# Gestión de Ciencia e Innovación Tecnológica en las universidades. La experiencia cubana



*Nicolás L. Medina Basso (Editor)*

EDITORIAL FÉLIX VARELA

**La Habana, 2006**

607-Med-G

Gestión de Ciencia e Innovación Tecnológica en las universidades. La experiencia cubana / Nicolás L. Medina Basso, editor. Ciudad de La Habana : Félix Varela, 2006.
ISBN 959-07-0185-X.

(c) Editorial Félix Varela, 2006

Diseño de Cubierta interior: Frank Herrera García

Edición realizada en saludo al XXX Aniversario
Del Ministerio de Educación Superior

A nuestro ministro histórico, Dr. C. Fernando Vecino Alegret, quien durante 30 años con el máximo de dedicación y entrega lideró la educación superior cubana u contribuyó, de forma determinante, a que los resultados expuestos en este libro pudieran hacerse realidad.

Los autores



# ÍNDICE


| | Página |
|---|---|
| Índice | *iii* |
| Presentación | *v* |
| Introducción | *ix* |
| Fundamentos teórico-metodológicos para la dirección del proceso investigativo en la universidad.<br>*Maricela González Pérez* | 1 |
| Relaciones de las universidades con entidades productivas y de servicios, mediante alianzas estratégicas para las actividades científicas, tecnológicas y de posgrado.<br>*Erwin O. Aguirre de Lázaro* | 11 |
| Los proyectos de investigacion científica como herramientas para la planificación y evaluación del impacto. Estudio de caso.<br>*Dámaso R. Ponvert Delisles y Marisol González Pérez* | 27 |
| La dirección integrada por proyectos en el marco de la ciencia y la innovación tecnológica.<br>*Roberto Delgado Victore y María A. Vérez García* | 47 |
| El necesario impacto de las ciencias básicas en un prospectivo proceso de incremento de la efectividad de los negocios de transferencia de tecnología en las universidades.<br>*Erenio González Suárez, Manuela Herrera Martínez y Ma. Teresa Hernández Nodarse* | 73 |
| La cultura tecnológica en la gestion universitaria.<br>*Ma del Carmen Armenteros Acosta y Caridad Vega García* | 89 |
| Interpretacion de un modelo de innovacion tecnologica aplicado a las universidades cubanas e ideas para su enriquecimiento.<br>*Víctor Manuel Molina Morejón* | 103 |
| Enfoque de marketing para la actividad científica en las universidades.<br>*Gliceria Gómez Cevallos y Maricela González Pérez* | 117 |
| Gestión de la transferencia de tecnología en las instituciones de educación superior.<br>*Boris Tristá Pérez* | 147 |
| Perfeccionamiento del modelo de I+D en centros de investigación agropecuaria universitarios.<br>*Rodrigo Ronda Martínez* | 163 |

Página

Resultados obtenidos en la gestión de las universidades agrarias en su relación con el entorno social. 181
*Santiago Jova Aguiar, Olacio Milán Fuentes y Francisco Benítez Cárdenas*

Incremento de la competitividad científica de la Universidad Central de Las Villas a través de la prospectiva tecnológica de la región central de Cuba. 191
*Erenio González Suárez, Norberto Alonso Rodríguez, Gilberto Hernández Pérez y Angel Rubio González*

Retos e iniciativas de la actividad de ciencia e innovación tecnológica en el escenario actual de la Universidad de Oriente. 205
*Liliana Gómez Luna*

Valoración y evaluación de las ciencias agropecuarias cubanas a través de las revistas científicas de la educación superior: visibilidad e impacto nacional e internacional. 225
*María Elena Mesa Fleitas*

Las investigaciones a ciclo completo en la educación superior cubana. 257
*Nicolás Medina Basso, Edwin Pedrero González y Víctor M. Molina Morejón*

La propiedad intelectual en la ciencia y el desarrollo en las universidades. 273
*Beatriz M. García Delgado*

Investigacion y doctorados en la universidad cubana. Reflexiones en el nuevo siglo. 283
*José Luis García Cueva, Nicolás L. Medina Basso, Francisco Benítez Cárdenas y Walfredo González Rodríguez*

Anexo 1. Red de Centros, Facultades y Filiales Independientes de Educación Superior. 305

Anexo 2. Centros de Investigación y Centros de Estudio en la Red de Centros de Educación Superior del MES. 307

Sobre los autores 311

# PRESENTACIÓN

Aunque es la docencia superior lo que caracteriza a las universidades y modernamente se reconocen como funciones sustantivas, además, la investigación y la extensión, es la investigación la gran responsable de identificar de qué tipo de universidad estamos hablando.

Así, desde hace dos siglos se reconocen dos grandes grupos de universidades:

- las "universidades profesionales", que trasmiten conocimientos y no investigan (modelo francés o napoleónico).
- las "universidades investigativas", que generan y trasmiten conocimientos y que investigan (modelo alemán o de Humboldt).

Con el transcurso del tiempo y la incorporación de la generación del conocimiento "útil", mediante la investigación básica orientada y aplicada, y el principio de la unidad de la docencia y la investigación evoluciona hacia la unidad de la docencia, la investigación y la práctica.

El desarrollo del postgrado y la masificación de la matrícula han ido desplazando la sinergia docencia-investigación del nivel de licenciatura a los programas de maestría y, sobre todo, de doctorado. Aunque la calidad no es privativa de ningún modelo universitario, hoy día se acepta como una primera línea que las llamadas *research universities*, universidades de investigación o universidades científico-tecnológicas de "excelencia", se caractericen por tener amplios programas de investigación y doctorado integrados a todo lo ancho de su perfil.

Las universidades cubanas incorporan la investigación científica, en forma organizada y estructurada, a partir de la Reforma Universitaria de 1962, ya después de cumplidas algunas etapas básicas del programa educacional de la Revolución, entre ellas la Campaña Nacional de Alfabetización en 1961. En el período 1962-1976 se realiza una promoción dirigida de la investigación y el desarrollo universitario, creándose un importante grupo de centros de investigación, dentro y fuera de las universidades. A partir de 1976 se crean el Ministerio de Educación Superior y el Comité Estatal de Ciencia y Técnica y se pasa a una dirección más centralizada de la ciencia y el desarrollo universitario, con programas de investigación y planes de introducción de logros desde el nivel nacional. Para 1990 se plantea un nuevo paradigma: la universidad como centro de investigación, donde el modelo de universidad científica y tecnológica fuera también más "productivo" a partir del impacto de sus resultados en las esferas económica, social, ambiental, científica y cultural, tanto en términos estratégicos como de innovación. Desde el año 2002, la universidad se incorpora más consecuentemente a la Batalla de Ideas que libra la Revolución, realizando la docencia y la investigación en una universidad de masas, diversificada, con calidad y pertinencia, que los cubanos llamamos la "universalización" de la universidad.

Algunas cifras son elocuentes expresiones de la nueva universidad:

- La matrícula universitaria se ha multiplicado hasta 500 000 estudiantes, de ellos 300 000 en las Sedes Universitarias Municipales (SUM), para un 50 % de Tasa Bruta de Escolarización de su grupo etáreo (18 – 24 años).
- Se cuenta con 28 000 profesores universitarios a tiempo completo y 72 000 a tiempo parcial, la mayoría de ellos en las SUM.
- El presupuesto de la educación superior asciende al 2,4 % del Producto Interno Bruto, al 3,5 % del presupuesto del país y al 20 % del presupuesto de educación.
- En el periodo 1959 – 2005 se han graduado 800 000 profesionales universitarios, de ellos 25 000 extranjeros, de forma gratuita. El país cuenta, según el Censo del 2002, con 712 672 profesionales universitarios, el 6 % de la población y el 14 % de los trabajadores.
- Cuba ha graduado 7 395 Doctores en Ciencias en diferentes especialidades. El 28,5 de los profesores e investigadores del Ministerio de Educación Superior ostenta el grado de Doctor. Cuba gradúa anualmente unos 400 Doctores, la cuarta mejor cifra absoluta de América Latina, después de Brasil, México y Argentina, y la mejor, junto a Brasil, en relación con la población total.
- Cuba ha graduado 45 000 Especialistas en Medicina y 16 800 Masters desde 1994. El país cuenta con 308 Programas de Maestría y de Especialidad de Postgrado, 100 de ellos acreditados.
- La educación superior cubana tiene un alto peso en el Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Técnológica, lo cual se expresa en que aporta el 50 % de las publicaciones en revistas de alto impacto, de los Premios Anuales de la Academia de Ciencias de Cuba y de los doctorados defendidos, así como el 20 % de la innovación avanzada, expresado en los Premios Nacionales de Innovación y del Forum de Ciencia y Técnica.

La “universalización” plantea nuevos retos a la investigación universitaria, al interactuar con algunas carreras más prácticas, con un componente laboral-investigativo de mayor peso en la innovación, la generalización de algunos perfiles en función del desarrollo regional, la posibilidad de una mayor flexibilidad en los planes de estudio, un mayor peso de la transferencia de tecnología y resultados investigativos, un mejor uso de los estudiantes en sus municipios, la superación profesional en función de la innovación y una mayor divulgación científico-popular.

Sin embargo, la vida demuestra que la existencia de la investigación universitaria es condición necesaria, pero no suficiente, para que esta ejerza su influencia como pivote de desarrollo sobre las restantes funciones sustantivas de la universidad. Por ello, es necesario contestar favorablemente algunas preguntas: ¿qué se investiga en las universidades?, ¿quiénes, dónde y cómo lo hacen? y ¿para qué se investiga?

Por ello, debe investigarse en las prioridades del país, organizadas fundamentalmente en Programas Científico-Técnicos a nivel nacional, ramal y territorial,

y también en proyectos vinculados a las empresas, aunque dejando siempre un espacio (no mayor del 30 %) para proyectos universitarios. Esas prioridades se vinculan, principalmente, a la producción de alimentos, al desarrollo energético sostenible, a la salud, al medio ambiente, a las ciencias sociales y humanísticas, a las ciencias básicas, a las tecnologías de la información y las comunicaciones y a la defensa del país, lográndose un alto nivel de integración a nivel territorial.

En las universidades investigan los líderes científicos, los investigadores, el 80 % de los profesores universitarios, el 100 % de los postgraduados en estudios de maestría y doctorado, todos los estudiantes de años superiores, de ellos un 40 % en forma extracurricular y un 10 % como estudiantes de alto rendimiento con planes de estudio especiales de alto contenido investigativo y tutoral.

Estas investigaciones se realizan en los Departamentos y laboratorios científicos, generalmente en investigaciones disciplinarias, en grupos de investigación multidisciplinarios, en las Facultades y en los Centros de Estudios e Investigación universitarios. Estos centros forman una estructura científica en casi todas las universidades y se caracterizan por su alta pertinencia, prioridad, consecuencia, rapidez, relevancia, impacto, liderazgo, interdisciplinaridad y reconocimiento.

Las investigaciones se realizan organizadas por proyectos y programas vinculados al “cliente”, desarrollando los recursos humanos, en cooperación, integración y redes, informatizando transformadoramente los procesos, perfeccionando las interfases para trabajar a ciclo completo, con visibilidad e impacto, integrando los programas doctorales con los programas científico-técnicos, impulsando la investigación estratégica y logrando un balance entre ciencia, tecnología e innovación.

Las investigaciones en las universidades cubanas están dirigidas a mejorar la calidad de la formación de profesionales, desarrollar el proceso de universalización sobre bases científicas, dar respaldo investigativo a Maestrías y Doctorados, perfeccionar la formación y superación de cuadros y desarrollar las técnicas de dirección, desarrollar y promover la cultura, obtener nuevos conocimientos científicos, lograr impacto económico, social, ambiental y científico, perfeccionar la gestión universitaria y obtener recursos para el desarrollo de la universidad.

Los autores de los trabajos recogidos en este volumen sobre Gestión de Ciencia e Innovación Tecnológica Universitaria son estudiosos y a la vez protagonistas de estos procesos en nuestras universidades y centros de investigación.

Gran parte de los trabajos presenta fundamentos teóricos, experiencias y estudios de casos sobre las relaciones universidad-empresa. Otros abordan los modelos internos de investigación-desarrollo-innovación (IDI), los procesos de planeación estratégica y prospectiva, el sistema de indicadores para la gestión IDI universitaria y aspectos más específicos como la gestión de proyectos, los estudios bibliométricos, la gestión de patentes, los estudios económicos y de marketing, así como experiencias ramales, universitarias y de centros de investigación exitosos.

La vida demuestra que no es suficiente la existencia del “gen de la colaboración” en el organismo vivo de nuestra sociedad socialista. Es necesario que ese gen “se

exprese" y ello se define, precisamente, en el proceso de gestión de la ciencia y la tecnología en las universidades y centros de investigación. De ahí la importancia de los trabajos recopilados en este volumen.

La colaboración, y más aún la integración, debe alcanzarse: entre las personas y dependencias internamente en la universidad; entre los procesos docente e investigativo, relanzando el ideal de Humboldt en pleno siglo XXI; entre las universidades y sus "socios" empresariales; entre las diferentes universidades y centros de investigación y entre éstos y los representantes de toda la sociedad, además de la colaboración internacional. En esto, una buena gestión de ciencia y tecnología universitaria decide totalmente sobre los resultados a alcanzar y sobre esto tratan algunos de los trabajos recopilados.

De esa forma avanzamos en el perfeccionamiento del modelo de la universidad cubana en la etapa actual de desarrollo. Una universidad:

**Moderna, humanista y universal; científica, tecnológica y productiva.**

**Altamente pertinente e integrada a la sociedad y su sector productivo y profundamente comprometida con el proyecto social de la Revolución Cubana y la actual Batalla de Ideas.**

La nueva universidad se plantea nuevos retos para realizar una efectiva gestión universitaria del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación, dirigidos al desarrollo socioeconómico sustentable a nivel nacional, teritorial y también local, en condiciones de la universalización.

Sobre esto se trabaja, con una máxima prioridad, en base a un nuevo Programa Ramal de Ciencia e Innovación Tecnológica del Ministerio de Educación Superior, pero los resultados son, aun, incipientes y serán expuestos, en un futuro no lejano, como aspecto central de un nuevo volumen sobre "Gestión de Ciencia e Innovación Tecnológica en las Universidades. Las nuevas experiencias cubanas".

*José Luis García Cueva*

Director de Ciencia y Técnica
Ministerio de Educación Superior

Diciembre de 2005

# INTRODUCCIÓN

La ciencia, hoy día, se orienta cada vez más hacia objetivos prácticos, fomentando el desarrollo tecnológico y con este la innovación, siendo escasa hoy día la práctica científica alejada de intereses de aplicación con fines económicos o sociales. Así, según Núñez[1], la sociedad tecnológica contemporánea ha colocado a una buena parte de la ciencia en función de prioridades tecnológicas y, a su vez, la tecnología es cada vez más dependiente de la actividad y el conocimiento científico, lo que sugiere que los clásicos límites atribuidos a ciencia y tecnología se están volviendo borrosos y, aun más, disolviéndose.

Este mismo autor señala que, desde el punto de vista histórico, la revolución científica del siglo XVII y la revolución industrial iniciada en el siglo XVIII fueron procesos relativamente independientes, mientras que la fecundación recíproca y sistemática entre ciencia y tecnología es, sobre todo, un fenómeno que se materializa a partir de la segunda mitad del siglo XIX y se acentúa de manera notable en el siglo XX. De esta forma, el tránsito que vivimos del siglo XX al siglo XXI es un periodo profúndamente marcado por el desarrollo científico y tecnológico, lo que le permite decir a Hottois que la nueva ciencia es, por su esencia, tecnológica.

En este entorno resulta necesario desarrollar, a niveles nacionales, territoriales o institucionales, Sistemas de Ciencia e Innovación Tecnológica, como formas organizativas a través de las cuales se materializan las políticas científicas y tecnológicas concebidas y aprobadas por un país, una región o una institución, para un periodo determinado, y que responden a las estrategias de desarrollo de la instancia dada.

De acuerdo con Castro Díaz-Balart[2], un Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica cubre un amplio espacio que va desde la generación y acumulación de conocimientos hasta la producción de bienes y servicios y su comercialización, abarcando las investigaciones básicas, las investigaciones aplicadas, los trabajos de desarrollo tecnológico, la protección legal de los resultados, las acciones de desarrollo asociadas a los estudios de carácter social, las diversas actividades de interfase, los servicios científico-técnicos conexos, la transferencia vertical y/o horizontal de conocimientos y tecnologías, la actividad de mercadotecnia y el empleo de modernas técnicas gerenciales, y la concreción de todo este esfuerzo en nuevos productos, en producciones elaboradas bajo nuevas concepciones, en nuevos o mejorados procesos tecnológico-productivos o en nuevos o mejorados tipos de servicios, así como en nuevos conceptos y elaboraciones teóricas relacionadas con la esfera social, o nuevos procedimientos y métodos de dirección y organización en diferentes ámbitos de la sociedad.

Para ello resulta imprescindible el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la transferencia de conocimientos y tecnologías, la transformación de los avances científicos y los logros tecnológicos en “productos” y tecnologías

[1] Núñez, J. **La ciencia y la tecnología como procesos sociales.** Ed. Félix Varela, La Habana, 1999.
[2] Castro Díaz-Balart, F. **Ciencia, innovación y futuro.** Ed. Especiales. Inst. Cubano del Libro, La Habana, 2001.

competitivos y en soluciones a los diversos problemas de la sociedad, mediante acciones que acerquen los resultados de la actividad de investigación-desarrollo al sector productivo y a la sociedad en general.

En todos los países, las universidades constituyen un elemento clave para el desarrollo científico-técnico nacional. El modelo de universidad proclamado por la UNESCO: humanista, científica y tecnológica, pertinente o proactiva, complementa fortalezas que le son únicas, tal como una elevada concentración de científicos e intelectuales, personas todas con una alta capacidad de generar y transmitir nuevos conocimientos, y de otros especialistas con habilidades superiores para el desarrollo tecnológico, lo que unido a su otra razón de ser principal, la difusión y socialización de los conocimientos, les permite generar una integración sinérgica de recursos humanos especializados en actividades científico-técnicas que no se logra alcanzar en ninguna otra organización. Y cuando esa fortaleza está al servicio del país, para contribuir a su desarrollo, participando activamente en la solución de los problemas más acuciantes, entonces esa contribución es decisiva.

