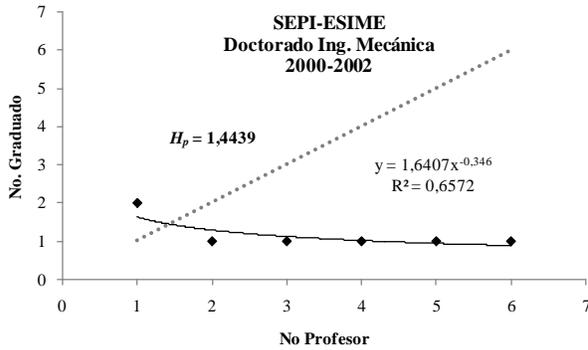


Figura A.6.1 Doctorado Ingeniería Mecánica (2000-2002)

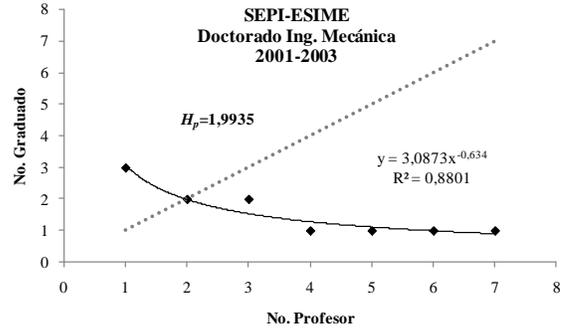


Figura A.6.2 Doctorado Ingeniería Mecánica (2001-2003)

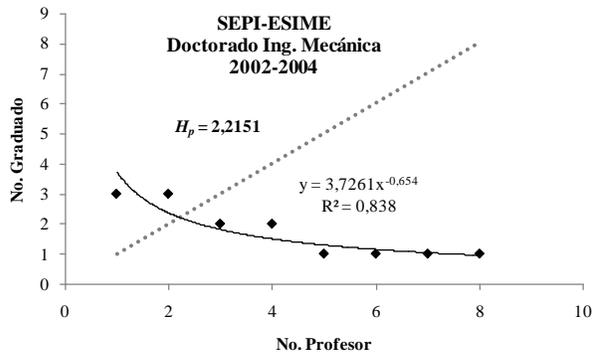


Figura A.6.3 Doctorado Ingeniería Mecánica (2002-2004)

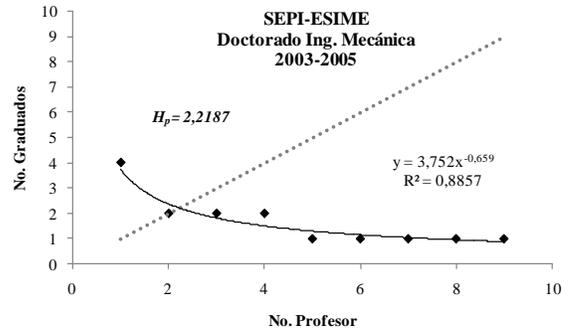


Figura A.6.4 Doctorado Ingeniería Mecánica (2003-2005)

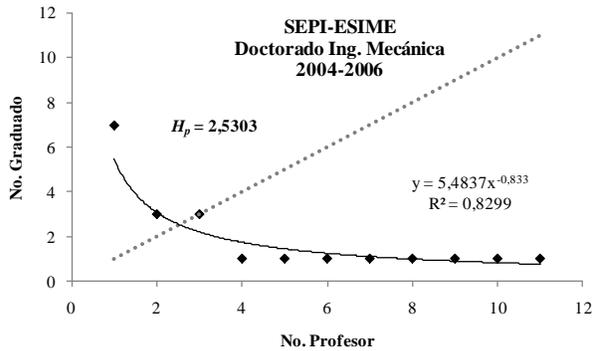


Figura A.6.5 Doctorado Ingeniería Mecánica (2004-2006)

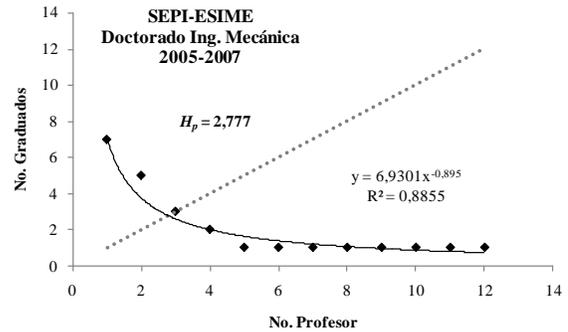


Figura A.6.6 Doctorado Ingeniería Mecánica (2005-2007)

A.6 Doctorado Ingeniería Mecánica (cont.)

