nsions of the Learning Economy, Aalborg.
Vorking Paper, núm. 96-1.
K. Pain, P. Taylor (2008). Innovation by
pping absorptive capacity in UK nations
UK.
saster Preparation and Recovery: Lessons
in Human Development," Ecology and

de redes locales y los procesos de inno-
sarrollo rural. Problemas del Desarrollo.
conomía, vol. 37, núm. 147.
p and complexity theory. London, UK:

ptive capacities in an "Innovation System"
nomic and employment growth. MERIT
randum Series.
n Science Policy, in: EASST Review 17 (3)
ive Processes in organizations: Learning
on: Routledge.
gthening Interfaces, en Innovation Sys-
l (New) Instruments. Proceedings of the

erate Learning and the Evolution of Dy-
ion Science 13, núm. 3.

Análisis de las incubadoras de empresas tecnológicas como sistemas adaptativos complejos generadores de autopoiesis organizacional

Susana Casy Téllez Ballesteros*
Felipe Lara-Rosano**

Resumen

Una incubadora de empresas es una organización que se encarga de proveer servicios e instalaciones a emprendedores y empresas en una etapa temprana de desarrollo, para ayudarles a escalar sus resultados de investigación de laboratorio y de desarrollo tecnológico, a fin de generar negocios viables. Sin embargo, en los años noventa se observó un cierre de más de 75% de las incubadoras surgidas. En este trabajo se plantea la necesidad de hacer un diagnóstico dinámico de la incubación de empresas e identificar los factores que determinan su trayectoria para sugerir estrategias de desarrollo y gestón de las incubadoras.

Palabras clave: incubación de empresas, sistemas adaptativos complejos, incubadoras universitarias.

Introducción

Una incubadora de empresas es una organización que se encarga de proveer servicios e instalaciones a un grupo de emprendedores y de proyectos tecnológicos en una etapa temprana de desarrollo, para ayudarles a escalar sus resultados de investigación de laboratorio y de desarrollo tecnológico, con el fin de generar negocios viables a una escala semindustrial o industrial (Lalkaka, 2001). De 1990 a la fecha, el conjunto de incubadoras de empresas de base tecnológica incubó en promedio 12.5 empresas por año cada una, de las cuales la gran mayoría estaban enfocadas en proyectos de alta tecnología.

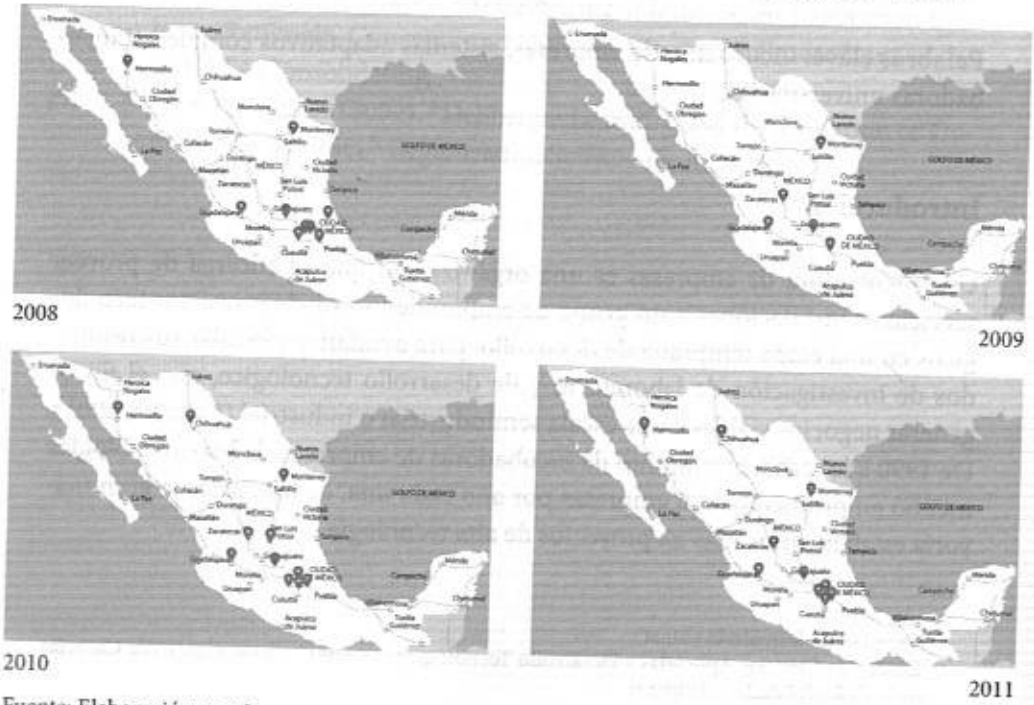
* Facultad de Ingeniería UNAM
** Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico (CCADET) UNAM, Centro de Ciencias de la Complejidad, (C3) UNAM

Las incubadoras empezaron a funcionar en 1958 en la Universidad de Stanford, Estados Unidos, la cual estaba interesada en contar con un espacio físico para estimular el espíritu empresarial en alumnos y profesores. Bill Hewlett y Dave Packard (Hewlett Packard) son el ejemplo de dos alumnos que cultivaron una idea en la incubadora de su universidad y la hicieron crecer hasta convertirla en una gran empresa.

En México, en 1990, en la ciudad de Ensenada, se creó la primera incubadora formal de empresas de base tecnológica. Derivado de esta experiencia y tomando como base el programa de la incubadora de Ensenada, en 1992 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) creó el Programa de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (PIEBT) con el objetivo de promover la creación de incubadoras de empresas.

Actualmente el Sistema Nacional de Incubación, coordinado por la Secretaría de Economía en México, se encarga de dar seguimiento y capacitación a las incubadoras. Entre 2008 y 2011 se observa que la zona metropolitana, Guadalajara y Monterrey cuentan siempre con una incubadora. Por otro lado, Hermosillo, San Luis Potosí, Chihuaha y Zacatecas ofrecen los servicios de incubación de manera intermitente (véase la figura 1).

Figura 1. *Evolución de ubicación de incubadoras de alta tecnología en México*



2008 2009

2010 2011

Fuente: Elaboración propia.

La incubación incluy
como asesoramiento, en
mación y un lugar de tra
soporte proviene de un
rectivos de la incubador
característica es que las
la incubadora cuando se

Aunque el concepto d
ples factores, entre ellos
la incubación, el giro y
rona (2005) concluye qu
para alimentar los proces
dumbres específicas de l
ción tecnológica. Esta ca
las incubadoras de empre

Modelos de incubador

A continuación se analiza
a partir del lugar de orige
tria o la academia.