Ese es el caso de Cuba, donde, como ha destacado el Ministro de Educación Superior[3], "en la esfera de la investigación, desarrollo e innovación, las universidades pueden ser una fuerza decisiva si trabajan en la dirección de garantizar la creación y la transferencia de conocimientos, la solución a problemas concretos de la producción y los servicios y de protección del medio ambiente, de búsqueda de nuevas vías y formas para aumentar la dirección participativa de los ciudadanos, y de desarrollo de una ética científica en los jóvenes investigadores que se forman en sus predios. Pese a nuestras limitaciones materiales, la universidad cubana trabaja para que el resultado de sus investigaciones tenga un impacto social concreto. Los profesores investigan junto con sus estudiantes con el compromiso de que la inteligencia colectiva contribuya, entre otros resultados esperados, a poner la tecnología en función de humanizar el trabajo, incrementar la producción de alimentos, de medicamentos y vacunas, la elaboración de softwares educativos, o la preservación de la biodiversidad, por solo mencionar algunos ejemplos. Priorizamos, asimismo, las líneas de investigación orientadas a salvaguardar la identidad nacional y a fortalecer la unidad en la diversidad".

Ahora bien, resulta evidente que todo Sistema o Sub-sistema (en función de su alcance) de Ciencia e Innovación Tecnológica necesita ser organizado y dirigido, conceptos que contemporáneamente se engloban en los términos de "gerencia" o "gestión" según se prefiera traducir el término homólogo de *management* en lengua inglesa, de donde procede. En tal sentido, existe abundante experiencia e información publicada a nivel internacional sobre la Gestión de la Ciencia, de la Innovación Tecnológica o de ambas a escalas nacionales y de organizaciones científicas y empresariales, pero no ocurre así con respecto a las universidades y centros de educación superior, a pesar de que, como se señaló anteriormente, en la actualidad estos centros constituyen elementos clave en el desarrollo científico-técnico de la mayoría de los países.

Partiendo de la necesidad de llenar ese "vacio", la Dirección de Ciencia y Técnica (DCT) del Ministerio de Educación Superior (MES) de Cuba elaboró y

[3] Vecino, F. **La universidad en la construcción de un mundo mejor.** Conferencia Magistral en el IV Congreso Internacional de Educación Superior "Universidad 2004", La Habana, 2004.

desarrolló, entre junio del 2000 y noviembre del 2003, un Proyecto UNESCO denominado ”Centro de Superación en Gerencia de Ciencia y Tecnología Universitaria”, dirigido en lo fundamental a fortalecer la capacidad institucional del Sistema MES (Organismo Central, universidades e instituciones científicas asociadas) mediante el perfeccionamiento de la gerencia de las actividades del área de Ciencia y Técnica. Entre las acciones contempladas a ejecutar en dicho proyecto se encontraba la elaboración de una publicación que recogiera las principales experiencias sobre la gestión de la ciencia y la tecnología en las universidades cubanas, empeño al que se le da cumplimiento mediante el presente volumen que se somete a la consideración de los lectores.

En este libro, por tanto, se recopilan un grupo de artículos elaborados por especialistas con experiencia en (y vinculados más o menos diréctamente) con la dirección de las actividades de Ciencia e Innovación Tecnológica en las universidades, con el objetivo de mostrar una visión lo más abarcadora posible de los diferentes aspectos relacionados con la gestión de dichas actividades. De los múltiples criterios de selección que se podrían haber seguido para incluir uno u otro trabajo en el libro, se decidió seguir aquel que permitiera ofrecer a los interesados en el tema, con la mayor actualidad posible, un amplio espectro de consideraciones conceptuales, metodologías y elementos prácticos de uso común en la esfera de la Gestión de la Ciencia e Innovación Tecnológica.

Así, junto a temas generales relacionados con la dirección, manejo y evaluación del desempeño de la actividad en las universidades y centros de investigación asociados, se incluyen otros más esfecíficos como el manejo de los proyectos, la investigación a ciclo completo, la visibilidad de la producción científica, la protección de la propiedad intelectual y los nuevos enfoques sobre la relación entre investigación y formación de doctores.

Finálmente, sólo queda desear que este libro sirva de material de apoyo al propósito de perfeccionar sistemáticamente el desempeño de todos los que estamos vinculados a la Ciencia e Innovación Tecnológica en el Sistema de Educación Superior cubano.

El Editor

# FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS PARA LA DIRECCIÓN DEL PROCESO INVESTIGATIVO EN LA UNIVERSIDAD

*Maricela González Pérez*
*Universidad de Pinar del Río*

## Introducción

La actividad científico-técnica se define por Martínez (1994) como el conjunto de acciones sistemáticas relacionadas directa y específicamente con el desarrollo científico y tecnológico, con la generación, difusión, transmisión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos. Incluye: investigación científica, investigación tecnológica, transferencia de tecnología, servicios de información, servicios de consultoría, ingeniería y asistencia técnica, planificación y gestión de la ciencia y la tecnología y formación de personal científico-técnico necesario para estas actividades.

Si tomamos en consideración los elementos de la planificación estratégica universitaria, la actividad científico-técnica se define como un proceso continuo, flexible e integral, que genera una capacidad de dirección, posibilitando definir la evolución que debe seguir la institución para aprovechar en función de su situación interna, las oportunidades actuales y futuras que ofrece el entorno (Arguin, 1998).

Para lograr lo anterior se requiere disponer de un cuerpo teórico-conceptual metodológico que permita gerenciar estratégicamente este proceso en función de sus particularidades, lo que constituye el objetivo principal de este trabajo.

## Desarrollo

La aplicación de la dirección estratégica a la actividad científico-técnica se justifica por el hecho que ésta constituye una unidad o dirección estratégica bien diferenciada dentro del trabajo de una universidad.

Se puede definir como una unidad estratégica de actividad por los siguientes criterios:

- Requiere de la definición de un objetivo estratégico general o “misión científica”, el cual tributa a la misión universitaria.
- Se va a desarrollar un conjunto de actividades similares o estrechamente relacionadas, homogéneas desde el punto de vista estratégico, lo que permite formular una estrategia común y a la vez diferente de las estrategias restantes en el ámbito universitario.
- Requiere que cada actividad se desarrolle en un entorno específico y sobre la base de un conjunto de capacidades distintivas (recursos físicos, técnicos, financieros, humanos) y habilidades tecnológicas, organizativas, directivas, etc.

- Se definen un conjunto de objetivos estratégicos propios de la unidad y que van a estar relacionados entre sí.
- Existe similitud entre una actividad y otra, lo que posibilita reagrupar las actividades a fin de aprovechar las posibles sinergias y reducir el trabajo de los directivos.

Otras particularidades que justifican, además, la necesidad de dirigir con enfoque estratégico el proceso investigativo en la educación superior son:

- Actividad de vital importancia para definir la dirección de las investigaciones universitarias.
- La conducción del proceso es responsabilidad de la dirección institucional, la que debe tener una participación activa hasta el nivel que se considere necesario.
- Actividad con un carácter altamente participativo de todos los actores.
- Actividad que requiere de tiempo y de información de diferente tipo, con la cual posiblemente no se cuente al iniciar el proceso por primera vez, por lo que será necesario montar un sistema de monitoreo e inteligencia para coleccionar y evaluar la información estratégica del entorno, vital para la toma de decisiones.
- Actividad que requiere de la generación de un pensamiento estratégico por parte de los participantes.
- Es de mayor importancia relativa el entorno en el cual se desenvuelve la institución que su propia historia. Si bien es importante entender las estrategias que se han seguido en el pasado para evaluar la capacidad de desarrollo, es aún más importante entender lo que está sucediendo en el entorno de la institución, dado que es de allí donde proceden los cambios.
- El propósito del sistema es generar mayor pertinencia y calidad.
- A la formulación del plan estratégico debe seguir su adecuada implementación y control.

**Condiciones que garantizan el desarrollo de la actividad científico–técnica en el ámbito universitario.**

Además de las características antes expuestas se necesita disponer de un conjunto de condiciones mínimas que contribuyan al desarrollo y desenvolvimiento eficiente de la actividad científico–técnica, que son:

1) estabilidad del personal científico,
2) libertad de elección,
3) adecuación de la estructura administrativa de apoyo a las necesidades de la investigación,
4) comprensión de los riesgos asociados a la actividad científico-investigativa,
5) existencia de una comunidad científica,
6) entender la ciencia nacional como parte del sistema científico internacional,
7) pertinencia, calidad e internacionalización.

**Dirección estratégica de las investigaciones**

En el proceso de dirección estratégica, se pueden identificar cuatro momentos principales, en correspondencia con los problemas socioeconómicos del entorno,

gracias a la definición de estrategias competitivas y a rediseños organizativos en el marco explicativo de la cultura y el poder de la institución (Ansoff, 1980).

A continuación, se abordarán los fundamentos teórico-metodológicos de la dirección estratégica de la actividad científico-técnica en los diferentes niveles de dirección, a través de la explicación de sus cuatro etapas principales:

- Análisis estratégico.
- Planificación estratégica.
- Implementación.
- Control.

Para garantizar un elevado nivel de eficiencia y eficacia de la actividad científica universitaria, no basta con disponer de un potencial científico y encontrar nuevas soluciones organizativas, se necesita además proyectar estratégicamente esta actividad en el mediano y largo plazo, dentro del contexto de los objetivos de desarrollo económico y social del país.

**Definición de la política científica universitaria**

Como se puede observar, el punto de partida del proceso estratégico lo constituye la definición de la política científica universitaria.

Entiéndese por política científica universitaria el conjunto de principios, lineamientos, decisiones, instrumentos y mecanismos que una institución debe definir desde el punto de vista científico y tecnológico en el corto, mediano y largo plazo, dentro del contexto del desarrollo económico-social del país.

La necesidad de la política científica está dada, además, por la existencia de recursos limitados y la elevación cada vez más acentuada de los costos de los resultados científicos que se obtienen. Esta política permitirá definir cuáles son las líneas de investigación priorizadas a ejecutar, en función de los objetivos socioeconómicos trazados, y en las que se concentrarán los principales recursos de la institución.

Pueden considerarse como bases fundamentales para trazar la política científica de una institución educativa, las siguientes:

1. las necesidades del desarrollo del conocimiento,
2. las necesidades del desarrollo económico y social del país,
3. la tradición y experiencia en las investigaciones de determinadas áreas de conocimientos,
4. los recursos disponibles,
5. las regulaciones, disposiciones y procedimientos de trabajo que deben formar parte del saber hacer de la institución en este proceso.

Independientemente de lo conocida que puede ser la política científica de una institución de educación superior implícitamente, siempre es importante explicitarla en un documento público tanto para el personal interno como para grupos de interés externos.

**Análisis interno y externo**

El análisis interno tiene por objeto identificar los puntos fuertes y débiles de la institución, es decir, valorar el potencial científico-técnico de que se dispone para realizar la actividad científica. La realización de este análisis presupone el diagnóstico de los siguientes elementos.

| | |
|---|---|
| ➢ **RECURSOS HUMANOS**<br>• Calidad científica y pedagógica.<br>• Experiencia investigativa<br>• Disponibilidad<br>• Movilidad del personal dedicado a la investigación.<br>• Existencia de programas para la formación de investigadores.<br>• Categorización.<br>• Motivación de los investigadores.<br>➢ **RECURSOS MATERIALES**<br>• Disponibilidad de recursos.<br>• Estado de los equipos y laboratorio.<br>• Estado del resto de la infraestructura investigativa.<br>➢ **RECURSOS FINANCIEROS**<br>• Disponibilidad de recursos para la investigación.<br>• Presupuesto para la investigación.<br>• Relación precio-costo.<br>• Fuentes de financiamiento disponible. Posibilidad de acceso. | ➢ **SERVICIOS DE APOYO**<br>• Disponibilidad.<br>• Calidad del servicio.<br>• Infraestructura.<br>• Nivel de respuesta.<br>➢ **ORGANIZACIÓN CIENTÍFICA**<br>• Estructuras de investigación.<br>• Motivación y liderazgo.<br>• Cultura de innovación.<br>• Clima laboral.<br>• Imagen institucional.<br>➢ **IDENTIDAD INSTITUCIONAL**<br>• Percepción de la dirección acerca de la investigación.<br>• Percepción del medio externo con relación a la investigación.<br>• Calidad y efectividad.<br>➢ **GESTION**<br>• Existencia de unidades interfases.<br>• Capacidad.<br>• Preparación.<br>• Infraestructura. |

El análisis externo, por su parte, deberá estar dirigido al fortalecimiento de la función social de las universidades en el entorno que las rodea. Este análisis supone, según Mazón (1994), tener en consideración las diferentes tendencias, más comunes, en el entorno científico y tecnológico en que se desarrollan las mismas, tales como:

- Aceleración del cambio tecnológico basado en descubrimientos científicos y acompañada de una integración mundial de la producción y de los mercados;
- Presencia creciente del elemento tecnológico en las relaciones económicas y políticas internacionales;
- Relativo desconocimiento de los procesos de innovación y cambio tecnológico, tanto en los países industrializados como en los países en vías de desarrollo;

- Creciente apertura de las economías de los países, acompañada de un aumento de las exigencias de competitividad en las empresas y universidades y de condiciones favorables a una dinámica empresarial de base técnica;
- Desarrollo científico y tecnológico regional muy heterogéneo según país e institución, pero en general incipiente y caracterizado por una escasa vinculación con el desarrollo económico y social.
- Nuevas formas y mecanismos para el financiamiento de la actividad científico-técnica, etc.

En el proceso de análisis externo se necesita distinguir dos niveles de análisis:

- del entorno general, también llamado entorno genérico o macroentorno.
- del entorno específico, particular o microentorno.

Análisis del macroentorno

El macroentorno en la actividad científico-técnica está formado por un conjunto de factores, valores y regulaciones que afectan por igual a todos los Centros de Educación Superior (CES) y constituyen el marco en el cual van a desarrollar sus actividades y, como tal, representan tendencias que pueden reflejar tanto oportunidades como amenazas, por lo que es necesario conocer su comportamiento.

El alcance del análisis del macroentorno varía en dependencia del nivel de análisis que se desee resaltar, en función del alcance de las investigaciones que en la misma se realizan, pudiendo abarcar desde el territorio, el país hasta el nivel de área económica o el mundo.

Los factores presentes en el macroentorno no actúan de manera aislada sobre el microentorno, sino de forma combinada, ya que son factores que tienen un carácter interdependiente, reforzando o debilitando las tendencias que de su acción se derivan; por ejemplo, factores relacionados con el desarrollo económico pueden inducir al establecimiento de regulaciones y estipulaciones para evaluar el impacto ambiental en relación con la transferencia de tecnologías y desarrollo de nuevas, estimulando la actividad científica en las universidades a tono con los avances del desarrollo tecnológico y las legislaciones medio-ambientales.

Análisis del microentorno

Aunque el entorno relevante es muy amplio y abarca un conjunto de factores, el aspecto clave del entorno de una institución educativa es el nivel educacional en que la misma actúa y los centros de investigación relacionados con sus fortalezas investigativas.

Las universidades, al igual que el resto de las instituciones de la educación superior, operan en un microentorno muy específico, el de los CES; lo mismo sucede con un centro de enseñanza primaria, técnico profesional etc.

Este análisis debe estar orientado a establecer aquellas áreas de investigación en torno de las cuales existen oportunidades para construir una ventaja competitiva sostenible.

**Definición de objetivos estratégicos**

Con el objetivo de formar profesionales integrales, la misión universitaria debe asumir orientaciones de tipo científico e investigativo, que reflejen claramente la dirección de la institución en la actividad científico-técnica.

Independientemente de la organización de la actividad científico-técnica y del carácter general de los objetivos que se establecen en ella, no sólo es necesario definir objetivos relacionados con el ámbito de la actividad, sino, además, es preciso definir otros objetivos estratégicos, teniendo en consideración el alcance y naturaleza de la actividad científico-técnica, los cuales deben ser formulados tanto en términos de trayectoria como de objetivos tareas; estos últimos deben reflejar cinco dimensiones básicas: relevancia, ciencia, tecnología, pertinencia e impacto.

RELEVANCIA: Miden reconocimiento de la actividad científica, tanto a nivel nacional como internacional. Ejemplo: premios obtenidos nacional e internacionalmente.

CIENCIA: Expresan el rigor y calidad de los resultados científicos. Ejemplos: publicaciones nacionales e internacionales, tesis de doctorado defendidas exitosamente, proyectos de investigación en ejecución normal.

TECNOLOGÍA: Miden el reconocimiento a los nuevos productos o procesos generados por la investigación.

PERTINENCIA: Evalúan el aporte de las investigaciones a la actividad universitaria. Ejemplos: ingresos por la realización de servicios científico-técnicos, financiamiento recibido por proyectos.

IMPACTO. Evalúan los aportes de la universidad al desarrollo socio-económico de entorno. Ejemplos: impactos sociales y ambientales, ahorro, etc.

La definición de los objetivos estratégicos y los resultados del análisis estratégico, después de ser procesados en una matriz DAFO, constituyen los antecedentes para definir el tipo de estrategia a seguir.

Estas estrategias pueden ser variadas por la naturaleza propia de la actividad científico-técnica; sin embargo, se considera que la estrategia más conveniente a desarrollar es la de especialización, lo que no contradice el enfoque multidisciplinario que debe caracterizar la realización de las investigaciones hoy en día, propiciando la obtención de resultados integrales y de gran impacto científico, económico y social.

En este sentido, cabe destacar la importancia de la definición de las estrategias maestras que expresen la solución a los problemas estratégicos más relevantes permitiendo con ello vencer el *gap* estratégico existente entre la situación actual y la deseada, expresada en la misión y los objetivos estratégicos. Algunos ejemplos de este tipo de estrategias son:

- perfeccionamiento de la dirección de programas y proyectos de investigación,
- desarrollo y fortalecimiento de unidades interfase,
- desarrollo de líderes científicos,
- perfeccionamiento del vínculo estudiantil con el trabajo científico,

- desarrollo de gestión en la dirección.

**Planificación Estratégica**

La planificación de la actividad investigativa se debe desarrollar a tono con los diferentes niveles de dirección de la institución, adquiriendo en cada uno formas diferentes de manifestarse (Villoslava, 1998).

La planificación a nivel institucional debe apoyarse en los resultados del diagnóstico realizado en relación a las necesidades científicas y tecnológicas que existan, por una parte, y por otra, la determinación de las capacidades para responder a dichas necesidades, partiendo de su potencial científico (según las carreras profesionales y su correspondencia con ramas o sectores de la economía, personal científico -profesores, estudiantes, técnicos-, equipamiento disponible, etc.).