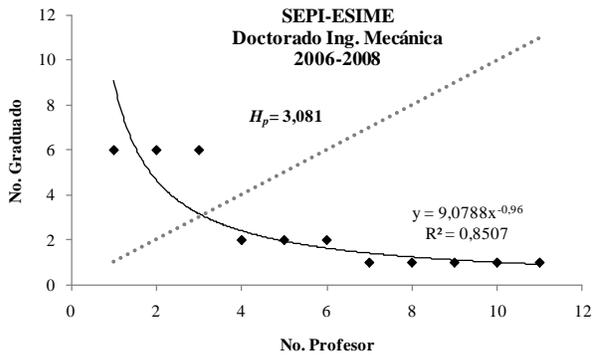


Figura A.6 7 Doctorado Ingeniería Mecánica (2006-2008)

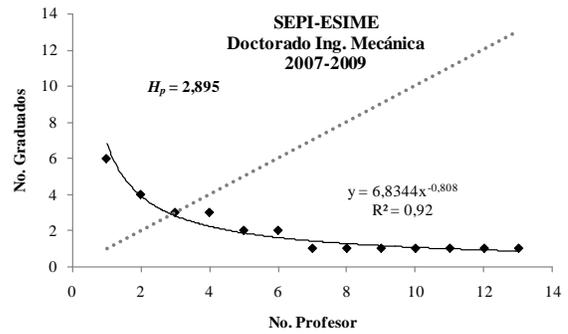


Figura A.6 8 Doctorado Ingeniería Mecánica (2007-2009)

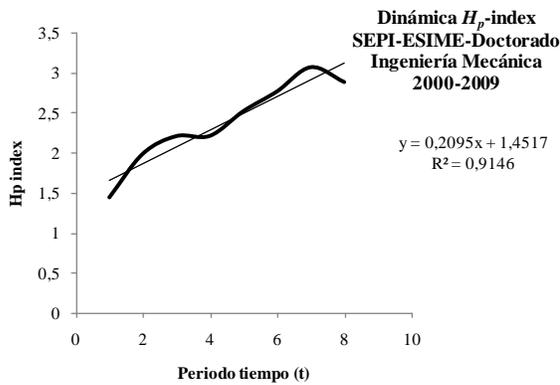


Figura A.6 9 Doctorado Ingeniería Mecánica H_p -índice vs. t (ciclos 3 años)

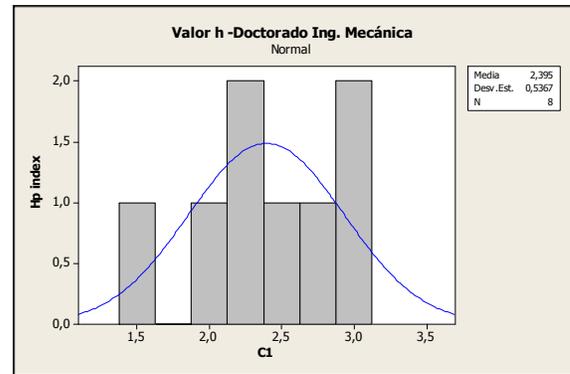


Figura A.6 10 Histograma Valor H_p - índice (2000-2009) Doctorado Ingeniería Mecánica

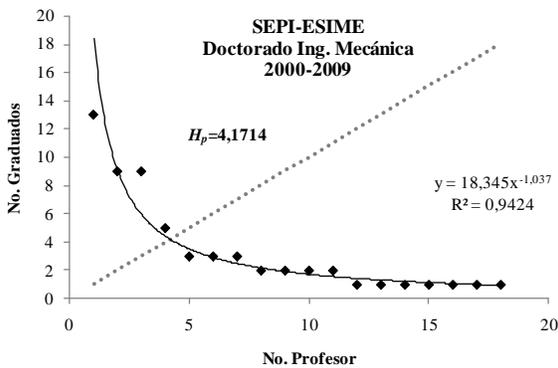


Figura A.6 11 Doctorado Ingeniería Mecánica (2000-2009)

A.7 Doctorado Ingeniería Eléctrica

Nota: El Valor de H_p en los periodos evaluados es 1, por ello se omite el valor del cálculo esto debido a que existen pocos alumnos graduados en este programa, solamente se reporta el periodo acumulado (2000-2009). En el periodo (2003-2005) no existen alumnos graduados