El modelo continental

- El modelo contine
y enfocado a obje
económico region
- El modelo anglosa
nologías y product
establecen cerca de
ción avanzada. Se
nas han establecid
el Reino Unido.

en la Universidad de Stanford,
con un espacio físico para esti-
es. Bill Hewlett y Dave Packard
e cultivaron una idea en la incu-
onvertirla en una gran empresa.
se creó la primera incubadora
de esta experiencia y toman-
Ensenada, en 1992 el Consejo
el Programa de Incubadoras
objetivo de promover la crea-

n, coordinado por la Secreta-
guimiento y capacitación a las
zona metropolitana, Guadala-
dora. Por otro lado, Hermosi-
n los servicios de incubación

de alta tecnología en México

2009

2011

La incubación incluye la selección cuidadosa de las empresas a incubar, así como asesoramiento, entrenamiento, acceso a contactos, mercadotecnia e información y un lugar de trabajo adecuado con instalaciones de oficina comunes. El soporte proviene de un equipo administrativo bajo la guía de una junta de directivos de la incubadora, con acceso a proveedores de servicios externos. Otra característica es que las compañías-clientes deben "graduarse", es decir, salir de la incubadora cuando sean exitosas.

Aunque el concepto de incubación parece simple, su éxito depende de múltiples factores, entre ellos las condiciones locales y las metas de los directivos de la incubación, el giro y principalmente la sustentabilidad de su operación. Corona (2005) concluye que en México existe una carencia de capital de riesgo para alimentar los procesos de innovación tecnológica y compensar las incertidumbres específicas de las inversiones en investigación y desarrollo e innovación tecnológica. Esta carencia de fondos es la principal razón de las quiebras de las incubadoras de empresas de base tecnológica.

Modelos de incubadoras de empresas

A continuación se analizarán algunos modelos de incubadoras que han surgido a partir del lugar de origen, el tipo de financiamiento y su relación con la industria o la academia.

El modelo continental europeo vs. el modelo anglosajón

- El modelo continental europeo es predominantemente público, fundado y enfocado a objetivos de políticas públicas para mejorar el desarrollo económico regional y los canales de fomento de la innovación.
- El modelo anglosajón está encaminado hacia la creación de nuevas tecnologías y productos con base científica, para lo cual las incubadoras se establecen cerca de universidades e institutos de investigación y educación avanzada. Se debe tener en mente que las universidades anglosajonas han establecido muchos parques científicos en Estados Unidos y en el Reino Unido.

Incubadoras de propiedad estatal vs. incubadoras de propiedad privada o mixta

Respecto a la propiedad, estructura organizacional y financiamiento, las incubadoras de la mayor parte de los países en vías de desarrollo, especialmente en China (Lalkaka, 2001), son de propiedad estatal, mientras que incubadoras de los países desarrollados son principalmente cooperaciones públicas-privadas (Park, 2002; Nolan, 2003). Algunas de ellas operan para generar ganancias, mientras otras funcionan como organizaciones sin propósitos de lucro.

Incubadoras empresariales vs. incubadoras académicas

En cuanto a la relación con las universidades en el proceso de incubación, Copper (1985) concluye que, con excepción del software, la biotecnología y la biomedicina, las incubadoras en otras industrias son generadas por la industria, no por la universidad. Esto es también confirmado por Quintas, Wield y Massey (1992), quienes argumentan que para otras industrias la proximidad geográfica entre una universidad y las incubadoras no significa promoción o mayores facilidades para la transferencia tecnológica.

Dinámica de maduración evolutiva de los tipos de incubación tecnológica

En 2006, Pérez y Márquez (2006) distinguen tres generaciones en los modelos de incubación, basándose en la dinámica evolutiva de los tipos de incubación tecnológica desarrollado por Lalkaka (2006).

En la primera generación, las diferentes incubadoras son instituciones de hospedaje, donde proporcionan oficinas y servicios secretariales, de teléfonos y telecomunicaciones, así como asesoría técnica, financiera, contable, legal e informática a las empresas como común denominador. En una segunda etapa, las incubadoras proporcionan además servicios complementarios como transoportación, logística, administración de negocios, asistencia y transferencia de tecnología, etc. Esta segunda generación incrementa la diversidad de sectores a los que atiende (tanto por nivel tecnológico como objeto económico) y por propósito (creación de nuevas empresas, nuevas líneas de negocio, modernización o innovación, etc.). Finalmente, en una tercera etapa las incubadoras promueven la innovación en todo el espectro social como tecnología, ecología, hasta sectores específicos como grupos vulnerables.

Componentes de un

Los componentes de un
pos: producto tecnológ

El producto tecnológico

El producto tecnológico
creativa complementada
sultados favorables en el

La empresa incubada

La empresa incubada inc
sarrollar un producto tec
yo financiero y la consul
proceso de incubación. La
con la aplicación de las té
tria en particular. Este fac
nológicas, porque la tarea
técnico o investigador en
al., 2007).

La incubadora

La incubadora es la organiz
empresas de nueva creación
der a los objetivos de incuba
co innovador en el mercado
incubadora, la creación de e
incubadas, mejorar la comp
recidas o zonas empresariale
mercialización, diversificar la
grupos o empresas, y promo
ción (Albert *et al.*, 2004).

La presencia de redes inte
establecimiento de nichos ec
2005) que pertenecen a la mi

ubadoras

nizacional y financiamiento, las incu-
n vías de desarrollo, especialmente en
estatal, mientras que incubadoras de
nte cooperaciones públicas-privadas
llas operan para generar ganancias,
ones sin propósitos de lucro.

as académicas

les en el proceso de incubación, Cop-
el software, la biotecnología y la bio-
ias son generadas por la industria, no
rmado por Quintas, Wield y Massey
industrias la proximidad geográfica
significa promoción o mayores faci-

en tres generaciones en los modelos
volutiva de los tipos de incubación
).
s incubadoras son instituciones de
ervicios secretariales, de teléfonos y
ica, financiera, contable, legal e in-
minador. En una segunda etapa, las
complementarios como transpor-
s, asistencia y transferencia de tec-
nenta la diversidad de sectores a los
no objeto económico) y por propó-
íneas de negocio, modernización o
a etapa las incubadoras promueven
o tecnología, ecología, hasta secto-

Componentes de un sistema de incubación

Los componentes de un sistema de incubación se pueden clasificar en cuatro gr
pos: producto tecnológico, empresa incubada, incubadora y factores externo

El producto tecnológico

El producto tecnológico debe estar caracterizado por una aplicación informátic
creativa complementada por un diseño industrial atractivo, con el fin de tener re
sultados favorables en el mercado a mediano y largo plazo (Hongyi *et al.*, 2007).