Crespo y Mirabal (1994) plantean que la planificación de la actividad científico-técnica a nivel institucional, debe lograr la optimización del trabajo científico, para lo cual se deben realizar acciones dirigidas a:

1) lograr el máximo de concentración del potencial científico en la solución de los problemas priorizados nacional y territorialmente. Sería conveniente elegir áreas de concentración y de excelencia, cuyo efecto multiplicador para otras áreas universitarias se producirá al seguir el ejemplo positivo que de ellas emanen;
2) elevar la coordinación y cooperación entre instituciones nacionales e internacionales que desarrollen investigaciones en temáticas afines;
3) propiciar investigaciones con carácter multidisciplinario;
4) maximizar la incorporación de estudiantes en los proyectos de investigación según los grados de complejidad demandados por el trabajo científico;
5) reforzar los servicios de información científica y técnica;
6) alcanzar los resultados científicos y tecnológicos con un grado de acabado tal que facilite y acorte el tiempo para su aplicación y asimilación por la práctica social;
7) difundir por todas las vías y formas posibles los resultados de la actividad científico-técnica;.
8) lograr que la actividad científico-técnica armonice con las demás funciones sustantivas y se establezcan las relaciones recíprocas entre ellas, de modo que las ventajas organizacionales se aprovechen de forma óptima.

La proyección de la actividad científica sobre las bases anteriores debe contribuir a elevar la eficiencia en la utilización de su potencial científico y a acrecentar su impacto en el entorno socioeconómico en que se desarrolla.

Esta planificación a nivel institucional tiene su máxima expresión y materialización en los restantes niveles de dirección a partir, en primer termino, de la definición de las líneas de investigación priorizadas; en segundo lugar, de la conformación de programas; y por último, de la preparación de los proyectos y acciones estratégicas.

**Implantación**

Partiendo de los objetivos definidos y del plan de la actividad científico-técnica, se procederá a su ejecución y control. Además, se deberán adoptar decisiones finales con relación a qué programa o proyecto dedicar los recursos disponibles cada año, así como en cuanto a inicio, continuación y conclusión de los mismos, lo cual deberá ser analizado a partir de indicadores tales como: calidad, pertinencia, necesidad, costos, eficiencia, etc.

En la fase de implantación se necesita de la existencia de ciertas condiciones como son: motivación, concertación, estructura organizativa y el liderazgo.

Estructura administrativa

La actividad científico-técnica está directamente vinculada con tecnologías no rutinarias, las que requieren de estructuras flexibles que se adapten a las circunstancias específicas y donde se requiere un alto grado de comunicación para lograr los ajustes constantes que exige el proceso.

Al diseñar una estructura organizativa hay que tener en cuenta la necesidad de crear un medio ambiente que favorezca el desempeño humano, por lo que es necesario definir las tareas, así como seleccionar las personas, teniendo en cuenta las posibilidades y motivaciones del potencial científico.

La existencia de líneas de investigación priorizadas constituye el punto de partida para definir qué organización del trabajo científico es más factible desarrollar.

Se considera más conveniente una vez definidas las líneas priorizadas de investigación, estructurar Grupos de Trabajo Científico y/o Centros de Estudios con una amplia flexibilidad en su organización y con una estabilidad y permanencia en el tiempo, ya que en estas estructuras:

- se logra una mayor concentración y utilización del potencial científico-técnico con experiencia en las áreas de investigación seleccionadas,
- se logra una mayor pertinencia y calidad del trabajo científico en función del desarrollo socioeconómico,
- se logra una mayor utilización de los recursos disponibles dentro de cada estructura.
- se definen sus objetivos, estrategias y proyectos en correspondencia con las líneas de investigación priorizadas a nivel institucional.
- permiten la especialización de su personal, lo que posibilita un mayor rigor científico y profundidad, además de propiciar el intercambio y ambiente científico.

En este sentido, González (1996) destaca que, en ambos casos, la proyección de trabajo se sustentará en los principios fundamentales en que se ha venido desarrollando la política organizativa de la actividad de investigación científica, como son:

- desarrollo de la multidisciplinariedad;
- amplia flexibilidad organizativa;
- intensificación de la cooperación e integración;
- ampliación de la confrontación científica;
- participación masiva y selectiva de los estudiantes universitarios en la investigación;
- estimulación de los resultados del trabajo científico–técnico.

En el nivel departamental, la actividad científico-técnica se desarrollará básicamente por proyectos, para lo cual es necesario la formación de equipos de trabajo temporales que, una vez acometidas las tareas, se disuelven. Este tipo de estructura debe caracterizarse por poca complejidad y formalización, poseer una amplia gama de información a través de la comunicación lateral, ascendente y descendente y una amplia participación de sus miembros en las decisiones y tareas a desarrollar.

En general, la actividad científica se desarrollará sobre la base de estructuras combinadas, que permitan una elevada flexibilidad y efectividad de la misma.

Liderazgo

La dirección de la actividad científico-técnica exige de la necesidad de influir sobre los sujetos que participan en el proceso, de forma tal que se sientan comprometidos de un modo voluntario y entusiasta al logro de los objetivos propuestos. El propio proceso exige que los jefes de los Centros de Estudios, Grupos de Trabajos Científicos y Equipos de Trabajos sean los verdaderos líderes científicos, capaces de lograr la motivación y el compromiso de los investigadores y profesores mediante la comunicación, los estilos y enfoques de liderazgo, partiendo de los valores, intereses y gustos de los miembros.

Si se tiene en cuenta que la dirección del trabajo científico debe ser cada vez más técnica, más científica, el estudio de las características de sus líderes es de una importancia vital.

Control

El control de la actividad científico-técnica debe ser un control centrado en los resultados científicos a alcanzar, a partir de lo planificado en el plan de ciencia y técnica a nivel institucional. La alta dirección, mediante esta función, debe garantizar que el proceso de obtención de resultados se ejecute en la forma prevista, sin que se desvíen los resultados propuestos.

En todas las instituciones en las que se desarrollan diversos procesos, éstos deben ser controlados mediante la utilización de diferentes variables e indicadores.

En particular se deben utilizar dos tipos de control fundamentales: control centrado en los resultados y control por proceso (en base a las tareas), en dependencia del nivel jerárquico que se trate.

## Conclusiones

Para lograr el propósito de que las universidades se conviertan en verdaderos centros de investigación es indispensable contar con una gestión profesional, comprometida y orientada estratégicamente, sobre la base de un conocimiento profundo de sus verdaderas posibilidades y las condiciones del entorno donde se desempeña, para lo cual el modelo propuesto en este trabajo puede ser de utilidad, siempre que se le adecue a las condiciones concretas del nivel de dirección de que se trate.

## Referencias


Ansoff, H.I. **Strategic issue management.** Strategic Management Journal # 1, 1980.

Arguin, G. **La planeación estratégica en la universidad**. 2da. Ed. Presses de l´Universite du Québec, Montreal, 1998.

Crespo, G. y Mirabal, O. **Planificación de la investigación científico técnica.** Curso Internacional de IES. CEPES, La Habana, 1994.

González, W. **Algunas características de la organización del trabajo científico en las universidades cubanas.** Rev. de Educación Superior. No.2-3. MES-CEPES, 1996.

Martínez, E. **Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas.** Nueva Sociedad. Caracas, 1994.

Mazón, O. **Instrumentos de política científica y tecnológica.** CINDA. Santiago de Chile, 1994.

Villoslava, J. **Hacia una nueva planificación estratégica del sistema público de innovación: Sus implicaciones en la cooperación universidad-empresa y el empleo.** GECYT, La Habana, 1998.

# RELACIONES DE LAS UNIVERSIDADES CON ENTIDADES PRODUCTIVAS Y DE SERVICIOS, MEDIANTE ALIANZAS ESTRATÉGICAS PARA LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS, TECNOLÓGICAS Y DE POSGRADO

***Erwin O. Aguirre de Lázaro***
***Instituto Superior del Ministerio del Interior "Eliseo Reyes Rodríguez, Capitán San Luis"***

## Introducción

El objetivo del presente trabajo es exponer concepciones y experiencias acerca de cómo los centros de la enseñanza superior (CES), pueden tener un impacto significativo en las entidades productivas y de servicios en su entorno, mediante su "alianza estratégica" para las actividades científicas y tecnológicas y de postgrado, en las actuales condiciones de Cuba.

Se define como alianza estratégica, la cooperación a corto y, al menos en intención, mediano y largo plazos, que planifican, organizan, gestionan y controlan, dos o más sistemas organizacionales, en correspondencia con sus respectivas estrategias de desarrollo.

Por actividades científicas y tecnológicas (ACT) se definen las acciones sistemáticas, relacionadas directa y específicamente con el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación.

Así definidas, las ACT comprenden en Cuba las investigaciones científicas y tecnológicas, conduzcan o no a Grado Científico o al título de Master o Especialista, y organizadas en proyectos de creación científica, desarrollo tecnológico, innovación o formación de recursos humanos, según el caso; actividades científico-informativas y otros servicios científico-técnicos; eventos científicos y del Movimiento del Forum de Ciencia y Técnica; funcionamiento de asociaciones (ANIR, BTJ, sociedades científico-estudiantiles, profesionales u otras análogas), Consejos Científicos o equivalentes y Grupos de Expertos; transferencia y difusión tecnológicas; otras acciones afines de las que resulten innovaciones tecnológicas u organizativas; fortalecimiento del potencial científico y tecnológico (PCT) humano, material, informativo y financiero que asegura las acciones previas; así como funciones de dirección e interfase con vistas a lo anterior.

Por postgrado se define la "parte de la educación avanzada, referente a un proceso formalizado que se dirige a transformar la realidad y las potencialidades de sus participantes, mediante acciones integradas de carácter docente, científico y laboral, en el más alto nivel de la enseñanza" (Aguirre, 1994a).

Para el desarrollo del trabajo, se parte de las relaciones entre la eficiencia, innovación y capacidad tecnológica de los sistemas organizacionales; se sigue con la organización de la cooperación en función de lo anterior, de los CES y sistemas organizacionales en su entorno, ilustrada en experiencias nacionales, sobre cuya base se plantean conclusiones y propuestas.

**Relaciones entre la eficiencia, innovación y capacidad tecnológica**

En el mundo contemporáneo, la eficiencia de las entidades es función, cada vez más, de su capacidad de aplicar los resultados de la ciencia y la tecnología -en particular, de tecnologías basadas en el conocimiento científico-, mediante innovaciones. Luego, para que los sistemas organizacionales resulten eficientes, han de ser innovadores (Col. autores, 1998).

Más concretamente, cada sistema organizacional necesita (Parisca, 1996):

- Innovaciones tecnológicas en la ejecución y aseguramiento de su trabajo, para mejorar sus resultados esperados (bienes o servicios), procesos (de producción de bienes u operación de servicios) e insumos (adquisición externa, y aprovechamiento y desarrollo interno, de sus recursos humanos, materiales, espaciales, informativos y financieros).
- Innovaciones organizativas en la dirección de su trabajo (sus bases, principios, métodos, funciones y elementos), para mejorar la organización de la cooperación con su entorno e integración interna, gerencia de procesos y administración de recursos.
- (Re)calificación de sus dirigentes, técnicos y demás trabajadores; entendida no sólo como instrucción, sino -también- (re)educación, para desarrollar, entre otras, la capacidad de aprendizaje tecnológico, sustentada en actitudes, habilidades y valores necesarios en aras de generar internamente, o asimilar del entorno, tales innovaciones tecnológicas u organizativas.

Según Marques (1997), los sistemas organizacionales serán innovadores, a su vez, en función de su capacidad tecnológica, entendida como universal, que integra las capacidades particulares para la:

- Concepción y propuesta de proyectos, que se mide, entre otros indicadores, por las capacidades singulares para:

  - Alerta/monitoreo/vigilancia e inteligencia tecnológica, que le permita saber el estado actual y tendencias de desarrollo en su campo de actuación, incluyendo los cambios en los sistemas organizacionales con los cuales compite, y otros actores y factores en su entorno; y sobre dicha base, actuar proactivamente o, al menos, adaptarse con oportunidad (Rodríguez, 1990; Rodríguez y Escorsa, 1997; Stollenwerk *et al*., 1997; Escorsa, 1998; Stollenwerk *et al*., 1998).

  - Identificación de fuentes de adquisición de tecnologías, y canales y métodos para su aprovechamiento.

  - Realización de los estudios de factibilidad.

- Elaboración de propuestas de proyectos.

- Ejecución/término de proyectos, que se mide, entre otros indicadores, por las capacidades singulares para:

- Captación, (re)calificación y (re)ubicación de sus dirigentes, técnicos y demás trabajadores.

- Construcción de instalaciones.

- Adquisición e instalación de los equipos e instrumentos.

- (Re)diseño de resultados, procesos e insumos.

- Aplicación de los resultados de proyectos, que se mide, entre otros indicadores, por las capacidades singulares para:

- Copia/adaptación/desarrollo así como control y mejoramiento de la calidad de resultados, procesos e insumos.

- Mantenimiento y reparación de instalaciones, equipos e instrumentos.

- Organización de la cooperación, en función de lo anterior, con:

- Usuarios de los resultados, y fuentes de los insumos, del sistema organizacional.

- Centros de investigación, desarrollo, producción y servicios científico-técnicos (I+D+P/S), CES y otras entidades que aporten sus logros y PCT humano, material, informativo y financiero o contribuyan a la consecución de los resultados del sistema organizacional y al desarrollo de su PCT.

Esta capacidad particular debe y puede materializarse mediante alianzas estratégicas (Fernández, 1998; García, 1998; Vasconcellos y Vasconcellos, 1998), incluyendo la creación y funcionamiento de redes, ejemplo de las cuales en Cuba son los Polos científico-productivos temáticos y territoriales.

En lo sucesivo, se abordará la organización de la cooperación entre CES y sistemas organizacionales en su entorno, en función de desarrollar a éstos sus capacidades tecnológica e innovativa y, sobre dicha base, la eficiencia de los mismos. Ello se corresponde con la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba, en su lineamiento referente a que “la ciencia, la innovación y la asimilación de tecnologías son elementos esenciales en la elevación de la eficiencia económica y condición primordial para el desarrollo, por lo que seguirán siendo objeto de máxima prioridad. Será indispensable avanzar en la optimización de las capacidades existentes y los recursos dedicados a la investigación–desarrollo y en el impulso a la aplicación ágil y eficiente de sus resultados en la producción de bienes y servicios, potenciando para ello la integración y cooperación de las entidades de investigación, los centros de educación superior y las empresas productivas” (PCC, 1997).

### Relaciones entre CES y sistemas organizacionales en su entorno

Este tema es uno de "moda" en la literatura y los eventos científicos en el mundo, como la Conferencia Mundial de la UNESCO sobre Educación Superior (París, 1998). En Cuba, fue objeto de sendas comisiones en Universidad´98 y la IV Junta Consultiva sobre Postgrado en Iberoamérica, por citar sólo dos eventos científicos internacionales celebrados en el país. El Taller Nacional sobre Vinculación Universidad-Sector de Producción y Servicios, convocado por el CEPES-UH a fines de 1998, prueba que no se agotaron las discusiones al respecto, y ello es consecuente con el objetivo genérico de los CES de satisfacer las necesidades de la sociedad o sistema organizacional de pertenencia, mediante los servicios propios de la educación superior: aquellos de producción, aplicación y difusión del saber, entendiendo por éste no sólo conocimientos, habilidades y hábitos, sino además, valores, normas y actitudes, conductas acordes con éstos, así como la necesidad y capacidad de aprender cada vez más, haciendo énfasis no tanto en teorías que la vida torna crecientemente obsoletas, como en tecnologías las cuales sirvan al desempeño y eventual reorientación profesional (Aguirre, 1997a).

En este trabajo, se abordará -como ya se dijo- sólo un aspecto de tales vínculos: el que se orienta a potenciar la capacidad tecnológica e innovación en esos sistemas organizacionales, para que sean más eficientes, mediante ACT y acciones de postgrado. Tanto en Cuba (García y Montero, 1980; Kouri y Delgado, 1980; MES, 1986; Abascal, 1997; Benítez *et al*., 1997; Martín, 1997; Rodríguez, 1997; Vecino, 1997; Benítez *et al*., 1998), como internacionalmente (Faloh y García, 1998; Faloh, Fernández y García, 1999), los antecedentes de tales nexos han sido sistematizados y permiten establecer las siguientes acciones genéricas:

1) Identificar “necesidades” -barreras, restricciones o situaciones problemáticas externas e internas (en términos de dirección estratégica: amenazas y debilidades), o potencialidades también externas e internas a explotar (oportunidades y fortalezas)-, “posibilidades” de satisfacerlas, y dada su incorrespondencia, “prioridades”, mediante auditorías tecnológicas y diagnósticos de capacitación, así como traducir las necesidades que sean priorizadas, en problemas científicos o tecnológicos y objetivos y planes de acciones de postgrado.

Al respecto, una de las características de los grupos exitosos de ACT en CES, ha sido su capacidad en función de determinar su objeto de investigación a partir de las necesidades del desarrollo nacional (o ramal/territorial) y posibilidades de su respectivo CES de pertenencia (en particular, de docentes e investigadores y estudiantes) e identificar problemas donde sea muy probable la obtención rápida de resultados esperados que sean de interés para múltiples aplicadores (Iñigo, 1995).

Más reciente ha sido la ejecución de los estudios prospectivos de los escenarios probables del progreso de la ciencia y la tecnología, del PCT, del sistema organizacional y su entorno nacional e internacional, sobre cuya base

trazar la estrategia de desarrollo de aquél y, como parte de la misma, sus metas, políticas, acciones, alianzas e inversiones en ACT (Aguirre, 1997b; González *et al.*, 1997).

El actual proceso de redimensionamiento empresarial debe ampliar la necesidad de lo anterior. Esto suele hacerse mediante consultorías, aunque también se puede realizar en acciones de postgrado concebidas como agentes de cambio, de lo cual se ha tenido experiencias (Aguirre, 1994b; Ruiz, 1998) en cinco sistemas organizacionales (Anexo 1).

2) Desarrollar proyectos de investigaciones científicas o tecnológicas (I+D) para solucionar tales problemas, cuyos resultados se transfieran no sólo por informes ejecutivos y técnicos, sino, además, mediante acciones de postgrado y eventos científicos con participación de los aplicadores. Desarrollar también las acciones de postgrado planificadas al identificar necesidades, posibilidades y prioridades.