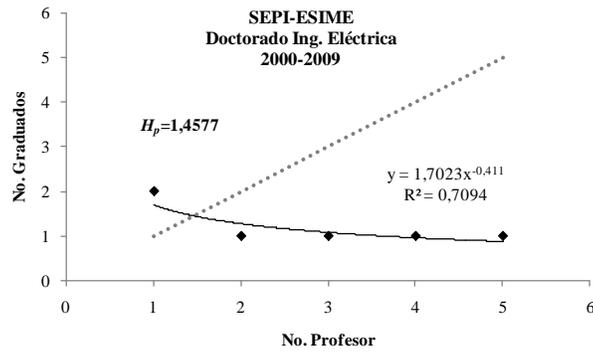


Figura A.7.1 Doctorado Ingeniería Eléctrica (2000-2009)

Artículos publicados

Revista de la Educación Superior
Vol. XXXVIII No. 150 Abril-Junio de 2000 pp.113-120 ISSN 0185-2760

¿Cómo se evalúan las Universidades de Clase Mundial?

A. Yoguez,¹ Doctorante Ingeniería de Sistemas, A. Balankin²

¹Departamento de Sistemas, SEPI-ESIME-Zacatenco, México D.F., México

²Asesor de Tesis Departamento de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, ESIME-ZAC IPN, México D.F., México
Teléfono (55) 57296000 + 54589 Fax (55) 57296000 + 54589 E-mail: amyoguez@yahoo.com

Resumen — El presente trabajo es un revisión al Estado del Arte asociado al Ranking de Instituciones de Educación Superior, con objeto de conocer los indicadores que actualmente se emplean para evaluar la calidad de instituciones de clases mundial. La metodología empleada para elaborar el trabajo consistió en realizar una evaluación documental de los procedimientos empleados para realizar algunos de los rankings publicados instituciones de prestigio internacional.

Palabras Clave – universidades, calidad, clase mundial, ranking, recursos académicos

Abstract— This present work is a revision of the state of art associated to ranking higher education institutions, with the purpose to know the indicators used to evaluate quality of world class institutions. The methodology used to produce this work consisted on evaluating documental procedures used by some of the rankings published by prestigious worldwide institutions.

Keywords — universities, quality, world-class, ranking, academic resources.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los temas que en la actualidad forma parte de los debates en materia de educación superior es sin duda el de los rankings universitarios. Debido a esto ha proliferado la literatura especializada en este tema, muchos de los artículos y trabajos presentados en ésta materia

pueden ser conseguidos por internet. De ahí que este artículo tiene el propósito de presentar una revisión sobre los rankings de mayor prestigio en el mundo, con la idea de presentar sus criterios para la construcción de modelos de excelencia en la educación, considerando que este fenómeno ha llegado para quedarse, aún cuando todavía las metodologías en uso presentan áreas de oportunidad.

Actualmente existen tres enfoques respecto a lo que constituye excelencia en la educación superior. El primer enfoque y tema de este artículo son los *recursos/reputación*, el cual enfatiza la importancia de la institución a través de los *rankings*, logros de la facultad, niveles de investigación, recursos materiales y financieros. El segundo es el modelo *centrado en el cliente*, el cual se enfoca en la experiencia del estudiante, prácticas de calidad, programas de la facultad, empleadores, y lo más importante la satisfacción de los estudiantes con los programas, servicios e instalaciones. El tercer modelo es un modelo de *inversión estratégica*, se enfoca en el retorno de la inversión, análisis de costo-beneficio, control de gastos, productividad, retención de alumnos. En la actualidad el primer modelo tiende a ser preferido en muchas facultadas, incluyendo acreditaciones, revisiones externas, aunque este patrón está cambiando. Los estudiantes, padres de familia y los empleadores enfatizan el segundo modelo. Los gobiernos por lo general se inclinan más por el modelo estratégico.

Los rankings de universidades son listas de ciertos grupos de instituciones, comparativamente

son evaluadas de acuerdo a un conjunto de indicadores en orden descendente. Los rankings de universidades son presentados en un formato de “tabla de ligas”, como los equipos de deportes son listados del mejor al peor con base a un número de juegos ganados y perdidos.

Los rankings de instituciones de educación superior son un fenómeno global, cada día más países se integran a los procesos de evaluar el desempeño de sus instituciones de educación superior. Los principales usos de un ranking pueden ser: Responder a las demandas de los consumidores para fácilmente conocer el posicionamiento de una institución, contribuir a la definición de “calidad” en las instituciones de educación superior, contribuir al trabajo de evaluar la calidad de las instituciones.

II. METODOLOGIA

El estado del arte que se menciona en este artículo representa una evaluación de artículos y publicaciones encontradas a través de los siguientes medios.