La empresa incubada

La empresa incubada incluye la organización que recibe la incubación para de-
sarrollar un producto tecnológico. Las características del emprendedor, el apo-
yo financiero y la consultoría son los principales factores que influyen en el
proceso de incubación. La experiencia del emprendedor debe estar relacionada
con la aplicación de las técnicas necesarias para hacer negocios en una indus-
tria en particular. Este factor es muy importante para las nuevas empresas tec-
nológicas, porque la tarea más importante y fundamental es transformar a un
técnico o investigador en un hombre de negocios (Opekun, 2006 ; Hongyi *et*
al., 2007).

La incubadora

La incubadora es la organización que promueve la formación y desarrollo de las
empresas de nueva creación. Los objetivos de las incubadoras deben correspon-
der a los objetivos de incubación, tales como introducir un producto tecnológi-
co innovador en el mercado, el desarrollo sostenible (autopoiesis) de la misma
incubadora, la creación de empleos, la obtención de ganancias de las empresas
incubadas, mejorar la competitividad de las mismas, revitalizar zonas desfavo-
recidas o zonas empresariales, propiciar la transferencia de información y la co-
mercialización, diversificar las industrias de la región, promover ciertos tipos de
grupos o empresas, y promover la mejoría de determinados grupos de pobla-
ción (Albert *et al.*, 2004).

La presencia de redes internas de negocios complementarios hace posible el
establecimiento de nichos ecológicos entre los incubados (Bollingtoft y Ulhoi,
2005) que pertenecen a la misma incubadora. Por lo tanto, la incubadora debe

crear redes de negocios entre sus incubados, así como proporcionar los recursos estructurales básicos como oficinas, estacionamiento, comunicaciones, recursos informáticos, capacitación, comercialización y servicios financieros. El uso de estas funciones básicas de apoyo varía en función de las necesidades que corresponden a la etapa de desarrollo de negocios de cada empresa (Chan y Lau, 2005; Balthasar *et al.*, 2000).

Compartir estos recursos estructurales básicos generalmente se aplica a todas las empresas incubadas. La baja de alquiler parece ser una buena razón para que las empresas incubadas se unan al programa, debido a la escasez de recursos financieros propios (Hongyi *et al.*, 2007; Chan y Lau, 2005). Para evaluar la proximidad geográfica con financiadores de tecnología y otros factores regionales hay que pedir el consejo de la incubadora, en particular acerca de ciertas zonas que no se conocen (Chan y Lau, 2005).

Factores externos

Los factores externos son aquellos aspectos ajenos al proceso de incubación que afectan su funcionamiento, tales como las características del mercado de tecnología, los patrocinadores de incubación, el gobierno y las universidades. Las características del mercado de tecnología son importantes en el proceso de postincubación. Estas características del mercado son: el nivel de absorción de las innovaciones a nivel de las empresas y organizaciones de la región, y el poder adquisitivo de los consumidores de las innovaciones (Opekun, 2006). El gobierno, en cualquier nivel, tiene un impacto significativo tanto positivamente cuando promueve políticas de apoyo, como negativamente cuando tiene estrategias poco claras y ambiguas (Hongyi *et al.*, 2007; Opekun, 2006; Albert *et al.*, 2004). El enlace con las universidades ha tenido un efecto positivo en el rendimiento de algunos programas de incubación (Smilor *et al.*, 1988; Hongyi *et al.*, 2007).

Cuadro 1. I

Etapa del "concepto"	
Etapa de "semilla"	
Primera ronda, segunda ro	

Fuente: ONU, 2004.

La incubadora y las e
como sistemas adapta

El concepto de sistemas
ckley en 1967 (Buckley, 1

Los sistemas adaptativ
dos y autoregulados para
ciertos límites, a las co
o a ambas. Por ejemplo

Un SAC, como una inc
y autónomos (llamados a
sona de la organización,
tas, y que están acoplado
nes, y se ajustan adaptánd

A diferentes escalas pu
Por ejemplo, cada miemb
un SAC, pero cada empre
personal de cada empresa

Cada agente de un SA
ciones con otros agentes.
constituyen, y su compor

como proporcionar los recursos
iento, comunicaciones, recursos
servicios financieros. El uso de
n de las necesidades que corres-
ada empresa (Chan y Lau, 2005;

os generalmente se aplica a to-
arece ser una buena razón para
a, debido a la escasez de recur-
an y Lau, 2005). Para evaluar la
nología y otros factores regiona-
particular acerca de ciertas zo-

enos al proceso de incubación
características del mercado de
l gobierno y las universidades.
n importantes en el proceso de
ado son: el nivel de absorción
rganizaciones de la región, y el
innovaciones (Opekun, 2006).
cto significativo tanto positiva-
no negativamente cuando tiene
al., 2007; Opekun, 2006; Albert
tenido un efecto positivo en el
ón (Smilor *et al.*, 1988; Hongyi

CUADRO 1. *Etapas de desarrollo del proceso de incubación*

Etapa del "concepto"	Generación de la idea original
	Desarrollo del concepto
Etapa de "semilla"	Prueba del concepto
	Selección del equipo de trabajo
Primera ronda, segunda ronda, etcétera	Financiamiento con capital de riesgo
	Desarrollo del producto
	Lanzamiento del producto
	Crecimiento y lanzamiento
	Éxito o venta de la empresa

Fuente: ONU, 2004.

La incubadora y las empresas incubadas como sistemas adaptativos complejos

El concepto de sistemas adaptativos complejos fue introducido por Walter Buckley en 1967 (Buckley, 1967:5).

Los sistemas adaptativos complejos (SAC) son efectores complejos organizados y autoregulados para sustraerse a sí mismos o a uno de sus efectos, dentro de ciertos límites, a las contingencias del entorno, al aumento de la entropía o a ambas. Por ejemplo, un sistema ecológico, un grupo social, etcétera.

Un SAC, como una incubadora, consta de numerosos componentes diversos y autónomos (llamados agentes), que son interdependientes, tales como el persona de la organización, cada una de las empresas incubadas y el persona de éstas, y que están acoplados selectivamente a través de numerosas interconexiones, y se ajustan adaptándose a los cambios en el entorno.

A diferentes escalas pueden ser definidos agentes diferentes (Dooley, 1997). Por ejemplo, cada miembro del personal del SAC que es la incubadora, es en sí un SAC, pero cada empresa incubada es también un SAC y cada miembro del personal de cada empresa incubada es también un SAC de nivel inferior.

Cada agente de un SAC tiene un entorno que se crea a través de sus interacciones con otros agentes. Cada SAC es más que la suma de sus agentes que lo constituyen, y su comportamiento y propiedades son emergentes, y no se pue-

den establecer a partir de los comportamientos y propiedades de los agentes. Todos los agentes de un SAC interactúan y la interacción es dinámica. Cada agente dentro del SAC cambia con el tiempo y también lo hacen los agentes con los que interactúa, así como el mismo SAC y el entorno en el cual interactúan todos ellos (Allen, 2001).