Los CES, pese a la creciente concurrencia de centros de consultoría e I+D+P/S, tienen competencias distintivas (*core competencies*) para combinar proyectos de postgrado e investigación científica o tecnológica, de lo cual hay experiencias documentadas (Corvisón, 1998; Moya, Rodríguez y Batista, 1999).

3) Brindar servicios científico-técnicos como asesoría, asistencia técnica, certificación de calibración y demás servicios metrológicos; consultoría, dictamen, elaboración de propuesta de normas técnicas y restantes servicios de normalización; estudio de factibilidad, evaluación de proyectos, ingeniería no rutinaria, ingenierización, peritaje, traducción técnica y trabajo administrativo y jurídico para la obtención de licencias y patentes no relacionado directamente con I+D, entre otros.

4) Proveer de servicios (suministro de fuentes documentales, sala de lectura, referencia, búsqueda informativa, diseminación general y selectiva de información, intercambio automatizado de información u otros) y productos (bibliografías, catálogos colectivos, directorios, resúmenes, reseñas, paquetes informativos, bases de datos, boletines, revistas científicas, análisis de tendencias u otros) informativos, en particular, para la ejecución conjunta de acciones sistemáticas de alerta/monitoreo/vigilancia e inteligencia tecnológica (Fernández, 1998).

5) Crear grupos *ad hoc* (de proyectos, expertos u otros) para desarrollar tales proyectos u otras acciones, en aras de satisfacer racional e integralmente necesidades prioritarias de los sistemas organizacionales mediante ACT multidisciplinarias.

6) Organizar eventos científicos y otras reuniones donde "generadores" -de los CES, centros de I+D+P/S y otras entidades- y "aplicadores" -de los sistemas organizacionales en su entorno- discutan los resultados de las acciones previas e intercambien experiencias.

7) Constituir centros de I+D+P/S, en particular áreas de investigación y desarrollo (AID), de subordinación compartida con ministerios ramales o sus empresas o muy relacionadas con éstas.

En la literatura internacional (Faloh y García, 1998; Faloh, Fernández y García, 1999) también se mencionan laboratorios, talleres o fábricas de tecnología, empresas, nidos de empresas e incubadoras de empresas de base tecnológica, de tecnología o tecnológicas (*business innovation centers* o *technology incubators*) y parques científicos (≠ parques tecnológicos), referentes a grupos/centros de I+D+P/S, con el objetivo de copiar, asimilar, adaptar o generar tecnologías para solucionar problemas o aprovechar potencialidades en su sistema organizacional de pertenencia, en particular, fundadas por docentes e investigadores universitarios (*spin-off*).

8) Transferir a otros sistemas organizacionales, tecnologías desarrolladas por los CES o terceros.

Una variante sería el asesoramiento a un sistema organizacional, para éste negociar adquisiciones de tecnología, asimilarlas, adaptarlas y desarrollarlas; o sea, en aras de su aprendizaje tecnológico.

9) Promover logros y potencialidades de los CES a otros sistemas organizacionales que sean "aplicadores" potenciales de aquellos, mediante las relaciones de trabajo que se creen para las acciones previas u otras, diseminación selectiva de información, exposiciones y demás vías factibles.

Al respecto, los CES -y demás actores del Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica-, deben complementar con su "oferta" científica y tecnológica (*science pushed*), la creciente, pero aún insuficiente, "demanda" tal de otros sistemas organizacionales (*demand pulled*), pasando de un modelo reactivo "de servicio", basado en esperar pasivamente los requerimientos del entorno, a uno proactivo "de palanca", basado en "abrirse al entorno" e ir a éste a inducir los cambios (Varaldo y Piccaluga, 1999).

Tales acciones genéricas de ACT, en función de las relaciones CES-sistemas organizacionales en su entorno, tienen una sinergia (González, Benítez y Vigoa, 1996) con aquellas en esos centros para la docencia de pregrado, postgrado extramuros y superación de la calificación docente o postgrado intramuros.

10) Docencia de pregrado en las prácticas pre-profesionales en sistemas organizacionales donde se realizan trabajos referativos, de curso y diploma, así como las demás formas del trabajo científico estudiantil curricular y extracurricular, de interés para esos sistemas.

Los actuales planes de estudio representan, en comparación con los anteriores, el predominio de métodos productivos sobre los reproductivos en el proceso enseñanza-aprendizaje (PEA), tomando como eje rector la práctica pre-profesional. Cabe suponer que los futuros planes lleven al predominio de

métodos creativos, manteniendo dicho eje rector, lo que aumentaría el trabajo científico estudiantil en esa práctica.

11) Postgrado extramuros en un sistema organizacional dado, en cuyas acciones, de formación académica y de diplomado, los cursantes desarrollan proyectos de investigación científica o tecnológica, mientras los entrenamientos y cursos, canalizan, respectivamente, la transferencia de tecnologías y teorías, a la vez que los cursantes, al menos, elaboran productos informativos, como parte de sus actividades científico-informativas en el PEA.

Una implicación de lo anterior es que las ACT sean el eje rector en el diseño curricular e impartición de las Maestrías (Hernández y González, 1996), Especialidades de postgrado y Diplomados.

12) Superación de la calificación docente, en el aprendizaje de los profesores para y en sus ACT, y de (re)calificación en los sistemas organizacionales -que actualizan y mejoran la docencia de pre y postgrado-, y más formalmente, mediante sus pasantías en esos sistemas. Los docentes y cursantes de postgrado extramuros e intramuros producen “más de 1/3 de la investigación publicable en el mundo” (Morles, 1997).

Tanto estas acciones, como las previas, deben hacerse a partir de acuerdos claros y precisos (incluso, formalizados en contratos), en particular sobre los resultados esperados, su forma y plazos de presentación, métodos de aplicación, recursos (humanos, materiales, espaciales, informativos y financieros) necesarios para su obtención y sus fuentes y usuarios.

De las mismas, resultan de relevancia particular las de proyectos de I+D y, asociados -o no- con éstos, de transferencia tecnológica, que requieren la capacitación de líderes y demás miembros de grupos de proyectos, e identificación y difusión de buenas prácticas, así como simplificación y, sobre dicha base, agilización de trámites administrativos.

Al respecto, en los proyectos de I+D, es recomendable una contraparte del sistema organizacional en el grupo ejecutor y resulta imprescindible su presencia en el grupo de expertos que evalúe el desarrollo del proyecto por fases, según su cronograma de realización, pues sin participación del sistema organizacional durante todo el proceso, no habrá plena transferencia de tecnologías ni aprendizaje tecnológico, sino mero servicio científico-técnico (Carvalho y Reis, 1997).

Cada proyecto, a menos que se cancele, ha de terminar, no sólo, con un “producto” científico o tecnológico, sino, además, con un “resultado” de tal carácter que satisfaga, racional e integralmente, una necesidad prioritaria de la producción o los servicios, mediante innovaciones.

Para ello, se necesita de un “producto” debidamente documentado, en una forma comprensible y aplicable por el sistema organizacional en sus condiciones objetivas y subjetivas, como *know how*, maqueta, material de prueba, metodología, modelo, norma, patente, prototipo, proyecto ejecutivo, serie cero, software, tecnología u otra, con su

correspondiente evaluación (económica, tecnológica, ecológica, social, jurídica, política u otra, según el caso).

Una variante consiste en la entrega del “resultado” en forma de producto/servicio, lo cual puede ocurrir por restricciones de los sistemas organizacionales aplicadores para efectuar la producción u operaciones de servicio, debido a limitaciones en la base técnica, el escalado, la disciplina tecnológica, la cultura organizacional u otras restricciones análogas.

Pero, como regla, el resultado debe ser un “paquete tecnológico” (puede definirse como un conjunto de conocimientos relacionados, que sean los necesarios y suficientes para producir un resultado, bien o servicio), con innovaciones organizativas y tecnológicas, que dé una solución "llave en mano", incluyendo el asesoramiento, al sistema organizacional en cómo asimilar, adaptar y desarrollar las tecnologías, (re)calificar la fuerza de trabajo y demás acciones necesarias y suficientes para garantizar su aplicación eficaz y racional.

Obviamente, tales “resultados” pueden implica inversiones (constructivas, de equipamiento u otras), por lo que cada una ha de fundamentarse mediante su respectivo estudio de factibilidad, que demuestre su viabilidad y oportunidad (económica, tecnológica, ecológica, social, jurídica, política u otra, según el caso), la disponibilidad de recursos (humanos, materiales, espaciales, informativos y financieros) y su eficiencia, en comparación con otras opciones.

En cualquier caso, el resultado debe ser entregado en el plazo prefijado. Y aquí suele presentarse una contradicción dialéctica entre la tendencia creciente a disminuir el lapso entre concepción - producto/servicio, acorde con las urgencias de cada sistema organizacional y su entorno, por una parte, y de la otra, la necesidad de invertir tiempo y concentrar los demás tipos de recursos para lograr resultados con el debido rigor teórico y metodológico.

Esta contradicción se manifiesta en las fases de concepción y diseño de los proyectos, como aquella entre las presiones en aras de "acabar de comenzar", por una parte, y de la otra, la necesidad de hacer un estudio de factibilidad y una propuesta de proyecto argumentada.

En la fase de realización de los proyectos, dicha contradicción tiene dos manifestaciones: la primera, en las presiones en aras de "acabar de tener los resultados", por una parte, y de la otra, la necesidad de un proceso para obtenerlos.

Éstas dos últimas fases se resuelven, a veces, "quemando” etapas necesarias en la fundamentación del proyecto, la explicación científica y tecnológica de los resultados y en su documentación y control académico, lo cual puede degenerar en una vulgarización de las ACT y la sustitución de la I+D con servicios científico-técnicos, y a éstos por trabajos profesionales rutinarios.

La segunda manifestación de dicha contradicción, en la fase de realización, resulta en la exigencia de logros parciales y finales en aras de asignar recursos, por

una parte, y de la otra, la necesidad de dichos recursos para poder alcanzar esos resultados.

Esta última, induce otra contradicción en los investigadores: el interés de informar rápidamente resultados preliminares (dar "palos periodísticos"), por una parte, y, de la otra, la necesidad de no crear falsas expectativas en aplicadores o decisores, que generen presiones adicionales en los plazos (Iñigo, 1995).

Pero ante estas y otras contradicciones derivadas de desiguales misiones y culturas organizacionales, debe buscarse su superación mediante soluciones de ganar -ganar y no de ganar-perder, o perder- perder; sobre la base de los beneficios de la cooperación, que se pueden sintetizar en:

| **Ventajas para los CES** | **Ventajas para los sistemas organizacionales** |
|---|---|
| Acceso a tecnologías específicas, medios técnicos y recursos financieros, de tales sistemas organizacionales. | Acceso a resultados de proyectos de investigación científica y tecnológica, actividad científico-informativa y demás servicios científico-técnicos, que no podrían lograr sólo con sus recursos, ni adquirirlos más eficientemente de otras entidades. |
| Aprovechamiento mayor de su potencial científico y tecnológico humano, material e informativo. | Aprovechamiento del potencial científico y tecnológico humano, material e informativo de los CES. |
| Oportunidades para prácticas pre -profesionales de sus estudiantes y superación de sus docentes. | Oportunidades para la capacitación de sus recursos humanos. |
| Mejoramiento de su impacto en su entorno. | Mejoramiento de su desempeño. |
| Mayor experiencia en la cooperación conjunta y eventualmente con terceros, que permite identificar barreras y cómo superarlas, y potencialidades y cómo aprovecharlas; al igual que aumentar la motivación hacia el trabajo. | |

Yendo al otro aspecto, el resultado alcanzado por un CES (o un tercero), ha de ser entregado al o a los sistemas organizacionales aplicadores, mediante un proceso de transferencia (o difusión) de tecnología, el cual puede ser:

| concebido como: | lo que implica: |
|---|---|
| - Flujo y reflujo de tecnologías, desde donde se generaron (o asimilaron) hasta donde se aplicarán. | - Canales de transferencia. |
| - Método para efectuar ese (re)flujo. | - Métodos de transferencia. |
| - Transmisión-recepción de conocimientos tecnológicos. | - Funciones de la enseñanza–aprendizaje tecnológico. |

Tales concepciones e implicaciones no son excluyentes, sino complementarias, y constituyen tres dimensiones de un mismo proceso que deben considerarse para su ejecución eficaz y racional (Medellín, 1996), para lo cual se puede aplicar un algoritmo elaborado a tal efecto y que se muestra en el Anexo 2.

Según el mismo autor (Medellín, 1996), en el caso particular de la transferencia tecnológica CES-sistemas organizacionales, influyen las variables siguientes:

- Entorno: condiciones económicas, sociales, jurídicas y políticas que promuevan y faciliten las relaciones CES-sistemas organizacionales en los niveles nacional y ramal/territorial, cuyo desarrollo ulterior, en Cuba, compete al Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica.
- Tecnología a transferir: tipo, calidad y alcance del desarrollo tecnológico o innovación tecnológica u organizativa, obtenida o a obtener; su eficiencia planificada/real, como relación entre resultados esperados-alcanzados / gastos presupuestados-efectuados.
- Sistema organizacional: actividad que realiza; regulación y sofisticación de su tecnología; tamaño y capacidad tecnológica; voluntad de cambio (real, no retórica), basada en su comprensión clara de la necesidad del proyecto, y su disposición a correr riesgos calculados y asignar recursos; desde y hasta cuándo, y en qué medida, participa en el proceso.
- CES: capacidades y motivaciones para relacionarse con los sistemas organizacionales en su entorno, lo que presupone un censo actualizado de su PCT y "ofertas", su ajuste a las "demandas" y comunicación a los usuarios potenciales por una vía rápida, sencilla y que facilite los contactos iniciales; evaluación externa e interna de sus resultados en esas relaciones; distancia y estado de las telecomunicaciones CES-sistema organizacional.

Obviamente, la poca claridad respecto al objetivo y los resultados esperados para un proyecto, las restricciones de tiempo, espacio y recursos (humanos, materiales, informativos y financieros) para su ejecución, los aplicadores sin una voluntad real de cambio, resistentes al mismo e indecisos, los acuerdos deficientes entre el CES y los sistemas organizacionales en su entorno, y la desaparición de alguna de las partes, son condiciones desfavorables en aras del éxito.

Por eso, en función de la cantidad y complejidad de las relaciones de un CES con los sistemas organizacionales en su entorno, aquél puede necesitar la creación de una plaza, grupo u órgano, que constituya una entidad de interfase (Andino, 1997; Cunha y Fracasso, 1997). Los CES adscriptos al MES ya la tienen, o está prevista su constitución. Además, ese ministerio posee una empresa (Mercadu S.A.) que comercializa resultados de la I+D+P/S universitaria, junto a otros productos y servicios propios de la educación superior.

## Conclusiones

1. Los sistemas organizacionales, para ser eficientes, han de ser innovadores. Ello es función de su capacidad tecnológica y, como parte de la misma, de la organización de la cooperación que logren establecer con su entorno, en particular mediante alianzas estratégicas entre aquellos y CES, para las ACT y acciones de postgrado.

2. Los CES deben desarrollar acciones genéricas de:

   - Identificación de necesidades, posibilidades y prioridades de sistemas organizacionales en su entorno, y traducirlas en problemas científicos y tecnológicos, y objetivos y planes de postgrado. Para ello, cada sistema organizacional debe tener una estrategia de desarrollo que hagan pertinentes y relevantes la ciencia, la tecnología y el postgrado, en aras de lo cual puede asistirse de uno o varios CES. El actual proceso de redimensionamiento empresarial debe generar ofertas y demandas en tal sentido.
   - Desarrollo de proyectos para solucionar esos problemas, cuyos resultados se transfieran preferiblemente a modo de paquete tecnológico y acciones de postgrado.
   - Oferta de servicios científico-técnicos de asesoría, consultoría y otros.
   - Suministro de servicios y productos informativos, en particular de alerta/monitoreo/vigilancia e inteligencia tecnológica.
   - Creación de grupos *ad hoc* para desarrollar tales acciones u otras.
   - Organización de eventos científicos y otras reuniones para discutir resultados e intercambiar experiencias entre "generadores" y "aplicadores".
   - Constitución de Centros de I+D+P/S.
   - Transferencia de tecnologías desarrolladas por los propios CES, o por terceros (difusión tecnológica), considerando las dimensiones y variables inmanentes a ese proceso.
   - Promoción de sus resultados y potencialidades.

Esas acciones deben relacionarse sinérgicamente con las de pregrado y superación de la calificación docente, y pueden requerir -como en la práctica nacional y extranjera ocurre- una entidad de interfase dentro de cada CES.

## Referencias


Abascal, I. **Pertinencia de la educación superior en Cuba.** Rev. Cubana de Educación Superior, Nº 17:1, 1997.

Aguirre, E. **Posgrado: definición, tendencias, subsistemas.** ISHMT, La Habana, 1994a.

Aguirre, E. **Posgrado como agente de cambio: una experiencia validada.** IIª Junta Consultiva sobre Posgrado en Iberoamérica, La Habana, 1994b.

Aguirre, E. **Cuando hablamos de «planificación de los procesos» en los centros de la enseña superior, ¿a qué procesos nos referimos?** Primer Taller Nacional Sobre Planificación y Desarrollo Universitario, CEPES-UH, La Habana, 1997a.

Aguirre, E. **Comunicación sobre las relaciones entre la estrategia de desarrollo e innovación organizativa y tecnológica.** En: Solleiro, J. y Faloh, R. (eds.). Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T III. UNAM, México D.F., 1997b.

Andino, M. **Un modelo de vinculación universidad-empresa y experiencias de su aplicación en Cuba: el Centro de Estudio de Tecnologías Avanzadas (CETA - ISPJAE).** En: Solleiro, J. y Faloh, R (eds.): Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T I. UNAM, México D.F., 1997.

Benítez, F. *et al*. **La calidad de la educación superior en Cuba.** Rev. Cubana de Educación Superior, Nº 17:1, 1997.

Benítez, F. *et al*. **La universidad cubana y su vínculo con la sociedad y la economía.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

Carvalho, H. y Reis, D. **Ensinando e aprendendo como a gestão technológica.** En: Solleiro, J. y Faloh, R (eds.): Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T III. UNAM, México D.F., 1997.