Fig. 1. Mapa mental “Estado del Arte” asociado al ranking de instituciones de Educación Superior en el Mundo. Creación del Autor

III. ESTADO DEL ARTE

1) *Ranking de Universidades por el Instituto de Educación Superior de la Shangai Jiao Tong University (SJTU)*: Este ranking fue creado con el objeto de conocer el posicionamiento de las universidades de educación superior en China en comparación con las universidades de clase mundial reconocidas y también detectar

universidades de clase mundial de prestigio internacional con las cuales establecer enlaces o vínculos (Wauters, 2007). Este ranking usa como indicadores: Alumnos de una institución ganadores del premio Nobel y Fields Medals (10%), Grupos de instituciones ganadores del premio Nobel y medallas Fields (20%), Investigadores altamente citados (20%), Artículos publicados en Nature y Science (20%), Artículos en Índice de citación ciencias y ciencias sociales (20%), Número de académicos y personal de apoyo de tiempo completo (10%) (Lieu, 2007).

2) *Ranking de excelencia de mejores universidades en Europa (CHE Excellence Ranking)*: En Alemania, el Centro de Desarrollo de Universidades (CHE, Centrum für Hochschulentwicklung) aplica un amplio rango de criterios para juzgar universidades alemanas sobresalientes, con el enfoque en disciplinas específicas, no solamente en la investigación sino también en la enseñanza. CHE proporciona un ranking general, pero aplica un enfoque diferenciado: qué universidades son mejores en química, ingeniería, etc. El CHE usa 4 criterios para comparar investigación Nature-Science: número de publicaciones, número de citas (comparado con el estándar mundial), número de investigadores frecuentemente citados y participación en el programa Marie Curie de la Unión Europea.

El ranking incluye universidades de toda Europa que han sido seleccionadas en una base de resultados de excelencia en la investigación. La primera edición se enfoca en las disciplinas de la biología, química, física y matemáticas (Berghoff, 2008).

3) *Professional Ranking of World Universities (École des Mines de París)*: La École de Mines de París propone una clasificación internacional de las instituciones de educación superior con relación al desempeño de sus programas de entrenamiento basado en el futuro profesional del alumno. El criterio seleccionado para esta clasificación es el número de alumnos como Chief Executive Officers (CEO) de las 500 empresas líderes en el mundo. El principio que gobierna esta clasificación es muy diferente al ranking propuesto por Shanghai, el cual está basado esencialmente en el desempeño de instituciones de Educación Superior en la investigación. En este criterio los autores lo consideran equivalente al criterio de haber obtenido un Premio Nobel o la Medalla Fields,

como los números involucrados son similares. Se ha seleccionado identificar a las 500 empresas líderes en base a “Global Fortune 500” basado en el criterio de la publicación anual conducida por la revista *Fortune* (*École de Mines de Paris*, 2008).

4) *America's Best College*: A continuación se muestra una descripción detallada de los indicadores usados para medir la calidad académica. Evaluación de compañeros (25%), Retención (20% para universidades nacionales y colegios de arte liberal 25%), Recursos de la facultad (20%), Selección de estudiantes (15%), Recursos financieros (10%), Desempeño de rango graduación (5%), Donaciones de los alumnos (5%) (Morse, 2008).

5) *The Times Higher Education Supplement (THES) World University Rankings*: El ranking está compuesto de indicadores que integran la opinión de expertos y datos cuantitativos. En punto clave en la metodología es la opinión de expertos como un elemento importante para evaluar el desempeño de las mejores universidades. El ranking incluye dos categorías, el más importante es la opinión de expertos con un valor del 40% del total del valor del ranking. La opinión es obtenida a través de QS Quacquarelli Symonds, el cual ha construido una base de datos con los correos electrónicos de académicos activos a través del mundo. Se solicita a los académicos, área de especialidad (ciencias, biomedicina, tecnología, ciencias sociales o artes y humanidades). Se solicita listar las 30 mejores universidades. Un 10% se deriva de reclutadores de graduados. La tabla I. muestra los indicadores usados (Ince, 2007: 1-15).

TABLA I
TIMES HIGHER EDUCATION SUPPLEMENT. INDICADORES

		Indicadores	
	Concepto		%
1	Evaluación por académicos		40%
2	Evaluación por empleadores		20%
3	Índice de citación		20%
4	Ratio Staff Facultad/Estudiantes		20%
5	% Staff extranjeros en la facultad % del total		5%
6	% Estudiantes extranjeros		5%
Total			100%

Fuente: THES, “*World University Ranking*”, *The Times Higher Education Supplement*, November 9 2007.