Los agentes son unidades semiautónomas que buscan maximizar su aptitud y el logro de sus objetivos, evolucionando en el tiempo. Los agentes exploran su entorno mediante sensores y esquemas de percepción y desarrollan esquemas de acción homeostática, que son memes que sirven para interpretar el entorno y definir reglas de acción (Dooley, 1997). Estos esquemas de acción homeostática se componen a menudo de memes básicos homeostáticos. En un sistema organizacional los memes básicos se representan en forma de actitudes generales hacia otros agentes, otras áreas de la organización, así como valores, símbolos, mitos y elementos de la cultura organizacional. Estos esquemas homeostáticos pueden ser difusos, debido a la falta de información y a que son dependientes del observador, e incluso pueden ser contradictorios.

Los esquemas de acción homeostática de cada agente y de cada SAC son múltiples y, como todo meme, compiten por la supervivencia.

Los SAC tienen un sistema procesador de control difuso (distribuido) y no centralizado que utilizan para sobrevivir y prosperar en entornos cambiantes. Así, en un ser humano el sistema procesador de control distribuido reside en sus sistemas nerviosos central y autónomo. En el caso de una organización, como una incubadora, el sistema procesador de control reside en un subsistema de gestión representado por el director, el consejo directivo y los diversos gerentes y mandos medios.

El medio ambiente o entorno de la incubadora o de cada una de las empresas incubadas envía, así, distintos tipos de señales e información que, cuando pueden ser detectadas y analizadas por los esquemas de interpretación de la incubadora o de una empresa incubada, pueden proporcionarle información sobre el entorno, de manera que, ante una contingencia o un cambio del entorno, la organización pueda responder en la forma más adecuada, mediante esquemas de acción homeostática, sin perder su supervivencia ni su aptitud. Esta información es esencial para la interacción apropiada con el entorno y la generación de una respuesta homeostática.

Así, cuando una organización de cualquier nivel tiene la capacidad de detectar y analizar las señales que le llegan del entorno para extraer información sobre el mismo, se forma imágenes del mundo y de sí misma y, de acuerdo con ellas, mediante esquemas de acción homeostática, puede determinar lo que

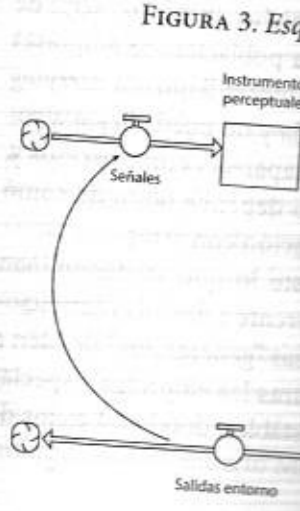
debe hacer para cu
que ha detectado (L

Figura

Las funciones sistém
los esquemas de percep
cesamiento de los esqu
homeostática (Lara-Ros

Considerando que la
retroalimentación que
cinco elementos:

Figura 3. *Esq*



tos y propiedades de los agentes.
la interacción es dinámica. Cada
también lo hacen los agentes con
el entorno en el cual interactúan

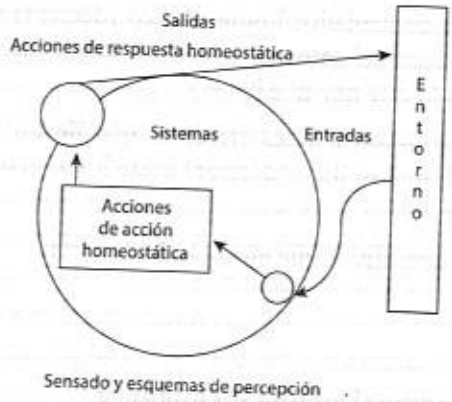
ue buscan maximizar su aptitud y
tiempo. Los agentes exploran su
rcepción y desarrollan esquemas
rven para interpretar el entorno y
squemas de acción homeostática
meostáticos. En un sistema orga-
en forma de actitudes generales
ión, así como valores, símbolos,
. Estos esquemas homeostáticos
ación y a que son dependientes
orios.
a agente y de cada SAC son múl-
rvivencia.
ntrol difuso (distribuido) y no
sperar en entornos cambiantes.
e control distribuido reside en
el caso de una organización,
control reside en un subsistema
directivo y los diversos geren-

a o de cada una de las empresas
información que, cuando pue-
s de interpretación de la incu-
porcionarle información sobre
ia o un cambio del entorno, la
adecuada, mediante esquemas
ncia ni su aptitud. Esta infor-
con el entorno y la generación

el tiene la capacidad de detec-
para extraer información so-
e sí misma y, de acuerdo con
ca, puede determinar lo que

debe hacer para cumplir con sus fines, frente a la situación propia y del entorno que ha detectado (Lara-Rosano, 2016a).

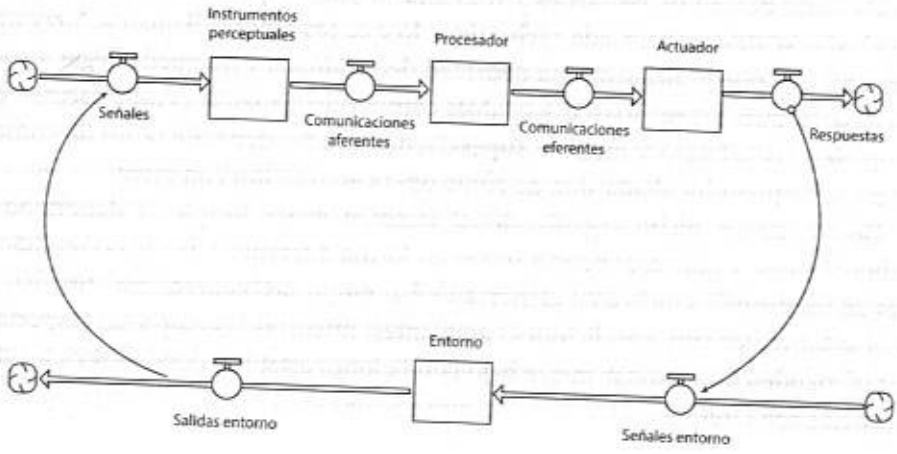
FIGURA 2. *Funciones Sistémicas Adaptativas Complejas*



Las funciones sistémicas adaptativas complejas son, entonces: el sensado y los esquemas de percepción e interpretación de las señales del entorno, el procesamiento de los esquemas de acción homeostática y las acciones de respuesta homeostática (Lara-Rosano, 2002).