Col. autores. **Gestión tecnológica y economía cubana.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

Corvisón, R. **Sistema de introducción al posgrado, la ciencia y la tecnología, para acelerar la recuperación ganadera en la provincia de Camagüey (entre) 1997-2000.** IVª Junta Consultiva sobre Posgrado en Iberoamérica, La Habana, 1998.

Cunha, N. y Fracasso, E. **O perfil do agente universitário de interação e sua atuaçao no processo de aproximação da universidade com a empresa.** En: Solleiro, J. y Faloh, R (eds.): Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T II. UNAM, México D.F., 1997.

Escorsa, P. *et al*. **Mapas tecnológicos y estrategia empresaria**l. En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

Faloh, R. y García, E. (eds.). **Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica.** GECYT, La Habana, 1998.

Faloh, R., Fernández, Mª y García, E. (eds.). **Memorias IBERGECYT´98. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica.** CITMA-ACYT-GECYT, La Habana, 1999.

Fernández, I. **Sugerencias para el fomento de la cooperación Universidad–Empresa.** CEPES, La Habana, 1998.

García, E. **Los Polos Científico-Productivos en Cuba: conceptos y acciones principales.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

García, O. y Montero, L. **La investigación científica sobre problemas de la educación superior.** Rev. Cubana de Administración de Salud" N° 6:2, 1980.

González, E. et al. **Contribución de la prospectiva tecnológica de la industria química y azucarera a la política científica de la Universidad Central de Las Villas.** En: Solleiro, J. y Faloh, R. (eds.). Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T II. UNAM, México D.F., 1997

González, W., Benítez, F. y Vigoa, R. **La investigación del posgrado y la investigación, un proceso sinérgico.** IIIª Junta Consultiva sobre Posgrado en Iberoamérica, La Habana, 1996.

Hernández, H. y González, M. **Currículo centrado en la investigación: su implicación en cuanto a proyecto y proceso.** IIIª Junta Consultiva sobre Posgrado en Iberoamérica, La Habana, 1996.

Íñigo, E. **Caracterización de grupos universitarios de trabajo científico con resultados relevantes.** CEPES, La Habana, 1995.

Kouri, G. y Delgado, R. **El trabajo científico-investigativo en los centros de la educación superior.** Rev. Cubana de Administración de Salud" N° 6:2, 1980.

Marques, R. **A capacidade technológica em algumas empreças de autopeças no Rio Grande do Sul: uma análise descritiva.** En: Solleiro, J. y Faloh, R. (eds.). Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T III. UNAM, México D.F., 1997.

Martín, E. **Experiencias en la gestión y el financiamiento de la educación superior en Cuba.** Rev. Cubana de Educación Superior, Nº 17:1, 1997.

Medellín, E. **Transferencia de tecnología de la universidad al sector productivo.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´96. Seminario-Taller Iberoamericano de Actualización en Gestión Tecnológica. GECYT-CYTED, La Habana, 1996.

MES. **Situación actual y proyecciones de trabajo de la ciencia y la técnica en el Ministerio de la Educación Superior.** Dirección de Ciencia y Técnica–MES, La Habana, 1986.

Morles, V. **La producción intelectual como finalidad esencial del posgrado en América Latina.** Rev. Cubana de Educación Superior" Nº 17:2, 1997.

Moya, R.; Rodríguez, V. y Batista, S. **Relación Universidad-Empresa desde la formación del profesional: una experiencia de la Facultad de Agronomía Sabaneta (FAS).** Rev. Cubana de Educación Superior" Nº 19:1, 1999.

Parisca, S. **La transferencia de tecnologías en el contexto de las nuevas prácticas gerenciales.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´96. Seminario-Taller Iberoamericano de Actualización en Gestión Tecnológica. GECYT-CYTED, La Habana, 1996.

PCC. **Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba.** Periodico Granma. Suplemento a la edición del 7 de noviembre, 1997, La Habana.

Rodríguez, C. **Universidad de La Habana: investigación científica y período especial.** Rev. Cubana de Educación Superior, Nº 17:3, 1997.

Rodríguez, R. **Información técnica.** En: BID-SECAB-CINDA. Conceptos Generales de Gestión Tecnológica, Serie Ciencia y Tecnología. CINDA, S. de Chile, 1990.

Rodríguez, M. y Escorsa, P. **De la información a la inteligencia tecnológica: un avance estratégico.** En: Solleiro, J. y Faloh, R. (eds.). Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T I. UNAM, México D.F., 1997.

Stollenwerk, Mª. et al. **Atividade de prospecçao tecnológica para rentabilizara o conhecimento** En: Solleiro, J. y Faloh, R. (eds.). Innovación, competitividad y desarrollo sustentante. Memorias del VII° Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. T II. UNAM, México D.F., 1997.

Stollenwerk, Mª. *et al.* **Gestión estratégica de la tecnología e inteligencia tecnológica.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

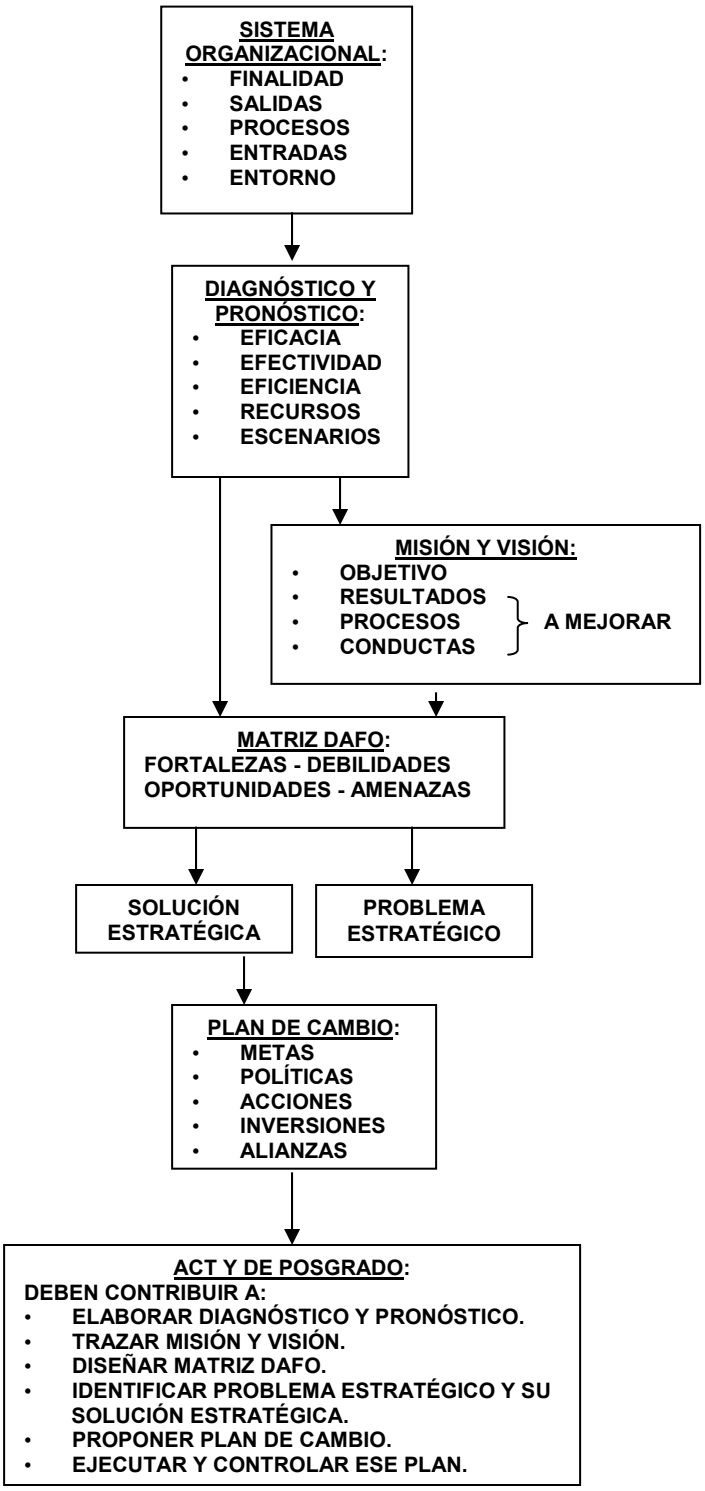
Ruíz, J. **La función social del posgrado en latinoamérica desde la experiencia cubana.** IVª Junta Consultiva sobre Posgrado en Iberoamérica, La Habana, 1998.

Varaldo, R. y Piccaluga, A. **La evolución de las relaciones entre industria y universidad.** En: Faloh, R., Fernández, Mª y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´98. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. CITMA-ACYT-GECYT, La Habana, 1999.

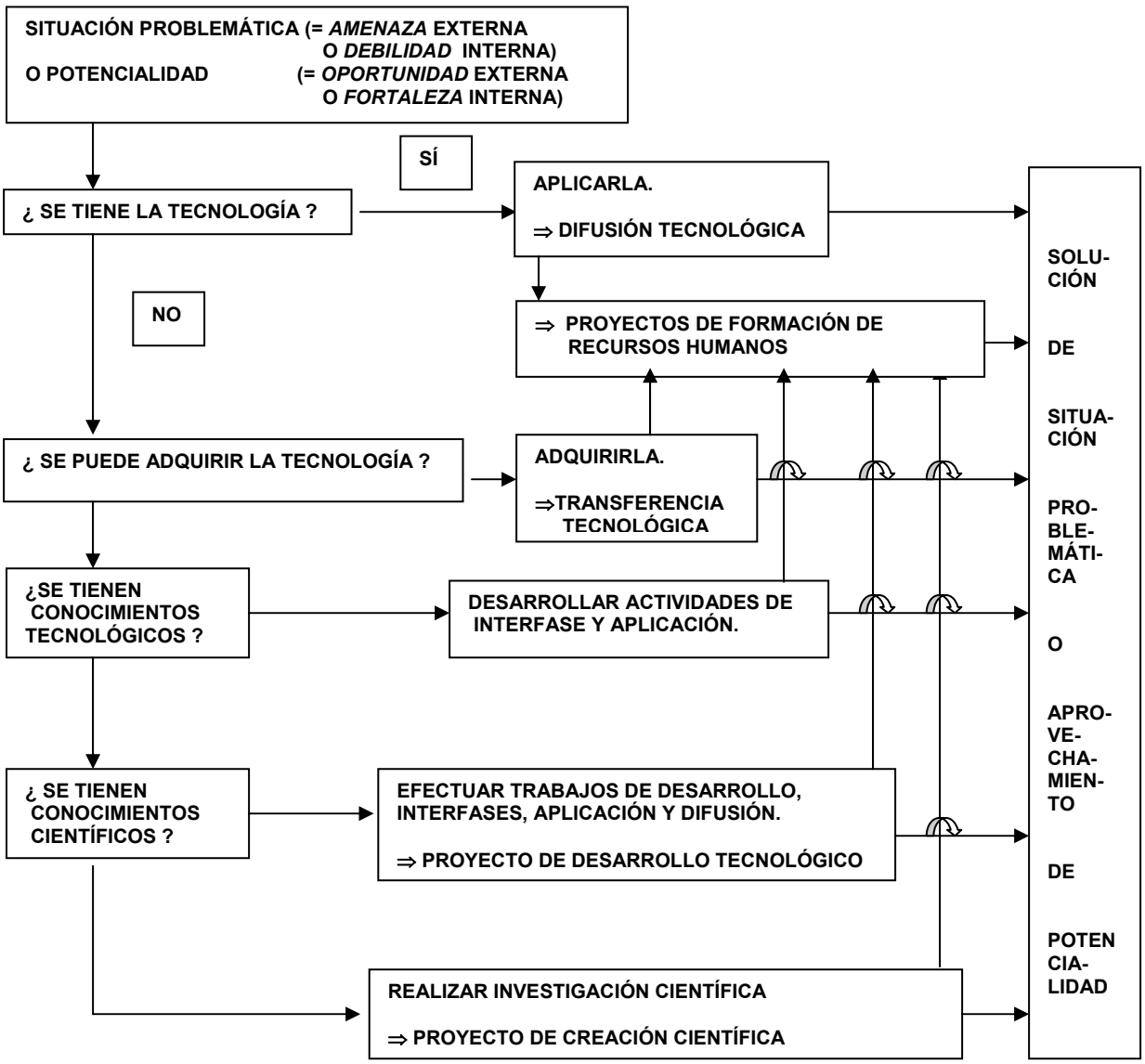
Vasconcellos, E. y Vasconcellos, L. **Inovaçao e competitividade empresarial.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

Vecino, F. **La educación superior en Cuba: historia, actualidad y perspectivas.** Rev. Cubana de Educación Superior, Nº 17:1, 1997.

ANEXO 1. RELACIONES DE LA ESTRATEGIA DE DESARROLLO, CON LAS ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (ACT), Y DE POSGRADO



ANEXO 2. ALGORITMO PARA LA SOLUCIÓN DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS O APROVECHAMIENTO DE POTENCIALIDADES MEDIANTE ACT



# LOS PROYECTOS DE INVESTIGACION CIENTÍFICA COMO HERRAMIENTAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DEL IMPACTO. ESTUDIO DE CASO

***Dámaso R. Ponvert Delisles y Marisol González Pérez***
***Universidad Agraria de La Habana***

## Introducción

El proceso de iniciar y consolidar la medición de la labor de la ciencia y la innovación tecnológica, a partir del impacto de sus resultados, es un asunto de suma importancia y necesidad, en el cual están involucrados numerosos sectores de nuestra sociedad. De ahí que el objetivo fundamental de este trabajo sea demostrar las potencialidades de los proyectos como herramientas para la planificación, seguimiento y evaluación del impacto

Como todo los procesos novedosos que comienzan a introducirse y generalizarse en la sociedad, el tema objeto del presente trabajo presupone el conocimiento de dos elementos, en los cuales se hace necesario poner el énfasis requerido por todos los eslabones organizativos del sistema de ciencia e innovación tecnológica del país: los proyectos y los indicadores para medir el impacto de la ciencia.

Sobre los primeros, evidentemente existe, a escala del país, una visión más completa y abarcadora, resultado de los esfuerzos desplegados, sobre todo en los últimos diez años por organizaciones de los diferentes Organismos de la Administración Central del Estado (OACE) y Organizaciones No Gubernamentales (ONG), cuyo fruto más apreciable ha sido la creación de las bases teóricas y organizativas de la imprescindible ”cultura de proyectos”, que debe caracterizar el accionar de una sociedad que se desenvuelve en medio de los inmensos y difíciles problemas por los que atraviesa el mundo contemporáneo camino de la globalización neoliberal.

Como es conocido, nuestro país se encuentra inmerso en un proceso de recuperación económica al que la ciencia y la innovación tecnológica han de contribuir, a partir de agregar valor a productos y servicios que fomenten las exportaciones, incrementen la sustitución de importaciones o que aporten beneficios tangibles, palpables a la sociedad, el medio ambiente, la propia producción científica, etc. Por consiguiente, se necesita más que nunca de un sistema capaz de brindar la información necesaria para favorecer la toma de decisiones en cuánto a qué programas y proyectos estratégicos se dirigen hacia las escasas posibilidades de financiamiento existentes (Quevedo *et al*., 2003).

Sin embargo, esta necesidad contrasta con el hecho de que no contamos con una sólida cultura en materia de proyectos, lo que justamente nos convoca a todos los que de una u otra manera participamos en los procesos de gerencia de la ciencia y la

tecnología en nuestro país, a identificar y potenciar el uso masivo de los diferentes elementos que aún faltan por introducir y perfeccionar para hacer de estas herramientas (los proyectos), verdaderos puntales del sistema de ciencia e innovación tecnológica del país, capaces de contribuir a alcanzar la eficiencia a que aspiramos desde cualesquiera de los ángulos siguientes: economía, calidad y tiempo.

El otro elemento a que se ha hecho referencia anteriormente, los indicadores del impacto, constituye de por si, uno de los más importantes para evaluar la acción transformadora de un proyecto. Sin embargo, la realidad es que se aprecia desconocimiento sobre cuales son estos indicadores, como se determinan y manejan a lo largo de las diferentes fases del ciclo de un proyecto.

De ahí que este trabajo pretenda dar un acercamiento al estado del arte del tema a escala internacional y más adelante centre su atención en discutir una metodología propuesta por los autores para determinar los diferentes indicadores que deben adoptarse como criterio valorativo del impacto producido por un proyecto. Para afianzar éste último criterio, se presenta a discusión el estudio de caso de un proyecto que se desarrolla en las áreas de producción agrícola de la Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez".

**Antecedentes**

1. Contexto histórico mundial

La medición del impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología se inserta en un contexto histórico-evolutivo del interés de los gobiernos, en primera instancia, por medir las actividades científicas y tecnológicas realizadas en el ámbito nacional. Desde esa perspectiva, el desarrollo de los indicadores de ciencia y tecnología presenta una trayectoria en la que se destacan, en lo fundamental, cuatro etapas claramente definidas y citadas por Quevedo *et al*. (2003).

La primera etapa se sitúa en el entorno de la posguerra, a partir del conocido informe de Vannevar Bush, por entonces director de la Oficina de Investigación Científica y Desarrollo de los EE.UU., titulado *Science: The Endless Frontier*, en respuesta a la solicitud del presidente Roosevelt sobre qué podía hacer la ciencia por la sociedad estadounidense después de la Segunda Guerra Mundial y de cara a la proyectada guerra fría.

La segunda etapa trascurre entre los años sesenta y setenta, con el esfuerzo orientado a normalizar y perfeccionar los indicadores de ciencia y tecnología, llevado a cabo por la Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD) que dio lugar al conocido Manual de Frascati (OECD, 1993) sobre la actividad de I+D y los servicios científicos y tecnológicos conexos. Su principal característica es que se añadió a la medición de los insumos, la referida a la oferta científico-tecnológica por medio de los llamados indicadores de producto, los que, en lo fundamental, pusieron el énfasis en la bibliometría y las patentes.

La tercera etapa en la evolución de los indicadores de ciencia y tecnología tiene su origen a partir de la década de los años ochenta, cuando ya resultaba

conceptualmente aceptado que la innovación tecnológica resultaba vital para el crecimiento de la producción, la productividad y el empleo, y la necesidad de comprender mejor los mecanismos que favorecen u obstaculizan el proceso de innovación condujo a importantes progresos en los planos teóricos y prácticos que sirvieron de sostén a la actividad de innovación llevada a cabo en los países más industrializados.