6) *Ranking Universidades en Australia*: Este ranking evalúa el desempeño de 39 Universidades en Australia, todas ellas son miembros del Australia Vice-Chancellors Committee (AVCC), además de la Universidad de Notre Dame en Australia. Se envían cuestionarios por correo a todos los líderes de departamento, y a los profesores de tiempo completo, siete áreas, tanto en Australia como fuera de ella. Se utilizan diferentes cuestionarios para cada una de las disciplinas. En la primera pregunta, se solicita evaluar el desempeño académico de cada una de las disciplinas en las universidades en que se enseña.

Mediciones cuantitativas también son evaluadas y se dividen por ejemplo: *Calidad o desempeño internacional* juzgado por publicaciones y citaciones, reconocimiento de expertos como evidencia por ejemplo la elección de cuerpos de aprendizaje y reconocimientos de investigación recibidos.

Calidad de los graduados y en proceso de graduación, como evidencia, demanda de plazas, colocación de estudiantes, rangos para completar estudios, y la satisfacción de los estudiantes (Williams, 2006).

7) *Las mejores Universidades de Investigación en América, TheCentre*: La mayoría de los rankings disponibles, se enfocan en numerar las instituciones del número uno hacia abajo. *TheCentre* ha desarrollado una estructura para identificar algunas de las características de las mejores universidades en América. Esta estructura ayuda a la institución a entender las

características del mercado de trabajo y las oportunidades para mejorar. Los indicadores que se usan en esta metodología son indicadores confiables, aún cuando ellos no capturan todos los indicadores del desempeño (Kevin, 2006). Las siguientes mediciones en la Tabla II, proporcionan una referencia para identificar a las mejores universidades de investigación:

TABLA II
INDICADORES DE CALIDAD UNIVERSIDADES DE
INVESTIGACION EN AMERICA, TheCentre

	Indicadores
	Concepto
1	Gasto Total en Investigación
2	Gasto Federal en Investigación
3	Dotación de bienes
4	Donaciones anuales
5	Miembros de la Facultad en Academias Nacionales
6	Reconocimientos de la Facultad
7	Grados de Doctor
8	Seleccionados posdoctorales
9	SAT Estudiantes primer año

Fuente: V. Lombardi, D. Craig, "The Myth of number one: Indicators of Research University Performance", The Lombardi Program on Measuring University Performance, July 2000.

8) *College Ranking Reformed (NSSE National Survey of Students Engagement)*: La educación superior es un sistema complejo, los sistemas de ranking solamente pueden tener éxito si pueden reflejar la complejidad de forma exacta y justa, combinando información de una variedad de fuentes. Este ranking está enfocado a encontrar las instituciones ¿dónde se enseña mejor a los estudiantes?, ¿dónde existen las mejores oportunidades para obtener un título universitario?, ¿dónde los estudiantes son mejor preparados para tener éxito en sus carreras y en la vida?. Este ranking propone los siguientes componentes: a) *Enseñanza*: El 20% del ranking debería estar basado en la enseñanza, en lugar del salario de la facultad y credenciales de los académicos –cosas que no tienen nada que hacer con el hecho de que tan bien se enseña en la facultad-. En este indicador también se evalúan aspectos como son servicio a la comunidad trabajo con estudiantes de diferentes niveles económicos, sociales, raciales y antecedentes étnicos, b) *Aprendizaje*: El 30% del ranking debería estar basado en el aprendizaje, c) *Graduación*: El 20%

del ranking debería estar basado en la retención y graduación. En esta categoría las instituciones galardonadas son aquellas por índices de graduados ejemplares, d) *Éxito en la vida*: El 30% del ranking debería estar basado en éxito en la vida después del colegio (Lombardi, 2000).

La tabla III muestra a continuación los componentes del ranking, así como su ponderación.

TABLA III
COMPONENTES DEL RANKING

	Indicadores	
	Concepto	%
1	Retos académicos	4%
2	Aprendizaje activo-colaboración	4%
3	Interacción Facultad-Estudiente	4%
4	Enriquecer experiencias educacionales	4%
5	Ambiente en el campus	4%
6	Valor Agregado/Crecimiento	15%
7	Resultados acreditación	10%
8	Culminación de proyectos	5%
9	Índice de retención de alumnos	5%
10	Índice de graduados	15%
11	Éxito y colocación	5%
12	Ingresos	5%
13	Colocación placer	5%
14	Satisfacción y éxito	10%
	Total	100%

Fuente: College Rankings Reformed, K. Carey, September 2006 (pág. 15)