Considerando que la homeostasis de una organización está basada en una retroalimentación que proviene del entorno, para llevarse a cabo se necesitan cinco elementos:

FIGURA 3. *Esquema de la homeostasis en una organización*



- Observadores que detectan las noticias del medio externo que puedan dar información sobre éste.
- Canales de comunicaciones aferentes que llevan la información de los observadores hasta el centro procesador encargado de definir la respuesta homeostática.
- Procesador o controlador homeostático (decisor) que procesa la información que llega del entorno y decide la respuesta homeostática del sistema (qué es lo que hay que hacer).
- Canales de comunicaciones eferentes que llevan la respuesta desde el procesador homeostático (decisor) hasta los actuadores operativos de la organización.
- Actuadores operativos que ejecutan la decisión.

Ecología organizacional en una incubadora

La ecología organizacional estudia la red de interrelaciones colaborativas que se establece entre un conjunto de organizaciones para mejorar su aptitud en entornos cambiantes.

En la ecología organizacional, el cambio es concebido como la resultante emergente de una red de procesos de selección medioambiental de una red de organizaciones, que no tiene un control centralizado por parte de alguna organización específica de la red.

Esto sugiere que dentro de un contexto determinado, como el de las empresas incubadas por una incubadora que constituyen un nicho, existe una serie de condiciones dentro de las cuales y más allá de ellas la población de empresas incubadas se desarrolla. Cada nicho tiene lo que los autores llaman a *carrying capacity*, que puede alcanzar una densidad determinada y no puede llegar a sobrepasarla, pues los recursos disponibles comienzan a aparecer como escasos y, las ganancias primero y luego la supervivencia, ya no depende tanto de cómo opera la empresa incubada sino de cómo opera en relación con otras.

Dentro de un nicho organizacional también existe lo que se denominan subpoblaciones, que responden a su vez en forma diferente a distintas condiciones de los disímiles nichos en el mercado. Las empresas "generalistas" tienden a funcionar mejor bajo condiciones cambiantes, mientras las empresas "especialistas" tienden a funcionar mejor bajo condiciones estables, donde los ciclos de negocios son largos.

El objetivo de la ecolo
selección de las empresa
das, considerando las pr
vos complejos.

De acuerdo con la te
entorno que contienen u
ciones del nicho ecológi
badas y sus estructuras
incubadas varían en la
nicho.

A partir del estudio d
ecosistemas organizacio
nales como una comuni
organizaciones que inte
incubadora. De acuerdo
ye clientes, productores,
Según Iansiti y Levien (2
temas organizacionales.
algún momento define
organizacional debe ser
cuando cambios interno
ma organizacional debe
para nuevas empresas.
organizacionales estudia
adaptación.

Entre las propiedades
larmente importantes es
tantes de energía e info
ganización del sistema
propiedad de un sistem
tos. Asimismo, la autop
como la capacidad de p
sus integrantes, es un f
expansión.

El término "autopoie
gos *auto* (que significa
que el sistema es capaz
utilizado por Humberto

s del medio externo que puedan

que llevan la información de los
r encargado de definir la respues-

o (decisor) que procesa la infor-
la respuesta homeostática del sis-

que llevan la respuesta desde el
ta los actuadores operativos de la

decisión.

ra

rrelaciones colaborativas que se
ara mejorar su aptitud en entor-

s concebido como la resultante
medioambiental de una red de
izado por parte de alguna orga-

rminado, como el de las empre-
en un nicho, existe una serie de
ellas la población de empresas
e los autores llaman a *carrying*
rminada y no puede llegar a so-
zan a aparecer como escasos y,
ya no depende tanto de cómo
en relación con otras.
n existe lo que se denominan
a diferente a distintas condicio-
mpresas "generalistas" tienden a
ientras las empresas "especia-
es estables, donde los ciclos de

El objetivo de la ecología organizacional es prestar atención a los procesos de selección de las empresas participantes dentro de una red de empresas incubadas, considerando las propiedades que las caracterizan como sistemas adaptativos complejos.

De acuerdo con la teoría de la ecología organizacional, existen nichos en el entorno que contienen una variedad de recursos necesarios para las organizaciones del nicho ecológico. Los nichos ambientales afectan a las empresas incubadas y sus estructuras posibilitando la obtención de recursos. Las empresas incubadas varían en la habilidad de luchar por apropiarse de los recursos del nicho.

A partir del estudio de la ecología organizacional se desarrolla la teoría de los ecosistemas organizacionales. Moore (1993) define los ecosistemas organizacionales como una comunidad económica basada en un conjunto de individuos y organizaciones que interactúan, como en el caso del nicho de clientes de una incubadora. De acuerdo con Moore (1993), un ecosistema organizacional incluye clientes, productores, proveedores, competidores y otros participantes clave. Según Iansiti y Levien (2004) existen tres factores de éxito críticos en los ecosistemas organizacionales. Primero, la productividad es un factor básico, el cual en algún momento define el éxito de cualquier negocio. Segundo, un ecosistema organizacional debe ser resiliente, lo que significa tener capacidad de sobrevivir cuando cambios internos o externos traten de destruirlo. Por último, el ecosistema organizacional deberá tener la habilidad de crear nichos y oportunidades para nuevas empresas. El enfoque de la complejidad dentro de los ecosistemas organizacionales estudia la autoorganización, la emergencia, la coevolución y la adaptación.

Entre las propiedades de los sistemas adaptativos complejos que son particularmente importantes es que operan lejos del equilibrio, porque hay flujos constantes de energía e información que vienen del exterior y que mantienen la organización del sistema y aseguran su supervivencia. La complejidad es una propiedad de un sistema, debido a la cantidad e interrelación entre sus elementos. Asimismo, la autopoiesis de los Sistemas Complejos Adaptativos, definida como la capacidad de perpetuarse dentro de ciertos límites por reproducción de sus integrantes, es un factor importante para su permanencia, perpetuación y expansión.

El término "autopoiesis" es una palabra que se compone de dos vocablos griegos *auto* (que significa autómático) y *poiesis* (que significa creación). Es decir que el sistema es capaz de crearse y mantenerse por sí mismo. Este término fue utilizado por Humberto Maturana y Francisco Varela (1973) para caracterizar la

supervivencia y la reproducción de las células vivas. Luhmann (1997) extiende este concepto a los sistemas sociales como las organizaciones. Los cambios de estado en el sistema que no lo desintegran son neutralizados por la autopoiesis.

Desde el punto de vista organizacional y de incubación de empresas se describe el siguiente caso de una incubadora generadora de empresas autopoiéticas.