Sin embargo, la información cuantitativa y cualitativa necesaria para formular y evaluar las políticas de innovación de esos países resultaba, de forma bastante reiterativa, fragmentaria o, en el mejor de los casos, limitada, debido a la carencia de metodologías de medición adecuadas y normalizadas, que permitieran medir las actividades de innovación de las empresas.

Ello dio lugar en los años noventa a la aparición del llamado Manual de Oslo -principios básicos propuestos para la recopilación de datos sobre innovación tecnológica-, desarrollado también por la OECD (1996), que sistematizó el empleo de los indicadores de innovación utilizados en la actualidad internacionalmente, aunque en proceso de perfeccionamiento y adecuación a las realidades de los países no industrializados, como es el caso de la variante iberoamericana recientemente desarrollada bajo los auspicios de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), conocida como Manual de Bogotá (RICYT/OEA/CYTED, 2001).

También en los noventa, la OECD (1990) elaboró el Manual TBP -método propuesto para la normalización de la compilación e interpretación de la Balanza de Pagos Tecnológica- y continuó perfeccionando otros indicadores de insumo y de producto, con la aparición del Manual de Canberra (OECD, 1995) -manual sobre la medición de los recursos humanos en ciencia y tecnología- y el Manual de Patentes (OECD,1994) -utilización de los datos de patentes como indicadores de ciencia y tecnología.

En los años finales de los noventa comenzó a cobrar fuerza la búsqueda de una nueva generación de indicadores de impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología, unido a un “redescubrimiento” de la dimensión social, lo que nos lleva, de hecho, a la etapa más reciente (cuarta etapa) en el desarrollo histórico de los indicadores de ciencia y tecnología.

En esta corriente, algunos países de la región se han planteado la necesidad de conocer la percepción que tiene la sociedad de la actividad científica y tecnológica, aspecto ya planteado en países desarrollados y que tiene que ver no solamente con los impactos positivos de los resultados de la ciencia y la tecnología, sino también con los negativos derivados de las políticas implantadas por estos últimos.

2. Contexto histórico nacional

El esfuerzo que se está realizando en Cuba por abordar un tema tan complejo como el impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología, y su correspondiente medición, nos coloca en la etapa más reciente de la evolución histórica de los indicadores de ciencia y tecnología, en la que debemos entrar sin desconocer la experiencia internacional alcanzada, pero guiados por nuestra propia realidad y

necesidades de medir el impacto, como un paso superior e importante para evaluar la eficiencia y potencialidad de nuestro Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (Quevedo *et al*., 2003).

Un elemento de incuestionable valor para la toma de decisiones a escala del país, sector de la economía o territorio, en materia de política y proyecciones estratégicas, aseguramientos, infraestructura y establecimiento de segmentos priorizados en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, lo constituyen, sin duda, la evaluación de sus resultados a partir de indicadores capaces de reflejar su repercusión sobre la economía y la sociedad.

La inserción de nuestro país en el nuevo contexto mundial, caracterizado por la globalización a escala económica, cultural, informacional e inclusive política, requiere de la realización de cambios paradigmáticos en las entidades cubanas (Quevedo *et al*., 2003).

En el ámbito de la ciencia y la innovación tecnológica, la medición de sus resultados por los llamados indicadores de impacto, cuyo principal objetivo es evaluar el beneficio tangible, la repercusión del resultado y no el resultado en sí, constituye un estadio superior en la evaluación de la producción científica e innovativa de nuestros investigadores y tecnólogos.

Los autores antes citados se han referido al "impacto" como el cambio o conjunto de cambios duraderos que se producen en la economía, la sociedad, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, mejorando sus indicadores, como resultado de la ejecución de acciones de I+D+IT que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías. Se hace evidente que concebir en el país éste sistema de medición, constituye un cambio importante en la mentalidad de gestión de la actividad científica y la innovación tecnológica.

Es importante considerar que la concepción de la medición por impacto incluye, junto al resultado científico o la innovación tecnológica, el negocio o la aplicación de este resultado y, por tanto, tan importante como la nueva tecnología, producto, servicio o proceso, es la nueva aplicación de la tecnología, producto, servicio o proceso.

El impacto del nuevo, o ya existente, desarrollo en no pocas ocasiones descansa en el reposicionamiento del producto en el mercado, en la revalorización del producto ampliado, en la puesta en marcha de nuevas técnicas de marketing, además de los más conocidos y en ocasiones únicamente utilizadas modificaciones en las características físicas del propio producto, hecho que nos alerta y obliga a afianzar a los directores de empresas o centros científicos y sus consejos de dirección, como baluartes principales del cambio paradigmático (Quevedo *et al*., 2003).

A juicio de los autores mencionados, la introducción en Cuba de la evaluación de la ciencia y la innovación tecnológica a partir del impacto de sus resultados, presenta cuatro ventajas fundamentales:

- Su "efecto demostrativo":

Los indicadores de ciencia e innovación tecnológica existentes en la actualidad (insumo, producto, desempeño), proporcionan un conocimiento del estado del resultado investigativo o innovativo, de su obtención o no, de su grado de cumplimiento. Lo anterior se puede ilustrar con el siguiente ejemplo referido a un producto tradicional de alta demanda popular: la papa. En este caso, ni el número de proyectos de I+D+IT dedicados al perfeccionamiento del cultivo en el país, ni el porcentaje de estos que alcanzan el resultado esperado, ni la cantidad de hectáreas sembradas en un año empleando un nuevo paquete tecnológico para el cultivo, son capaces de aportar a la opinión pública del país tanta satisfacción y confianza en el aporte de la ciencia y la tecnología a la producción de este producto alimentario, como la presencia diáfana del mismo en el mercado nacional, a precios atractivos y en cualquier época del año. Por tanto, la concepción de la medición por impacto incluye en el proceso al productor y al cliente, al centro de investigación y a la empresa u organismo que empleará el resultado y que, a través de su gestión, propiciará el impacto del producto, el proceso, el servicio o la tecnología.

- Su “efecto orientador”:

La evaluación del impacto a partir de su propia concepción de cubrir el espacio existente entre el resultado y su aplicación exitosa, demanda de los gestores de la ciencia y la innovación tecnológica y de los directivos y empresarios, una visión cosmopolita del contexto nacional y mundial, una clara determinación de sus potencialidades y un profundo conocimiento de los nichos o huecos de mercado en los que puedan insertarse sus productos, procesos, servicios o tecnologías. Esta proyección posibilita una mayor capacidad de selección de los productos prioritarios y las áreas estratégicas hacia donde enfocar el trabajo, a nivel institucional, ramal o nacional. En tal sentido, un elemento de importancia lo constituye la distinción de los destinos del impacto, es decir, los sectores claves hacia los cuales debe dirigirse el esfuerzo fundamental de los resultados de la ciencia y la innovación tecnológica; estos serían, en un primer acercamiento, el incremento de las exportaciones, la sustitución de importaciones, como se indica en la Resolución Económica del V Congreso del PCC, el mejoramiento del Medio Ambiente, el perfeccionamiento de la Sociedad y del propio conocimiento científico. Por supuesto, en ocasiones, un producto con valor agregado por la ciencia y la innovación tecnológica presenta un alto valor de impacto en más de un sector de los antes señalados. Ejemplo de lo anterior es la vacuna cubana contra la hepatitis B, recientemente aceptada de manera oficial por la OMS y que, además de los evidentes beneficios referentes al aumento en la calidad de vida que aporta a nuestra sociedad, constituye un producto de exportación que contribuye directamente a la balanza de pagos del país.

- Su “efecto motivador de la innovación”:

La estrategia de medición de la ciencia y la innovación tecnológica, a partir del impacto de sus resultados, debe canalizar y motivar la innovación en el país, como factor clave en la transformación de los diferentes productos, procesos, servicios y tecnologías en objetos con capacidad de impacto en los destinos referidos. Aunque la innovaciones de producto y de proceso han de jugar un papel fundamental en este

empeño, si tenemos en cuenta la amplia gama de resultados ya obtenidos en el país, el enorme potencial humano formado como consecuencia de la política educacional y científica de nuestro sistema social y la infraestructura institucional creada y fortalecida en las últimas décadas, y que incluye 50 Centros de Educación Superior y más de 200 Centros de Investigación, no cabe duda acerca del extraordinario papel que en este contexto está llamada a desempeñar la innovación organizacional.

En este sentido, la búsqueda de nuevas vías para el financiamiento de proyectos, el perfeccionamiento de las estrategias del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica, así como el reanálisis del Sistema de Programas y Proyectos y el propio Plan de Generalización, constituyen pasos imprescindibles.

La empresa cubana, en particular, no se encuentra lo suficientemente fortalecida como para medir, a corto plazo, el valor agregado a sus productos por acciones de la ciencia y la innovación tecnológica. Como consecuencia de esto, y a pesar de ser precisamente la demanda empresarial la base del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT), al menos en una primera etapa no debe considerarse a la demanda de las empresas como único indicador de su necesidad de ciencia e innovación tecnológica, lo que exige de los Centros de Investigación una búsqueda adicional y una labor de seguimiento minuciosa a la hora de identificar el presunto cliente de su resultado científico, es decir, su garantía de impacto.

La concepción del perfeccionamiento empresarial, una promisoria muestra de innovación organizacional, y su implementación paulatina en la empresa cubana, ha de resultar un marco propicio y alentador para la inserción de la medición por impacto.

- Su “efecto integrador”:

Resulta imprescindible referirse al papel central de la medición por impacto como un factor canalizador de la integración en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.

De hecho, una visión organizacional centrada en la obtención de impacto, no puede prescindir de instrumentos tales como la propiedad industrial, la información referente al mercado y a sus propias potencialidades y una adecuada gestión de los recursos humanos.

A escala del país, en particular, factores como la vigilancia tecnológica, la prospectiva, la creación de parques tecnológicos e incubadoras de empresas adquieren un papel de importancia crucial.

En concordancia con lo anteriormente expuesto en cuanto a la necesidad de fomentar innovaciones organizacionales en el lugar requerido, en el momento necesario y de la forma conveniente, está el hecho de que en ocasiones el impacto de un producto puede obtenerse sin necesidad de realizar nuevos cambios, simplemente integrando los diferentes resultados de las organizaciones y concibiendo un producto, servicio, proceso o tecnología que cuente con los atributos necesarios para posicionarse en el mercado. Un ejemplo de ello lo constituyen los proyectos de automatización de centrales azucareros en Brasil, desarrollados por CENPALAB y para

los cuales fue necesario el trabajo mancomunado de tres Ministerios: CITMA, SIME, MINAZ.

**El proyecto, el impacto y sus indicadores. Una metodología**

1. Una mirada conceptual al impacto y los indicadores

Podemos considerar a la ciencia como un sistema de producción de conocimientos, en particular información en la forma de publicaciones, considerando publicación a cualquier información registrada en formatos permanentes y disponibles para el uso común. Desde este punto de vista entonces, la ciencia puede verse como una empresa con insumos y resultados. La medición de esas dos categorías –insumos y resultados– son la base de los indicadores científicos. Gran parte de los esfuerzos de la ciencia se concentra en la elaboración de metodologías apropiadas para la formulación de estos indicadores. La medición de los insumos es una tarea más cercana a las ciencias de la economía, la estadística y la administración que si bien trabajosa, dispone desde hace tiempo de abundantes metodologías, de una razonable aceptación, y manuales con definiciones y procedimientos usados internacionalmente.

En cambio, los conceptos de la ciencia que tienen como propósito la formulación de indicadores de resultados –la segunda mitad de la tarea– se considera, generalmente y por lejos, la tarea más sofisticada y difícil.

A pesar de los esfuerzos considerables que se han realizado por llegar a tener a un conjunto de definiciones y clasificaciones general, apropiado, abarcador y sin ambigüedades, la situación permanece lejos de estar completamente resuelta.

Las técnicas de medición de los resultados de la investigación tienen sólo unas décadas de existencia y todavía no se han consolidado completamente (Spinak, 1998).

Como ya fue analizado previamente, en los últimos treinta años la comunidad internacional, en particular la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la UNESCO, desarrolló metodologías para esta tarea compleja de elaborar indicadores, que pueden resumirse en tres manuales de referencia obligada, conocidos como el Manual de Frascati, el Manual de Oslo y Manual de Canberra. Estos manuales ofrecen procedimientos de encuestas para medir las actividades de Investigación y Desarrollo Experimental (I+D), para determinar los recursos humanos dedicados a la Ciencia y Tecnología (C & T) y para interpretar la innovación tecnológica. El Manual de Frascati, el primero de los tres manuales mencionados, cuya primera edición es de 1963, todavía en la reciente versión de 1993 sigue reconociendo la dificultad de elaborar un sistema de indicadores de C & T, cuando indica que: “por definición, los indicadores ilustran un aspecto particular de una cuestión compleja y de facetas múltiples. Es necesario disponer de un modelo explícito que describa a la vez el sistema científico en sí mismo y la forma en que se relaciona con el resto de la sociedad y con la economía. En la práctica y en el estado actual de cosas, no existe un modelo explícito único capaz de establecer relaciones causales entre ciencia, la tecnología, la economía y sociedad” (Manual de Frascati, p. 3). Estos comentarios tienen que ver con parte de la medición de insumos, es decir la evaluación económica, estadística, etc., y las características concretas de cada país.

Cuando buscamos en el mismo manual indicaciones para interpretar resultados, en particular desde el punto de vista de la comunicación científica, o sea las publicaciones, todavía el problema resulta ser más complicado. En el Anexo 2 del referido manual, cuyo título es "Otros indicadores de C & T" se reconoce: "en el momento presente no existen principios básicos internacionales oficiales aplicables a la recogida de este tipo de datos o a su empleo como indicadores de ciencia y tecnología". En 1989-1990 la OCDE realizó un informe sobre el estado del conocimiento en materia de bibliometría, que podría servir para un futuro manual OCDE sobre utilización e interpretación de indicadores bibliométricos (Manual de Frascati, p. 187).

Para entender el rol que juega la información en la vida de los científicos es necesario apreciar el mundo en el que trabajan, la naturaleza de su trabajo, las influencias a las que están sujetos, etc. Este tema, propio de la sociología de la ciencia, requiere de instrumentos conceptuales y metodológicos que se han desarrollado bajo los nombres de bibliometría y cienciometría, y se han modelizado matemáticamente en la informetría (Spinak, 1998).

Para definir más precisamente las ideas y los términos, digamos que la "bibliometría" comprende la aplicación de análisis estadísticos para estudiar las características del uso y creación de documentos; el estudio cuantitativo de la producción de documentos, como se refleja en las bibliografías; la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos al estudio del uso que se hace de los libros y otros soportes dentro y entre los sistemas de bibliotecas; el estudio cuantitativo de las unidades físicas publicadas, o de las unidades bibliográficas, o de sus sustitutos.

Habiendo definido la bibliometría, pasemos a definir la "cienciometría". Esta aplica técnicas bibliométricas a la ciencia. El término "ciencia" se refiere tanto a las Ciencias Físicas y Naturales así como a las Ciencias Sociales. Pero la cienciometría va más allá de las técnicas bibliométricas pues también examina el desarrollo y las políticas científicas. Los análisis cuantitativos de la cienciometría consideran a la ciencia como una disciplina o actividad económica. Por esta razón, la cienciometría puede establecer comparaciones entre las políticas de investigación entre los países, analizando sus aspectos económicos y sociales.

Los temas que interesan a la cienciometría incluyen el crecimiento cuantitativo de la ciencia, el desarrollo de las disciplinas y sub-disciplinas, la relación entre ciencia y tecnología, la obsolescencia de los paradigmas científicos, la estructura de comunicación entre los científicos, la productividad y creatividad de los investigadores, las relaciones entre el desarrollo científico y el crecimiento económico etc.

De acuerdo al criterio de Fernández (2001), en los procesos de evaluación existen tres preguntas clave, que han sido reseñadas por Kostoff, implícitas o explícitas, relacionadas con el impacto de la investigación:

1) ¿Cuál ha sido la amplitud de los impactos a largo plazo de investigaciones realizadas en el pasado?
2) ¿Cuáles han sido el éxito y los impactos de investigaciones realizadas recientemente?

3) ¿Cuál es el conocimiento que se proyecta ganar de la investigación propuesta, qué tipo de beneficios se podrían obtener y cuál es la probabilidad de que estos resultados a largo plazo puedan ser obtenidos?"

Estas preguntas pueden ser planteadas en distintos niveles. En el nivel micro reflejan la competencia entre distintos proyectos de investigación. En el nivel mezo puede tratarse de tomar decisiones acerca de qué área disciplinaria debe ser priorizada para el financiamiento de proyectos. En el nivel macro las preguntas expresan la competencia por recursos para la ciencia y tecnología, en detrimento de otras áreas de atención del estado tales como la salud, la educación o el empleo.

Estas tres preguntas adquieren especial relevancia si se toma en cuenta que abordan algunas de las principales cuestiones de la política científica y tecnológica, esto es, la asignación de recursos, el establecimiento de prioridades y la evaluación. A su vez, se refieren a uno de los núcleos centrales de las políticas públicas en general, el necesario y permanente *trade-off* entre las distintas políticas del estado. Para intentar encontrar respuestas más "objetivas" a las preguntas mencionadas, se hace necesario contar con indicadores de impacto de la ciencia y tecnología, es decir, indicadores que tomen en cuenta las consecuencias a largo plazo de las investigaciones, los desarrollos y el propio conocimiento científico y tecnológico. El impacto de la ciencia y tecnología puede ser clasificado en función de su objeto: impacto en el conocimiento, impacto económico e impacto social.

Los impactos en el conocimiento se miden, habitualmente, a través de técnicas bibliométricas. Las mediciones se basan, específicamente, en las citas recibidas por el documento (publicación científica o patente) en otros documentos. Este tema no será tratado con detalle en este documento y existe una amplia bibliografía al respecto. Los impactos económicos también están definidos con cierta precisión. Se dispone de indicadores normalizados para considerar la balanza de pagos de tecnología (OCDE, 1990), el comercio de bienes de alta tecnología y, principalmente, la innovación tecnológica (OCDE, 1996).

## 2. El proyecto de investigación científica como plataforma para la planificación, medición, seguimiento y evaluación del impacto

### 2.1. Del resultado al impacto

El primer aspecto consciente al abordar el impacto como categoría de la ciencia y la innovación tecnológica es considerarlo como el cambio o conjunto de cambios, duradero, que se produce en la sociedad, la economía, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, mejorando sus indicadores como resultado de la ejecución de acciones de I+D+IT que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías.