9) *Educational Policy Institute, Canadian Education Report Series*: Los diferentes sistemas de rankings usan diferentes indicadores para obtener una fotografía de "calidad". En algunos casos esto es debido a diferentes estándares nacionales o prácticas en la forma en que los datos son recolectados o reportados. Con objeto de mirar los indicadores en una forma más manejable, los datos son categorizados, basado en parte en un modelo institucional de calidad, a) *Características iniciales*: representan los atributos y aptitudes de los estudiantes en el momento de comenzar sus programas, b) *Aportes al aprendizaje*: recursos, tanto financieros como materiales, de que disponen los estudiantes y la facultad para los fines educacionales, c) *Aprendizaje recursos*: personal docente, tanto en

términos de número como en la manera de enseñar y el ambiente de aprendizaje que crean, medidos por la cantidad de tiempo que tienen los alumnos para estar en contacto con sus profesores, los tipos de exámenes que deben enfrentar entre otros factores, d) *Rendimiento en el aprendizaje*: representa el “conjunto de aptitudes” u otros atributos que determinan su experiencia educacional, tales como pensamiento crítico, razonamiento analítico y conocimientos técnicos. También incluye los registros relacionados con la retención de alumnos y el término de los estudios, e) *Resultados finales*: representan los fines fundamentales a los cuales puede contribuir el sistema educacional, no sólo aquellas medidas tradicionales como las tasas de empleo e ingresos, sino cualquier otra considerada importante para las personas y la sociedad, tales como “satisfacción en el trabajo, ser un buen ciudadano”, entre otras. (Sabino, 2006: 14-15).

III. RESULTADOS

A. *Rankings de Instituciones de Educación Superior*

La educación Superior siempre ha sido universal e internacional, y las universidades cada vez se están convirtiendo en más globales. La aplicación de los rankings a actividades de las universidades son inevitables: los estudiantes necesitan saber donde estudiar, los científicos deben conocer donde trabajar, el gobierno donde invertir y los líderes de las instituciones necesitan conocer su posicionamiento.

B. *Criterios usados para la construcción de rankings*

Se analizaron 9 metodologías y criterios para el ranking de Instituciones de Educación Superior en el mundo, se observa que la mayoría de los rankings usan indicadores relacionados con los trabajos de investigación para posicionar a las universidades de clase mundial.

En el caso del ranking publicado por el Instituto de Educación Superior de la Shanghai Jiao Tong University (SJTU) el peso dado a las ciencias duras es mayor comparado con las disciplinas de humanidades, artes y ciencias y

sociales, el mismo patrón se observa en el Ranking de excelencia de mejores universidades en Europa (CHE Excellence ranking) el cual se enfoca en las disciplinas de la biología, química, física y matemáticas. The Times Higher Education Supplement (THES) World University Rankings da un mayor peso a la evaluación de los académicos - le dan un 40% de ponderación en esta área-

IV. DISCUSIÓN

El ranking de instituciones de educación superior es un tema controversial, principalmente porque aún no existe un criterio estandarizado para la elaboración de rankings internacionales o nacionales. El principal tema de discusión se centrará en los criterios utilizados para construir el modelo de excelencia que permita comparar universidades en México, así como las metodologías usadas para la recolección y análisis estadístico de los datos.

REFERENCIAS

- [1] J.P. Wauters, A. Charon (2006). “University Ranking: a new tool for the evaluation of higher education in Europe, *Oxford University Press*, 2007 http://www.oxfordjournals.org/our_journals/ndtplus
- [2] C.C. Liu, Y. Cheng (2007). “Academic Ranking of World Universities” Institute of Higher Education, Shanghai.
- [3] S. Berghoff (2007). CHE-Excellence ranking: University of Groningen among the best in Europe. Available: www.che-excellence-ranking.eu
- [4] Profesional ranking of world universities, *École de Mines de Paris*. Available: <http://www.ensmp.fr/Actualites/PR/EMP-ranking.pdf>.
- [5] J. Morse (2008). America’s Best College 2008.
- [6] Ince, Martin (2007). THES, “World University Ranking”, The Times Higher Education Supplement, November 9 2007.
- [7] R. Williams, V. Dyke (2006) “Rating Mayor Disciplines in Australia Universities: Perception and Reality”, Melbourne Institute, June 2006.
- [8] C. Kevin (2006). College Ranking Reformed: The Case of a New Order in Higher Education, Education Sector Reports, September 2006.
- [9] V. Lombardi, D. Craig (2000). “The Myth of number one: Indicators of Research University Performance”, The Lombardi Program on Measuring University Performance, July 2000.
- [10] A. Usher, Savino (2006). A World of Difference: A Global Survey of University League Table, Canadian Education Report Series, January 2006