Estudio de caso: análisis sistémico de InnovaUNAM, Facultad de Ingeniería, una incubadora universitaria

El sector empresarial en México es un sector que tiene mucho tiempo conformándose. La apertura de los mercados a la globalización y a la libre competencia ha generado un panorama de turbulencia a las empresas que no están preparadas para competir en un ambiente cambiante. Este panorama ha afectado a las empresas indiferentemente de su tamaño y antigüedad, de manera que las empresas que desean crearse actualmente deben contar con mayores herramientas para sobrevivir a un mercado cambiante.

La política institucional en la UNAM permitió que se creara una incubadora en los años ochenta, la cual dejó de operar. En los años noventa, por la falta de empleo y la necesidad de incentivar la cultura del autoempleo, se crearon diversos programas. Entre ellos se creó una asociación estudiantil (AE) enfocada a la creación de empresas en 2000, que dependió del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería (DII). La participación de la AE en la generación de empresas había sido limitada a la generación de cursos de capacitación y formación de competencias para crear empresas.

La política de la rectoría de la universidad permitió que en 2008 se formara un organismo independiente (OI) promotor de la cultura empresarial, el cual se encargó de incentivar una red de incubadoras dentro de la universidad, invitando al DII al desarrollo de un proyecto de incubación de empresas. En consecuencia, en 2009, el DII participó en la creación de una incubadora de negocios dentro de la Facultad de Ingeniería apoyada por el OI, así como por la misma entidad académica.

Si bien la UNAM cuenta con más de 20000 egresados cada año y más de 300000 alumnos inscritos en sus distintas escuelas, facultades e instituciones, así como con una planta docente de más de 37500 académicos, de los cuales 2400 son investigadores que conducen más de 8600 proyectos de investigación y aportan 35% de los artículos científicos del país, no existía un esfuerzo coordinado para la vinculación con el sector productivo.

A pesar de que la UNA
como parte de su misión
acerca de las condiciones
plida solamente de man
atender el cumplimiento
de la aplicación práctica
las necesidades del país,

Así, en 2008 la UNAM
para "apoyar la transferen
llados en la universidad a
privado, para intensificar
iniciativas, la CID establec
raíz de la necesidad de fo
dedora en la comunidad
productivos rentables que

La Coordinación de In
les: transferencia de tecn
sas y parques tecnológico
ha desarrollado una serie
sando de no contar con i
doras con 37 proyectos e
micos, seis de alumnos
unidades de incubación
total.

El objetivo principal de
presas de valor agregado
universitaria, así como co
petitivas en el ámbito naci
que contribuyan al crecim

Las nueve incubadoras
la comunidad según el tip

Facultad de Estudios S
yectos de tecnología
Coordinación de Innov
tral, proyectos de alt
Facultad de Estudios
tlán, proyectos de te

vivas. Luhmann (1997) extiende
organizaciones. Los cambios de
neutralizados por la autopoiesis.
ncubación de empresas se descri-
ora de empresas autopoiéticas.

ovaUNAM,
niversitaria

que tiene mucho tiempo confor-
balización y a la libre competen-
las empresas que no están prepa-
. Este panorama ha afectado a las
tigüedad, de manera que las em-
ontar con mayores herramientas

tió que se creara una incubadora
los años noventa, por la falta de
del autoempleo, se crearon diver-
ón estudiantil (AE) enfocada a la
del Departamento de Ingeniería
a participación de la AE en la ge-
eneración de cursos de capacita-
mpresas.
permitió que en 2008 se formara
la cultura empresarial, el cual se
dentro de la universidad, invitan-
ubación de empresas. En conse-
n de una incubadora de negocios
or el OI, así como por la misma

0 egresados cada año y más de
uelas, facultades e instituciones,
37500 académicos, de los cuales
8600 proyectos de investigación
ís, no existía un esfuerzo coordi-
vo.

A pesar de que la UNAM cuenta con esta infraestructura científica y que tiene como parte de su misión el "organizar y realizar investigaciones, principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales", esta función había sido cumplida solamente de manera parcial, pues uno de los mecanismos claros para atender el cumplimiento de esta labor es impulsar el desarrollo nacional a través de la aplicación práctica de los proyectos científicos y tecnológicos orientados a las necesidades del país, como lo establece su documento de creación.

Así, en 2008 la UNAM creó la Coordinación de Innovación y Desarrollo (CID) para "apoyar la transferencia de conocimientos, tecnologías y productos desarrollados en la universidad a organismos y empresas de los sectores público, social y privado, para intensificar su aprovechamiento por la sociedad". Como una de sus iniciativas, la CID estableció la Red de Incubadoras de Empresas InnovaUNAM, a raíz de la necesidad de fomentar el desarrollo y difusión de una cultura emprendedora en la comunidad universitaria, promoviendo la generación de proyectos productivos rentables que brinden soluciones a los problemas del país.

La Coordinación de Innovación y Desarrollo integra tres áreas fundamentales: transferencia de tecnología, servicios tecnológicos e incubadoras de empresas y parques tecnológicos. Es en este último apartado en donde la universidad ha desarrollado una serie de capacidades en el tema de emprendimientos, pasando de no contar con incubadoras de empresas en 2008 a tener cinco incubadoras con 37 proyectos en incubación para 2010, de las cuales 10 son de académicos, seis de alumnos y 21 de egresados, y a la apertura de cuatro nuevas unidades de incubación en 2011, con lo que alcanza ya nueve incubadoras en total.

El objetivo principal de InnovaUNAM es apoyar la creación y desarrollo de empresas de valor agregado mediante procesos de incubación para la comunidad universitaria, así como contribuir a la formación de empresarios y empresas competitivas en el ámbito nacional e internacional, con habilidades, actitudes y valores que contribuyan al crecimiento económico y al desarrollo social de su comunidad.

Las nueve incubadoras que opera InnovaUNAM tienen un perfil de atención a la comunidad según el tipo de proyecto empresarial. Éstas son:

- Facultad de Estudios Superiores, Acatlán, InnovaUNAM Unidad Acatlán, proyectos de tecnología intermedia.
- Coordinación de Innovación y Desarrollo UNAM, InnovaUNAM Unidad Central, proyectos de alta tecnología.
- Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán, InnovaUNAM Unidad Cuautitlán, proyectos de tecnología intermedia.

Facultad de Ingeniería, InnovaUNAM Unidad Ingeniería, proyectos de tecnología intermedia.

Facultad de Contaduría y Administración, InnovaUNAM Unidad FCA, proyectos tradicionales.

Facultad de Estudios Superiores de Aragón, InnovaUNAM Unidad Aragón, proyectos de tecnología intermedia.

Escuela Nacional de Artes Plásticas, InnovaUNAM Unidad ENAP, proyectos creativos, artísticos y culturales.

Facultad de Arquitectura, InnovaUNAM Unidad Arquitectura, proyectos creativos, artísticos y culturales.