Con ello no se pretende ofrecer una definición académica, ni tampoco crear la categoría de impacto de la ciencia y la innovación tecnológica en Cuba. Este es un fenómeno independiente de nuestra disposición y voluntad y consecuencia del desarrollo científico y tecnológico de nuestro país. Se trata, simplemente, de empeñarnos en identificar y cuantificar este impacto.

Se habla, en la definición, de cambio o transformación de lo existente por algo superior que beneficie al ser humano, a la economía, la sociedad, etc. Además, se pide que sea duradero, no efímero por determinadas circunstancias. No es solo el resultado; es además, su efecto, su repercusión en las personas, la economía y el medio ambiente. Es cierto que el impacto puede ser positivo o negativo, previsible o imprevisible.

Para que los cambios se consideren como impacto tienen que ser resultado de acciones de I + D y de innovación tecnológica (IT), que son aquellas que se organizan mediante programas y proyectos, se establecen en los planes de ciencia e innovación tecnológica, en los planes de negocios, en los planes de inversiones, en el plan de generalización u otras herramientas organizacionales reconocidas en el país e incluyen investigaciones, desarrollos tecnológicos, transferencias de tecnologías, procesos tecnológicos, comercialización de productos y otras acciones vinculadas a la actividad de ciencia y tecnología, que agregan valor a los productos, servicios y procesos, haciéndolos competitivos.

Sin resultados no hay impacto. Si nos quedamos en el resultado, hablaremos de un posible –o potencial- impacto, pero no de impacto real. El resultado refleja el grado de cumplimiento del objetivo. El impacto es un beneficio logrado, medible, que aportó a la economía, favoreció a alguien, mejoró algo, etc. Hay que cubrir el espacio que hoy nos queda entre los conceptos de resultado e impacto (Quevedo *et al*., 2003).

2.2. El proyecto de investigación como herramienta para considerar el impacto. Metodología propuesta

Hoy en día, la palabra “proyecto” es una de las más escuchadas en boca de empresarios, banqueros, comerciantes, investigadores, científicos, académicos, artistas y cientos de personas de disímiles perfiles profesionales, para todos ellos con el mismo significado: la concreción de objetivos visualizados de cara al futuro para resolver situaciones problemáticas que enfrentan los entornos en que se desempeñan, con el fin de que les permitan dar un salto cuantitativo y cualitativo (Vigil, 2001).

El propio autor, haciendo referencia al carácter cíclico de los proyectos, ha planteado que a pesar de que la distribución de las fases de los proyectos es muy diversa, existe un consenso generalizado en una buena cantidad de especialistas que considera abordarlas para su estudio de la siguiente forma: diseño–ejecución y seguimiento-evaluación.

La metodología que sugieren los autores parte de considerar el impacto en tres fases clásicas del ciclo de un proyecto. Las particularidades serán expuestas a continuación.

a) - Fase de diseño

Tomando como antecedente el planteamiento del párrafo anterior, resulta evidente lo útil que puede resultar el proyecto, en tanto documento que debe plasmar en primera instancia, los resultados que deben alcanzarse al concluir algunas de sus etapas o al finalizar en su conjunto. Sin embargo, esos resultados, concebidos y

planeados, no bastan por si solos; habrá que definir los impactos que se desprenden de los mismos.

Se da por sentado que un proyecto implica la realización de determinadas transformaciones que son necesarias ejecutar en el marco de un ámbito concreto, con fronteras temporales bien definidas y con resultados destinados a solucionar una problemática que beneficiarán a uno o varios actores en un contexto dado.

Todas estas ideas relacionadas con la esencia del proyecto, sus objetivos, medios y recursos requeridos y el análisis de viabilidad, se conciben y planifican en la fase de diseño del proyecto. En el mundo contemporáneo, el esquema o estructura que permite organizar el pensamiento creador para dar forma a un proyecto, es el Marco Lógico (ML). Este elemento no es, pues, el proyecto en si mismo, sino una parte muy importante de una metodología que ayuda a convertir un problema en soluciones transformadoras.

Las principales propiedades que lo caracterizan son las siguientes: 1) es una herramienta de dirección, en tanto constituye un esquema lógico que permite organizar adecuadamente los elementos necesarios para definir un problema y determinar las vías para enfrentarlo y resolverlo bajo determinadas condiciones; 2) es una herramienta ideal para organizar el trabajo de los grupos de actores que ejecutarán la transformación que se desea, en consonancia con las aspiraciones de los beneficiarios y con los intereses de los que aportan el financiamiento y con las condiciones que se disponen para solucionarlo.

No es objetivo de este trabajo centrar la atención en el Marco Lógico en sí. Se asume que el lector o los especialistas en el tema son conocedores de las características y potencialidades de esta herramienta lógica.

Partiendo de ese supuesto debemos entonces destacar que el ML es una matriz de 4 columnas por 4 filas. Dos de esas columnas están destinadas a describir el proyecto y su contexto (primera y cuarta), mientras que las dos restantes (segunda y tercera), describen los índices (indicadores) e instrumentos de medida del cumplimiento del proyecto.

Tratando éste trabajo del impacto y de los indicadores para su medición, nada más lógico que demostrar que la herramienta idónea para tratar el problema del impacto y sus indicadores es el ML, habida cuenta de que el mismo da la posibilidad de definir y plasmar las categorías más importantes que marcan la robustez de un proyecto: resultados e impactos.

Convendría entonces destacar la significación del término “resultado” en las condiciones de nuestro país. El resultado es la expresión cualitativa o cuantitativa alcanzada como consecuencia de cumplimentar el propósito del ML. A los resultados que adoptan una forma material dada se les denominan “salidas” del proyecto, y en el Sistema de Ciencia e Innovación tecnológica de Cuba, las salidas se presentan bajo las formas siguientes: 1) tecnologías (entendidas como un compendio de técnicas y/o procedimientos o equipamiento de avanzada); 2) nuevos productos (materiales, sustancias y medios con propiedades cualitativamente superiores y novedosas al ser

aplicadas al compararse con sus antecesores y con su correspondiente registro de autoría); 3) prototipo (es el producto tipo o producción cero, no comercializable, que servirá como paradigma para la realización de las pruebas y ensayos antes de su escalado o producción continua); 4) software (tratase de un programa informático sencillo o de un paquete de éstos, con su correspondiente registro de propiedad); 5) libro (material monotemático de varias páginas convenientemente registrado por la editorial); 6) artículo científico (trabajo científico de varias cuartillas, resultado de una o más etapas de una investigación, correctamente indexado en las bases de datos nacionales o internacionales); 7) monografía (trátese de una recopilación de escritos y trabajos relacionadas con una o varias temáticas, con menor rigor científico que el libro, y reconocido legalmente por la editorial); 8) trabajos presentados en eventos científicos (nacionales o internacionales); 9) tesis de Maestría y/o Doctorado; 10) premios de relevancia nacional e internacional. Lo más corriente es que en un proyecto se obtengan varios de estas salidas.

Lógicamente, de los resultados se derivan las actividades o tareas que son necesarias acometer para alcanzarlos. Tanto los resultados como las tareas se formulan en términos de “impacto”, es decir, en lo que dejará como impacto cuando se ejecute la misma. Bajo esta concepción, ellos no pueden enfocarse como elementos aislados alcanzados, sino como impactos en cualesquiera de las manifestaciones vistas: científica; tecnológica, social, ambiental y económica. Por otra parte, estos resultados deben ser reflejo de los intereses de los clientes en tanto usuarios o dueños (financistas).

Pero, ¿qué es realmente un impacto? Podemos acogernos a la definición sugerida por López y Lugones (1997), cuando señalaron que “es el cambio o conjunto de cambios duraderos que se producen en la economía, la sociedad, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente, mejorando sus indicadores como resultado de la ejecución de acciones de I + D + IT que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías”. Estamos ante una definición compleja, que requiere de algunos análisis pormenorizados para su cabal comprensión. Ante todo, implica un cambio o transformación duradera, es decir, sostenible en el tiempo, en cualesquiera de los ámbitos citados. En segundo lugar, exige la presencia de indicadores, o sea, de parámetros cuantitativos, medidores, que se hayan obtenido de la actividad de investigación para introducirse en la práctica social (desarrollo) y, finalmente, puedan incorporase nuevamente al ciclo en tanto una innovación, aunque este último aspecto, no es totalmente obligatorio. Por último, y no por ello menos importante, no debe haber un impacto que no sea capaz de introducir un valor agregado a la producción, los servicios, los procesos o tecnologías.

Partiendo de que existe una identificación con estas características del impacto, estamos en condiciones de ver como llegamos a ellos a través de la matriz del ML.

Ahora bien, un ML es un esquema de un proyecto, que debe ser controlado. La base de la necesidad del control está en la dirección del proceso de ejecución del proyecto.

En muchas ocasiones, suponiendo ingenuamente que a mayor número de mediciones de control (esto es, informes, estadísticas, etc.) mayor satisfacción del dueño y del cliente, se llena un proyecto de burocracia innecesaria y perturbadora. Esto conlleva a reflexionar sobre que el control no es simplemente un elemento técnico, y que los proyectos no están exentos de una dosis de política instrumentada.

El descontrol (ausencia de control), por otra parte, no resulta posible ni sensato. Nadie apoya un proyecto en el que su papel sea simplemente otorgar fondos (dinero) para ejecutar algo, sin enterarse de cómo se usan estos fondos y qué efectos tuvo ese financiamiento en el logro de los objetivos y metas propuestos (control). Esta es la razón por la que aparecen las otras dos columnas del ML: Col 2) -Indicadores Objetivos de Verificación (IOV) y Col 3) -Medios de Verificación (MV).

Los IOV permiten al proyecto "llevar la contabilidad" y definir si en realidad está obteniendo los resultados esperados. Estos IOV deben cumplir el criterio CCT: Cantidad, Calidad y Tiempo, y deben formularse en términos de impacto.

Ejemplos de IOV pueden ser:

- más del 80% de los encuestados afirman estar satisfechos con el servicio recibido después de 1 año de implementado el proyecto.
- tres laboratorios de computación montados a los 6 meses de iniciado, 6 laboratorios al cabo de 1 año, 9 al cabo de 1.5 años y 12 al cabo de 2 años.
- impartidos 4 cursos de entrenamiento en computación después de 9 meses de iniciados.

Por su parte, los MV son los medios con los que serán evaluados los IOV. En correspondencia con los IOV planteados anteriormente, los MV pueden ser:

- encuestas organizadas sobre la prestación del servicio,
- informe de los consultantes sobre los laboratorios montados después de la visita realizada,
- registro de matrícula y calificaciones alcanzadas en los cursos,
- informe parcial o final del proyecto.

Como se ha indicado, los IOV deben formularse de forma que midan el impacto del proyecto y no como simple registro de los hechos realizados. Igualmente, el enfoque de los informes que se realicen para el dueño o el cliente deben evaluar, de forma concisa y clara, el impacto del proyecto en el logro de sus resultados.

b) - Fase de ejecución–seguimiento

Esta fase representa el momento cumbre de todo proyecto, el momento en que todas las acciones planificadas se trocarán en acciones concretas que transformarán nuestro entorno, que nos llevarán a la satisfacción de nuestras necesidades, a la solución de nuestros problemas, a la realización de nuestros sueños, siempre que se desarrolle adecuadamente.

La ejecución está caracterizada por la realización de las acciones concretas que exige cada proceso o actividad correctamente definidas en un plan o cronograma de

ejecución. Normalmente, durante su concreción se consume una cantidad determinada de recursos materiales, dinero y tiempo, y es precedida de una serie de análisis que nos indican si se debe seguir por el camino diseñado o se debe cambiar el rumbo de las acciones para lograr el impacto planificado. En este sentido, para alcanzar el impacto planificado, es necesario haber obtenido el resultado, y el resultado es la materialización, de manera correcta y secuenciada, de una serie de acciones, alcanzado parcialmente (durante las etapas de ejecución) o al finalizar el proyecto completo.

El seguimiento, por su parte, es lo que muchos definen como el proceso de análisis constante que es inherente a la fase de ejecución, aunque algunos autores lo separen como recurso metodológico para facilitar su explicación como un momento de la gestión del ciclo del proyecto. Es muy importante comprender que el seguimiento proporciona criterios muy objetivos sobre la adecuación o no de las acciones y el posible rumbo de la siguiente acción prevista, toda vez que está basado en la auto-evaluación de cada acción realizada.

Para hacer más eficaz el seguimiento de la ejecución, que por lo general es un proceso que no debe demandar demasiado tiempo y recursos del proyecto, se utilizan un grupo de indicadores cuantitativos y cualitativos, perfectamente medibles y verificables, definidos en la matriz del impacto durante la fase anterior de diseño del proyecto.

Para controlar estos indicadores, previamente debe haberse definido una estrategia de actuación en el propio proyecto, que considere, entre otros, los siguientes aspectos: personal que realizará la medición de los IOV y los MV, herramientas prácticas que utilizarán en la verificación y presentación de los resultados. Es importante definir quíen o quíenes van a realizar la medición de ambos indicadores, tanto en número como en calificación. Para ello puede designarse personal del propio proyecto o contratarse a inspectores externos al proyecto, en dependencia del nivel de recursos financieros existentes. La primera variante asegura un conocimiento exhaustivo de las interioridades de la ejecución (conocimiento de la secuencia de actividades, de la tecnología diseñada, de los recursos técnicos financieros disponibles, etc.), lo que presupone una autoevaluación más eficaz que la que podrían desarrollar expertos foráneos. Sin embargo, otros prefieren designar a inspectores exógenos porque consideran que las posibilidades de imparcialidad serán mayores y, por tanto, la valoración final resultaría, sin lugar a dudas, más objetiva.

Por otra parte, los inspectores se apoyan en varias herramientas cuya función básica es recoger, de forma periódica, la evolución de la gestión del proyecto a lo lago de su ciclo de vida. Entre las más importantes y corrientes se encuentran: los informes de seguimiento (los cuales deben reflejar la situación general en que se encuentra en el momento de la elaboración), las visitas de supervisión, la implementación de fichas comparativas de seguimiento, entrevistas, encuestas, muestreos, reuniones con beneficiarios y, por supuesto, todos los documentos contables, documentos de avance físico (tales como cronogramas de avance, diagramas de barras, diagramas de redes, etc) y otros medios técnicos documentales (fotografía, video, películas, etc).

Una herramienta informática moderna que reúne todas las condiciones como plataforma para ejercer el control de la ejecución y seguimiento, es el software **Microsoft Project,** el cual permite controlar desde la programación inicial del proyecto (línea base), todos los avances que se van produciendo paulatinamente en las diferentes actividades (físicos y en dinero), así como organizar desde él las reuniones interactivas con los diferentes actores del proyecto para analizar la marcha de los trabajos y tomar las decisiones correspondientes, utilizando en su conjunto las tecnologías de la informática y las comunicaciones (TIC) y dicho software. Lo anterior permite hacer un uso efectivo de las tecnologías más modernas para la gestión integrada de proyectos (envio de informes mediante correo electrónico, utilización de páginas web para la diseminación de la información, acceso a grandes bases de datos, compartir dicha información y realizar presentaciones basadas en informes de la marcha de los proyectos. Con todas estas posibilidades, la presentación de informes y resultados a los directivos podrá realizarse de una manera más profesional y efectiva.

Todas estas herramientas deben ofrecer, sintéticamente, la información más actualizada posible sobre las actividades desarrolladas y su interrelación con los resultados esperados, la situación financiera, las modificaciones que han tenido que ser instrumentadas, las dificultades e incidencias que han surgido en la práctica, así como la valoración de las acciones inmediatas a emprender en el futuro del proyecto. Aunque la prioridad de estos informes depende de la naturaleza y características del proyecto, se recomienda al menos que se haga con una frecuencia trimestral (Vigil, 2003).

c) - Fase de evaluación

La evaluación es un proceso en el que se califica y se emiten valoraciones conclusivas y definitivas sobre los resultados del proyecto hasta el momento en que se realiza. Es una acción concreta en el tiempo y no un proceso de carácter continuado. Es un proceso que implica una valoración analítica más detallada, profunda y de mayor alcance que el seguimiento, que revisa todas las fases y componentes de las acciones del ciclo y que arroja información sistemática y objetiva sobre la pertinencia del impacto, sobre la correspondencia en la práctica de las relaciones preestablecidas durante la fase de diseño, entre los componentes esenciales de lo que se puede definir, metafóricamente, como la columna vertebral del proyecto: la relación lógica entre actividades - resultados esperados- objetivo específico - objetivo general.

Como regla, el proceso de evaluación se articula en diferentes ámbitos, muy en dependencia de la línea e intereses de los financistas y de muchos elementos de contexto que no pueden ser generalizados como: políticas, situaciones especificas, clima de confianza entre los actores y financistas y muchas otras.

Con mucha regularidad, los procesos de evaluación son considerados como acciones externas que son llevadas a cabo por expertos ajenos a las acciones del proyecto y que son contratados por el financista o por las partes. Para hacer este trabajo no se descarta la implementación de procesos de evaluación interna o mixta

Específicamente en cuanto al impacto, lo más lógico debería ser realizar una evaluación un tiempo después de haber concluido el proyecto para valorar, en el

territorio de influencia (área de estudio) del proyecto, el verdadero nivel del impacto alcanzado y la consolidación de las acciones emprendidas en él, con vistas a una programación ulterior de las acciones que le darán continuidad, una vez concluido este formalmente.

En general, las herramientas que suelen utilizarse en el proceso de evaluación no difieren mucho de las empleadas en el seguimiento, siendo las de mayor uso: las matrices de evaluación, las entrevistas, las dinámicas grupales y la observación en el terreno.

**Estudio de caso**

Para ilustrar los conceptos y ganar un poco más en claridad respecto de la necesidad e importancia de la planificación del impacto desde el mismo momento de la génesis de un proyecto (fase de diseño), hemos seleccionado un proyecto incluido en el Programa Científico-Técnico Territorial del CITMA "Desarrollo Agropecuario de la UNAH" y cuyo título es "Catastro agropecuario digital en ambiente SIG de las áreas de producción de la UNAH".