Bibliografía

- [1] Hirsch J.E (2005), “*An index to quantify an individual’s scientific output*”, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Vol. 102, págs. 16569-16572.
- [2] Braun T, Glänzel W, Schubert A. (2005), “*A Hirsch index for journals*”, The Scientist, Vol. 19. No.2.
- [3] Egghe T, Rosseau R. (2005) “*An informetric model for Hirsch*”, Scientometrics, Vol. 69, págs. pp.121-129.
- [4] Jin B, Liang L, Rosseau R, Egghe L. (2007), “*The R- and AR- indices: Complementing the h index*”, Chinese Science Bulletin, 2007, Vol. 52, No. 6, pp. 855-863.
- [5] Deem R., Mok K., and Lucas L. (2008), “*Transforming Higher Education in Whose Image? Exploring the concept of the "World Class" University in Europe and Asia*”. United Kingdom, Higher Education Policy.
- [6] Usher A., Savino M. (2006), “*A World of Difference: A Global Survey of University League Table*”, Canadian Education Report Series.
- [7] Liu C.N., Cheng Y. (2005), “*The Academic Ranking of World Universities*”, Higher Education in Europe, Vol. 30, No.2, pp. 127-136.
- [8] Morse J. (2008), “*America’s Best College 2008*”, US and News Report.
- [9] The Times (2007) “*World University Ranking*”, United Kingdom, The Times Higher Education Supplement (THES), November.
- [10] Molinari J, Molinari A (2007), “*A new methodology for ranking scientific institutions*”. Scientometric, Vol. 75, No.2, pp.163-174.
- [11] Agencia de Calidad, Acreditación y Prospectiva de las Universidades de Madrid (2006). “*Estudio Internacional sobre criterios e Indicadores de Calidad de las Universidades*”. Madrid España, Universidad de Granada.
- [12] Hernández R. (1991), “*Metodología de la investigación*”, México, McGrawHill Interamericana.
- [13] Guarino C., Ridgeway G., Chun M., Budding R. (2005), “*Latent Variable Analysis: A New Approach to University Ranking*”, Higher Education in Europe, Vol. 30, No.2, pp. 147-165.
- [14] Clarke, M. (2005), “*Quality Assessment Lessons from Australia and New Zealand academic research outputs*”, Higher Education in Europe, Vol. 30, No.2, pp.183-197.
- [15] De Miguel, M.J., Vaquera E., Sánchez D.J. (2005), “*Spanish Universities and the Ranking 2005 Initiative*”, Higher Education in Europe, Vol.30, No.2, pp.199-215.

- [16] École des Mines de Paris (2008) "Professional Ranking of world universities" 1-May-2008 <http://www.ensmp.fr/Actualites/PR/EMP-ranking.pdf>.
- [17] Yonezawa A., Nakatsui I., Kobayashi T. (2002), "University Rankings in Japan". Higher Education in Europe, Vol. 27, No. 4, pp. 373-382.
- [18] Gil M. (2008) "Mejores Universidades 2008" Periódico El Universal, Suplemento Especial.
- [19] Lucas L. (2006), "The Research Game in Academic Life", The Society for Research in Higher Education & Open University Press.
- [20] McNay I. (2009) "Research quality assessment: objectives, approaches, responses and consequences". Draft, pp.1-15.
- [21] Butler L. (2003) "Explaining Australia's increased share of ISI publications—the effects of a funding formula based on publication counts", Research Policy, Vol. 32, pp. 143-155.
- [22] Castro L.C., Sanz-Mendez L. (2006), "Research Evaluation in Transition: Individual versus organisational assessment in Spain", Unidad de Políticas Comparadas, pp.1-23.
- [23] Roberts, P. (2006) "Performativity, measurement and research: A critique of performance-based research funding in New Zealand", Eds. J. Ozga, T. Popkewitz and T. Seddon, London, Routledge Falmer.
- [24] Tertiary Education Commission (2004b), "Performance-Based Research Fund, evaluating excellence: The 2003 assessment", Tertiary Education Commission Wellington. New Zealand.
- [25] Tertiary Education Commission (2007b), "PBRF quality evaluation 2006: Release summary", Wellington, New Zealand, Tertiary Education Commission
- [26] Smith R., Boston J. (2005), "The performance-based research fund: key concerns and future directions -where to from here?" in Auckland University of Technology and University of Auckland.
- [27] Morgan K.J. (2001), "The research assessment exercise in English universities", Higher Education, Vol. 48, pp. 461-482.
- [28] Peters M.C. (2001a), "Performance-based research funding options for the tertiary education sector Part B", Wellington, New Zealand Vice Chancellors' Committee.
- [29] Peters M.C. (2001b), "Performance-based research funding PBRF. Mixed model implementation details discussion paper Part C", Wellington, New Zealand Vice Chancellors' Committee.
- [30] Curtis, B. (2008), "The Performance-Based Research Fund: Research assessment and funding in New Zealand", Globalisation, Societies and Education, Vol. 6, No.2, pp. 179-194.
- [31] Crothers, C. (2006), "Mapping the social science: Characteristics of New Zealand academic research outputs", Occasional Paper Series. No.3, Scienices.