Facultad de Economía, InnovaUNAM Unidad Economía, proyectos sociales.

Nuestro estudio de caso se referirá a InnovaUNAM Unidad Ingeniería.

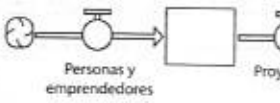
InnovaUNAM Unidad Ingeniería es una Incubadora de Empresas de Tecnología Intermedia, fundada en 2010, dedicada a promover la creación, establecimiento y desarrollo de *start ups*, proveyendo así de un alto impacto tecnológico, social y económico al país, todo ello a partir de un seguimiento personalizado a los proyectos con alto potencial.

Los servicios que ofrece están enfocados hacia capacitación en temas empresariales: planeación estratégica, finanzas, mercadotecnia, diseño gráfico, comercialización, logística, cadena de suministros, administración, producción, calidad, diseño industrial, contabilidad, aspectos fiscales, aspectos legales, protección intelectual, entre otros; consultoría en temas especializados adecuados a cada proyecto, espacios físicos para el desarrollo del proyecto, red de contactos empresariales y profesionales y formación de emprendedores profesionales mediante cursos y talleres que activen sus habilidades empresariales.

Como lo menciona Gary Gerrefi, "actualmente las redes de la producción global se parecen a una telaraña de empresas independientes, pero interconectadas". En el caso de InnovaUNAM Unidad Ingeniería la red toma esta forma. "Las empresas del centro actúan como agentes estratégicos en el corazón de la red, controlando la información importante, las habilidades y los recursos necesarios para que la red global funcione eficientemente (Reich, 1991)". En este caso, las empresas del centro serían el Centro de Negocios e Ingeniería Industrial, la Incubadora de Negocios InnovaUNAM Ingeniería y Consúltanos. A los alumnos los captan a través de los cursos de incubación BAW (Business Aprentice War), Pice y diversos programas de emprendimiento. En cuanto a imagen y posicionamiento considero un triunfo su participación en administración actual de la Facultad de Ingeniería porque tienen la mención de mayores proyectos realizados.

En el siguiente diagr
Unidad Ingeniería.

FIGURA 4. *Diagrama d*



La preincubación cor
pláticas, conferencias y a
ción la lleva a cabo el CI
na InnovaUNAM. Los pri
dedor, viabilidad del neg

Una vez que han sido
incubación consiste en u
cabo por expertos en el á

En la etapa de evalua
de incubación tienen qu
RFC, tener un acta const
zado 100% de sus fondos

Conclusiones

La madurez organizacio
zar los conocimientos ad
y exitosa. Con el fin de e
UNAM Unidad Ingeniería
madurez, un conjunto d
sus actuaciones posterior
prácticas y plantear meta

El nivel de madurez c
su autopoiesis:

- Dirección y lidera
- Cultura organizac
- Políticas y estruct

dad Ingeniería, proyectos de tecno-

n, InnovaUNAM Unidad FCA, pro-

ón, InnovaUNAM Unidad Aragón,

vaUNAM Unidad ENAP, proyectos

Unidad Arquitectura, proyectos

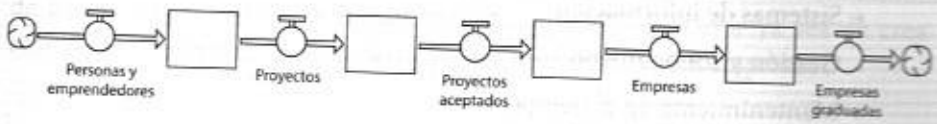
d Economía, proyectos sociales.

UNAM Unidad Ingeniería.
badora de Empresas de Tecnolo-
promover la creación, estableci-
í de un alto impacto tecnológico,
un seguimiento personalizado a

ia capacitación en temas empre-
dotecnia, diseño gráfico, comer-
dministración, producción, cali-
tos fiscales, aspectos legales,
en temas especializados adecua-
arrollo del proyecto, red de con-
de emprendedores profesiona-
bilidades empresariales.
e las redes de la producción glo-
ndientes, pero interconectadas".
red toma esta forma. "Las em-
os en el corazón de la red, con-
ades y los recursos necesarios
Reich, 1991)". En este caso, las
e Ingeniería Industrial, la Incu-
onsúltanos. A los alumnos los
usiness Aprentice War), Pice y
to a imagen y posicionamiento
ración actual de la Facultad de
royectos realizados.

En el siguiente diagrama se muestra el flujo de operación de InnovaUNAM Unidad Ingeniería.

Figura 4. *Diagrama de flujo de operación de InnovaUNAM Unidad Ingeniería*



La preincubación consta de actividades propedéuticas como cursos, talleres, pláticas, conferencias y asesorías. La etapa de selección de proyectos de incubación la lleva a cabo el CID (Centro de Innovación y Desarrollo), área que gestiona InnovaUNAM. Los principales indicadores que evalúa son: perfil del emprendedor, viabilidad del negocio y oportunidad del mercado.

Una vez que han sido aceptados los proyectos de incubación, el proceso de incubación consiste en una serie de asesorías, consultorías y mentoría llevada a cabo por expertos en el área.

En la etapa de evaluación y graduación las empresas que pasaron el proceso de incubación tienen que cumplir con los siguientes trámites: contar con un RFC, tener un acta constitutiva, reportar la declaración de un año y haber utilizado 100% de sus fondos.

Conclusiones

La madurez organizacional es la aptitud que tiene una organización para utilizar los conocimientos adquiridos, para convertirse en una empresa autopoiética y exitosa. Con el fin de evaluar el desempeño y la autopoiesis de la incubadora UNAM Unidad Ingeniería, se le hizo un diagnóstico que evalúa, en niveles de madurez, un conjunto de criterios de desempeño con el propósito de orientar sus actuaciones posteriores y que le sirvan de base para el aprendizaje, asimilar prácticas y plantear metas a conseguir por parte de la organización.