- [32] Hills P.V., Dale A.J. (2004), “*Research and Technology Evaluation in the United Kingdom*”, *Research Evaluation*, Vol. 5, pp. 35-44.
- [33] Geuna A., Martin R.B. (2004), “*University Research Evaluation and Funding: An international comparison*”, Springer Netherlands, Vol. 41, No.4, pp. 277-304.
- [34] Research, Web (2004), “*Phase I evaluation of the implementation of the PBRF and the conduct of the 2003 Quality Evaluation*”, Wellington.
- [35] Tague N. (2005), “*The Quality Toolbox*” Milwaukee, Wisconsin : ASQ Quality Press.
- [36] Karapetrovic S., Rajamani D., Willborn W. (2001), “*ISO 9001 Quality System: An interpretation for the university*”, *International Journal of Engineering Education*, Vol. 14, No. 2, pp. 105-118.
- [37] Bar Yaam Y (2001) “*Dynamic of Complex Systems*”, Addison Wesley, United States of America, pp. 1-12.
- [38] *Complex System Institute*. 4-Mayo-2009
<http://necsi.org/faculty/bar-yam.html>.
- [39] Bar-Yaam Y. (2004), “*Solving Problems. Making Things Work*”, United States of America : Knowledge Press.
- [40] Cilliers P. (1998), “*Complexity and postmodernism*”. Great Britain : Routledge, Taylor & Francis Group.
- [41] Brunner J., Santiago P., Guadilla C., Gerlach J., Velbo L (2008), “*OECD Reviews of Tertiary Education*” Mexico, OECD.
- [42] Lemke J., “*Toward Systemic Educational Change, questions from a Complex System Perspective*”, NECSI, 17-Agosto-2009
http://necsi.org/events/cxedk16/cxedk16_3.html
- [43] Albatch G.P., Balán J (2007), “*World Class Worldwide: Transforming Research Universities in Asia and Latin America*”, John Hopkins University Press, United States of America.
- [44] Barabasi L (2003), “*Linked*”, United States of America”, pp.66.
- [45] Johnson N. (2007), “*Simply Complexity*”. Oxford, One World Oxford, pp. 14.
- [46] Sporn B. (1999), “*Adaptive University Structures*”, United Kingdom, Higher Education Policy Series 54.
- [47] Benito, E. (2009) “*Thesis: Analisis Fractal de una Red Compleja caso: Red de Investigadores de la SEPI-ESIME-Zacatenco*” (en Español).
- [48] Thomson ISI Web of Science, 26-Agosto-2009
<http://www.isiknowledge.com>.

- [49] Billo J.. (2007) “*Excel for Scientists and engineers. Excel for Scientists and engineers*”. John Wiley & Sons, United States of America, Cap. 8 Roots, pág. 443.
- [50] Instituto Politécnico Nacional SEPI-ESIME-ZACATENCO, “*Base de Datos de Alumnos graduados*”.
- [51] Glänzel W. (2006) “*On the opportunities and limitations of the H-index*”, Science Focus (in Chinese), 2006, Vol.1, No.1, pp. 10-11.
- [52] Rosseau R. (2007) “*The influence of missing publications on the Hirsch index*”, Journal of Informetrics, Vol. 1, No.1, pp. 2-7.
- [53] Jin B. (2006) “*An evaluation indicator proposed by scientist*”, Science Focus (in Chinese), Vol.2, No.3, pp.4-6.
- [54] Wauters J.P., Charon A (2007). “*University Ranking a new tool for the evaluation of higher education in Europe*”, Oxford Journals, 7-Abril-2008.
http://www.oxfordjournals.org/our_journals/ndtplus.
- [55] Carey K. (2006), “*College Ranking Performed: The Case of a New Order in Higher Education*”, Education Sector Reports.
- [56] Jonassen H.D (2004) “*Handbook of Research on Educational Communications and Technology*”, Lawrence Erlbaum Associates, 2nd. Edition.
- [57] Buela-Casel G., Gutiérrez O., Bermúdez P., Vadillo O., (2007) “*Comparative study of international academic rankings of universites*”, Scientometrics, Vol. 71, No.3, pp. 349-365.