El nivel de madurez cubre las siguientes áreas significativas para desarrollar su autopoiesis:

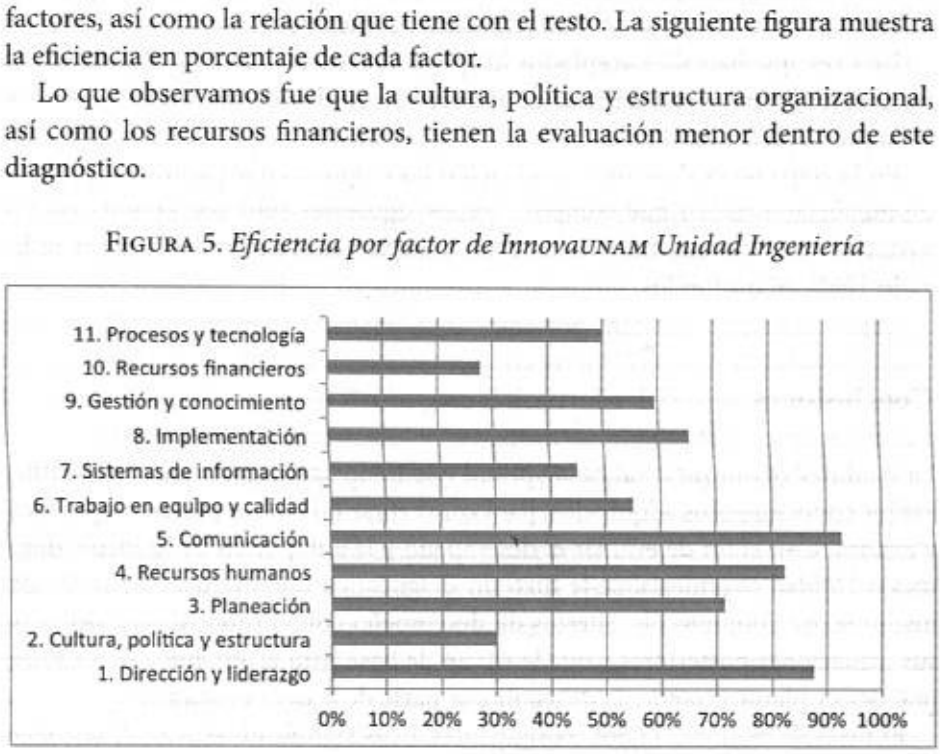
- Dirección y liderazgo
- Cultura organizacional
- Políticas y estructura organizacional

- Planeación
- Recursos humanos
- Comunicación
- Trabajo en equipo y calidad
- Sistemas de información
- Gestión y conocimientos
- Mantenimiento en el tiempo
- Recursos financieros
- Procesos y tecnología

Se aplicó un cuestionario donde se evaluó la eficiencia de cada uno de los factores, así como la relación que tiene con el resto. La siguiente figura muestra la eficiencia en porcentaje de cada factor.

Lo que observamos fue que la cultura, política y estructura organizacional, así como los recursos financieros, tienen la evaluación menor dentro de este diagnóstico.

Figura 5. *Eficiencia por factor de InnovaUNAM Unidad Ingeniería*



Los proyectos que llegan a la incubadora no necesariamente se desarrollan ahí. Por lo general el desarrollo de los proyectos es realizado por alumnos de la Facultad de Ingeniería, coordinado por personal de la incubadora. Por otro lado, el cobro de proyectos también es una actividad compartida. Consúltanos

realiza el cobro de act
en algunos casos ingre

Los integrantes de l
to, al menos en los últ
la Facultad de Ingenier
de México. Esta cader
ción de empresas o de

Referencias

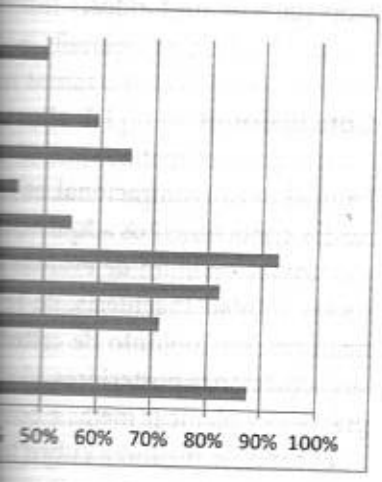
Acuerdo de creación d
versidad Nacio
UNAM el 19 de
Adegbite, O. (2001). Bu
Nigerian exper
Alcaraz, R. (2004). *Diag*
www.amire.org
Aldrich, H. (2008). *Org*
ness Classics, p
Allen, D. N. y R. McClu
in the business
ce, Winter, pp.
Application of Complex
23-50.
Arechavala-Vargas, R., y
México y Canad
tion, núm. 41, p
Arthur, W. B. (1989). "Th
res in the science
son-Wesley.
Bakouros, Y., D., Mardas y
analysis of the sc
Balthasar, A., C. Bättig, A
actors of the inno

[1] Reconocimientos: Este trab
yecto 152008

la eficiencia de cada uno de los
resto. La siguiente figura muestra

ítica y estructura organizacional,
valuación menor dentro de este

vaUNAM Unidad Ingeniería



necesariamente se desarrollan
es realizado por alumnos de la
al de la incubadora. Por otro
idad compartida. Consúltanos

realiza el cobro de actividades, conjuntamente con la Facultad de Ingeniería y en algunos casos ingresa a la Coordinación de Innovación y Desarrollo.

Los integrantes de la red se conocen y han trabajado en proyectos en conjunto, al menos en los últimos ocho años en los que ha durado la gestión actual en la Facultad de Ingeniería y en la rectoría de la Universidad Nacional Autónoma de México. Esta cadena es productiva, dirigida al comprador ya sea de creación de empresas o de desarrollo de proyectos dentro de las empresas.[1]

Referencias

Acuerdo de creación de la Coordinación de Innovación y Desarrollo de la Universidad Nacional Autónoma de México (2008). Publicado en la *Gaceta UNAM* el 19 de mayo de 2008. Ciudad Universitaria, México.

Adegbite, O. (2001). Business incubators and small enterprise development: the Nigerian experience, *Small Business Economics*, vol. 17, pp. 157-166.

Alcaraz, R. (2004). *Diagnóstico de Incubadoras de Empresas en México*, AMIRE, www.amire.org.mx.

Aldrich, H. (2008). *Organizations and Environments*. California: Stanford Business Classics, pp. 384.

Allen, D. N. y R. McCluskey (1990). Structure, policy, service, and performance in the business incubator industry. *Entrepreneurship: theory and practice*, Winter, pp. 61-77.

Application of Complexity Theory to Organizations. Pergamon, Amsterdam. pp. 23-50.

Arechavala-Vargas, R., y C. Díaz (2004). Sistemas regionales de innovación de México y Canadá: Una comparación de retos, Reveu Sciences de Gestion, núm. 41, pp. 16.

Arthur, W. B. (1989). "The economy and complexity", en D. L. Stein (ed.), *Lectures in the sciences of complexity*, pp. 713-740, Redwood City, CA: Addison-Wesley.

Bakouros, Y., D., Mardas y N. Varsakelis (2002). Science Park, a high tech fantasy? an analysis of the science parks of Greece, *Technovation*, vol. 22, pp. 123-128.

Balthasar, A., C. Bättig, A. Thierstein y B. Wilhelm (2000). "'Developers': key actors of the innovation process. Types of developers and their contacts

[1] Reconocimientos: Este trabajo fue parcialmente patrocinado por CONACyT, a través del proyecto 152008