Para demostrar los aspectos teóricos plasmados en este trabajo, en relación con la planificación del impacto, se ha aplicado la metodología propuesta por los autores, consistente en los siguientes pasos: 1) estudio profundo del proyecto y dominio de su cronograma de ejecución; 2) diseño del marco lógico; 3) definición de los tipos de impacto presentes en la matriz y 4) control y seguimiento de los impactos en los diferentes fases del ciclo del proyecto.

Con el ánimo de simplificar un poco el trabajo, se decidió no desagregar el Marco Lógico en su totalidad, sino trabajarlo solamente en sus tres primeras filas y dejar sin desarrollar la fila correspondiente a las Actividades, habida cuenta de que el proceso es el mismo que en las filas anteriores.

La desagregación debe comenzar por la primera fila, llenando de izquierda a derecha, es decir, la Meta, luego los Indicadores Objetivos de Verificación (IOV) que son necesarios para alcanzar esa meta, después los Medios de Verificación (MV) requeridos para garantizar el cumplimiento de cada uno de los IOV y, finalmente, los factores del Contexto o Hipótesis, que reflejen las condicionales del micro y macro-medio que deberían cumplirse para que los indicadores definidos pueda llegar a feliz término. Debe observarse que la desagregación se produce de izquierda a derecha y puede ser seguida, fácilmente, por la numeración en forma de taxones que precede a cada elemento de la matriz. Por ejemplo, la Meta comienza con el I, sus IOV con I.1, los correspondientes MV con I.1.1, y, finalmente, el Contexto I.1.1.1 (ver Tabla 1).

Posteriormente, se pasa a la segunda fila y se aplica el mismo esquema y así, sucesivamente, hasta la cuarta fila (Actividades).

Nuestro interés principal debe recaer en las columnas 2 y 3, donde se han determinado los IOV y los MV, respectivamente. El primer comentario a hacer es que los IOV han sido redactados en términos de impacto, es decir, en términos de trasformaciones que deberán producirse. Si analizamos la estructura de los impactos

vemos que de un total de 10, uno tiene naturaleza económica, dos son sociales y siete están en el campo científico. No existe representación de impactos en los campos sociales y medio-ambientales pero no olvidemos que esta matriz está elaborada parcialmente, para ejemplificar, y que falta la fila4 (Actividades) por completar.

**Tabla 1. El marco lógico para el proyecto en estudio**

| DESCRIPCION | IOV | MV | CONTEXTO |
|---|---|---|---|
| **I. META**<br>Coadyuvar a la creación de una Empresa Agropecuaria de excelencia a escala nacional. | **1.1** Incrementar los resultados económicos y productivos en un 10% anual. | **1.1.1** Informe de Anual de Producción.<br>**1.1.2** Nómina salarial de la granja.<br>**1.1.3** Indicadores económico-financieros | **I.1.1.1** Se ha elaborado el informe correspondiente.<br>**I.1.2.**1Se ha confeccionado correctamente la nómina.<br>**I.1.3.1** Se han elaborado y evaluado correctamente los indicadores. |
| **II. PROPÓSITO**<br>Incrementar la eficacia de la gestión administrativa de los directivos de la granja "Guayabal". | **II.1** Calificar a 5 Directivos de la Granja al inicio.<br>**II.2** Impartir un curso a 5 directivos/año sobre el uso y manejo del SIG.<br>**II.3** Diseñar y preparar el programa curricular para el curso.<br>**II.4** Montaje de la sala (1) de Geoinformática en la Granja**.** | **II.1.1** Evaluaciones finales a cada cursante.<br>**II.2.1** Informe técnico con el contenido del Programa Curricular.<br>**II.4.1** Plano de las instalaciones técnicas de la sala de Geoinfomática. | **II.1.1.1** Se han preparado los recursos humanos requeridos.<br>**II.2.1.1** Se han creado las condiciones materiales necesarias.<br>**II.3.1.1** Se ha diseñado y preparado el Programa curricular.<br>**II.4.1.1** Se ha adquirido el equipamiento necesario.<br>**II.4.1.2** Se ha creado la infraestructura técnico-material necesaria. |
| **III. RESULTADOS**<br>**1.** Diseñar e implementar un SIG para la gestión integral.<br>**2.** Incrementar la eficiencia de los procesos de gestión.<br>**3.** Incrementar la relevancia científica del equipo del proyecto. | **III.1.1** Catastro digital (1) en ambiente SIG de la Granja "Guayabal".<br>**III.2.1** Impartir un (1) Seminario semestral sobre toma de decisiones mediante SIG.<br>**III.3.1** Producir dos (2) Tesis de Maestría en Geoinformática agrícola.<br>**III.3.2** Escribir 4 artículos científicos para publicación en fuentes indexadas.<br>**III.3.3** Presenta dos (2) trabajos a eventos científicos internacionales. | **III.1.1.1** Dictamen técnico del órgano científico sobre validez del SIG.<br>**III.2.1.1** Evaluaciones finales a los seminaristas.<br>**III.2.2.1** Criterio del Órgano científico sobre el contenido del seminario.<br>**III.3.1.1** Criterio del Órgano científico sobre la aprobación de las tesis.<br>**III.3.2.1** Criterio del Órgano científico sobre la aprobación de las publicaciones.<br>**III.3.3.1** Criterio del Órgano científico sobre la aprobación de los trabajos presentar. | **III.1.1.1.1** El producto reúne las especificaciones técnicas exigidas.<br>**III.1.2.1.1** Existe la infraestructura técnica necesaria.<br>**III.2.2.1.1** Se ha diseñado adecuadamente el contenido del seminario.<br>**III.1.3.1.1** Existen los recursos humanos capacitados suficientemente.<br>**III.2.1.1.1** Se han creado las condiciones materiales necesarias.<br>**III.2.2.1.1** El programa preparado tiene la calidad requerida para incidir en la eficiencia.<br>**III.3.1.1.1** Las tesis de Maestrías van a resolver una problemática concreta en la Granja.<br>**III.3.2.1.1** Se han escrito y gestionado a tiempo su publicación.<br>**III.3.3.1.1** Se conocen con tiempo las convocatorias para presentar los trabajos. |
| **IV. ACTIVIDADES** | | | |

Otro importante aspecto de la estructura de los impactos, que debería extraerse de la matriz elaborada, es lo referente a la estructura temporal de los impactos, es decir, la cantidad y tipos de impactos por cada una de las tres fases del ciclo del proyecto, a saber: durante el diseño, en la ejecución-seguimiento y en la fase de evaluación. Esto permitiría al equipo de dirección del proyecto trazar las estrategias más adecuadas en materia de gestión en cada uno de esos momentos.

## Conclusiones

El trabajo brinda una panorámica del estado actual de la medición del impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología, a escala internacional, destacando los hitos fundamentales en su evolución histórica.

Se enfatiza en la necesidad de adoptar y fortalecer una estrategia nacional para su implementación en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica. A pesar de resultar un tema complejo, se considera que la incorporación y posterior generalización de estos principios conducirán por el camino de hacer un uso más racional de los escasos recursos financieros de que dispone el país y contribuirá a alcanzar resultados e impactos que sean portadores de las transformaciones producidas en el ámbito social, tecnológico, científico y medio ambiental.

Como parte de las acciones necesarias para potenciar la medición del impacto por medio de indicadores, se ratifica la importancia del proyecto como herramienta gerencial imprescindible para la definición, manejo y evaluación del mismo, a lo largo de las fases de su ciclo: i) identificación, ii) diseño, iii) ejecución–seguimiento y iv) evaluación.

Para ello se sugiere una metodología que tiene su punto de partida en la elaboración del Marco Lógico del proyecto, y en la fase de diseño (de análisis), emergerán los Indicadores Objetivos de Verificación y los Medios de Verificación requeridos. Dicha metodología abarca los siguientes pasos: 1) estudio del Proyecto y confección de su Estructura de Desagregación; 2) diseño del Marco Lógico y determinación de los Indicadores y tipos de impactos; 3) definición de las Herramientas de verificación y el Equipo de inspectores; y 4) control y seguimiento del Impacto en las diferentes fases del ciclo del proyecto. Finalmente, para ilustrar la viabilidad de la metodología propuesta, se aborda un estudio de caso.

## Referencias


Fernández, E. **La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología.** En: Albornoz, M. (Comp.). Temas actuales de indicadores de ciencia y tecnología en América Latina y el Caribe. RICYT, 2001.

López, A. y Lugones, G. **El proceso de innovación tecnológica en América Latina en los años 90. Criterios para la definición de indicadores.** Curso-Taller “Indicadores de Innovación Tecnológica”, Bogotá, 1997.

López, J.A. y Luján, J.L. **Observaciones sobre los indicadores de impacto social.** Seminario–Taller “Sociedad de la información y promoción de la cultura científica”, Lisboa, 2001.

OECD. **TBP Manual.** OECD, Paris, 1990.

OECD. **Frascati Manual.** OECD, Paris, 1993.

OECD. **Patent Manual.** OECD, Paris, 1994.

OECD. **Canberra Manual.** OECD, Paris, 1995.

OECD. **Oslo Manual.** OECD, Paris, 1996.

Quevedo, V., Chía, J. y Rodríguez, A. **Hacia la medición de la actividad científica y tecnológica a través de impacto de sus resultados.** (Sin publicar). CITMA, 2003.

RICYT/OEA/CYTED. Manual de Bogotá. RICYT, Bogotá, 2001.

Spinak, E. Indicadores cienciométricos. Ci. Inf. Vol. 27, No.2. Sao Paulo, 1998.

Vigil, C.A. **Algunas ideas clave para la gestión de proyectos internacionales en las universidades cubanas.** Editorial Félix Varela, La Habana, 2001.

# LA DIRECCIÓN INTEGRADA POR PROYECTOS EN EL MARCO DE LA CIENCIA Y LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

***Roberto Delgado Victore[1] y Maria A. Vérez García[2]***
***[1]Dirección de Ciencia y Técnica. Ministerio de Educación Superior***
***[2] Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarria"***

## Introducción

El desarrollo acelerado de la ciencia e innovación tecnológica, el desarrollo de la capacidad científica del hombre, la política de organización por proyectos, las tecnologías de la informática y las comunicaciones (TIC) y las tecnologías de avanzada crean la condiciones necesarias para la aplicación de la Dirección Integrada por Proyectos (DIP) con el apoyo de las TIC. El reto actual al que se enfrentan la ciencia e innovación tecnológica hacen cada día mas necesaria la aplicación de técnicas de organización y dirección acordes con el entorno, creando las condiciones para lograr proyectos de alta calidad en función de las necesidades del cliente. El entorno actual requiere de un desarrollo armónico entre las tecnologías, los recursos y los sistemas integrales de dirección con el objetivo de obtener proyectos competitivos de alta calidad con el propósito de obtener los objetivos en los plazos de tiempo programados, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida en los proyectos de investigaciones.

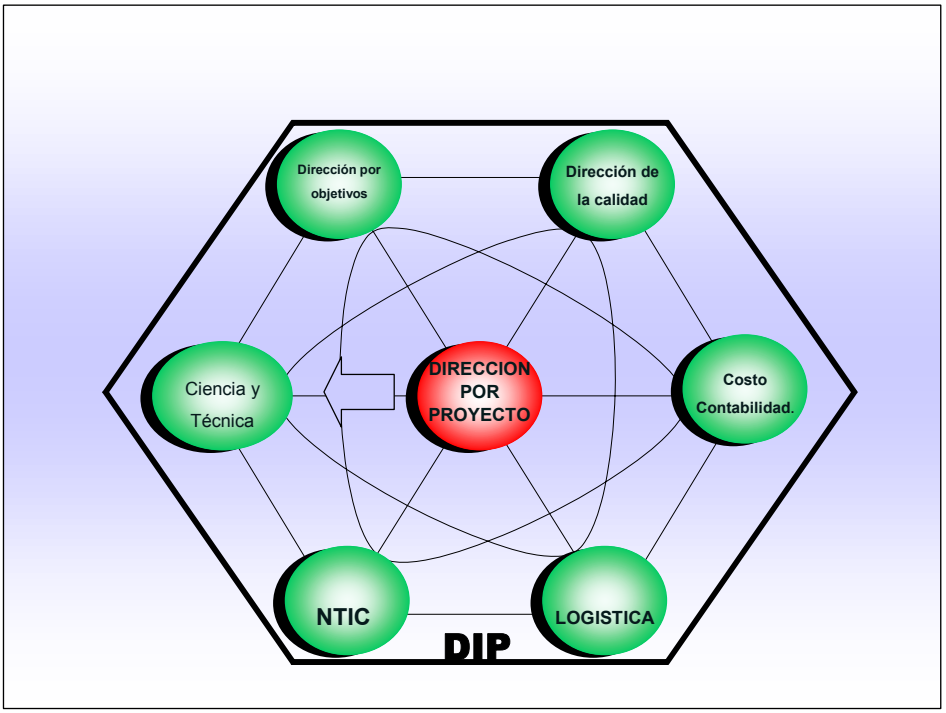
El proceso de ciencia e innovación tecnológica está presente de una u otra forma en todas las empresas de producción o servicio y es el motor impulsor de las aplicaciones y generalizaciones que mantienen la imagen, la competitividad y la lucha por la excelencia.

La introducción de la ciencia e innovación tecnológica en la empresa requiere de una adecuación a sus propias características y es lo que comúnmente se denomina "traje a la medida". Por tanto, la transferencia de tecnología o la generalización de resultados requieren de una adecuación que, a veces se apoya en la investigación. En ocasiones, cuando las transformaciones son importantes y el riesgo es apreciable, se requiere del apoyo de una investigación básica o aplicada para garantizar el éxito. Estos trabajos se ejecutan regularmente con la cooperación de las universidades o centros de investigaciones.

La ciencia e innovación tecnológica son procesos en los que participan un conjunto de áreas de la estructura funcional que requieren de una integración del sistema para garantizar su éxito, haciendo uso del proyecto como medio de lograrla. La ciencia e innovación tecnológica tiene como objetivo el brindar soluciones a las necesidades del desarrollo social, tomando como unidad básica organizativa el proyecto. La determinación de qué es necesario hacer pasa por un proceso de evaluación colectiva, la participación de expertos, la selección del director del proyecto y

su equipo. La integración de las áreas de Investigaciones, Posgrado, Relaciones Internacionales, Economía, Computación y el Consejo Científico en los centros es un proceso que tiene como objetivo lograr el éxito del proyecto y el desarrollo del centro.

Para lograr este propósito se hace necesario integrar en el proyecto la dirección estratégica, la dirección de la calidad, los sistemas de costos avanzados, la contabilidad y la logística (Delgado,1977), apoyados por las TIC en función de la ciencia e innovación tecnológica.




El uso de las TIC, con un enfoque sistémico, permite establecer un sistema de Dirección por Proyectos capaz de garantizar su desarrollo desde la etapa de concepción, planificación y programación hasta la de control de la ejecución, haciendo uso de técnicas de diagnóstico y pronósticos con el uso de los sistemas informáticos profesionales y los complementos de **Office**.

El tema desarrollado tiene como objetivo la aplicación de una metodología para la organización y dirección de proyectos en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.

En la metodología propuesta se analizan las etapas fundamentales de la elaboración de proyectos, tomando como base el método de redes, apoyado por los sistemas informáticos profesionales más actualizados como **Microsoft Project 2002** y los complementos básicos de **Office 2000**. Se desarrolla la aplicación de los algoritmos de optimización, evaluación de variantes y análisis de costo y tiempo. Se obtiene el cronograma de ejecución y la curva de distribución de los recursos claves en función de la programación. En el proceso del control de ejecución, se desarrolla la evaluación del proyecto o conjunto de proyectos, con técnicas de diagnóstico y pronóstico sobre la

base de una visión estratégica que brindan los elementos necesarios para la toma de decisiones en el marco de la DIP, apoyada por el uso de las redes informáticas, los servidores y el correo electrónico.

**Visión de la Dirección Estratégica Integrada para los proyectos de investigación**

Para formular los objetivos mencionados anteriormente, se hace necesario desarrollar la visión a partir de la evaluación de los modelos de pronósticos del entorno para el próximo periodo, los que estarán asociados a los siguientes aspectos:

- Se desarrolla con éxito la estrategia de fortalecimiento e integración del proceso de ciencia y técnica tomando como unidad básica organizativa el PROYECTO.

- El proyecto es la unidad básica organizativa en la que se materializa la integración de las fortalezas científicas, en función de un resultado promisorio. Las tareas de los proyectos constituyen la unidad mínima de control.

- La concepción de los proyectos multidisciplinarios se elabora por equipos de expertos, seleccionando el director del proyecto y su equipo. Se estimula el desarrollo de la sinergia. El director con su equipo ejecutan lo aprobado por el colectivo de expertos.

- La integración, coordinación y cooperación entre las universidades y centros de investigaciones se facilita con la comunicación a distancia para garantizar la continuidad de los proyectos. El uso de los recursos compartidos a distancia en los proyectos permite un uso racional de los mismos.

- Las teleconferencias, co-laboratorios y comunicaciones a distancia se facilitan si se dispone de los proyectos actualizados en formato electrónico.

- Se hace uso del fondo de recursos compartidos en el proceso de planificación y control de ejecución.

- El proyecto es una de las principales vías para la búsqueda de financiamiento, tanto nacional como internacional. El formato electrónico y las TIC facilitan este proceso.

- El área de computación garantiza la logística informática para la actualización de las bases de datos, la publicación de los resultados y el tráfico informático de proyectos a través de las redes.

- El Consejo Científico elabora la política de ciencia y técnica y se apoya en las TIC para verificar el cumplimiento de la misma.

- Todos los proyectos elaboran su fase de concepción y, una vez aprobados por el nivel correspondiente, se procede a su inscripción y depósito en la red para su publicación en la base de datos de proyectos en ejecución.

- El proyecto se lleva a un formato electrónico para facilitar su publicación en la red y el acceso de las partes interesadas, tanto a la concepción como a su control de ejecución.

- El proceso de comercialización de los resultados de la ciencia e innovación tecnológica se materializa en proyectos. Se identifica el negocio con el proyecto. Se definen el flujo de caja, el TIR, el VAN y el Periodo de Recuperación con el apoyo de las TIC.

- El área de Economía publica toda la información necesaria (tasas, normas de producción y consumo, bases de datos de proveedores de productos y fichas de costo, entre otras) para facilitar la elaboración de los presupuestos y contratos.

- Las relaciones contractuales juegan un papel importante en la negociación y en el éxito de los proyectos.

- El proyecto en formato electrónico facilita la comunicación, su actualización a distancia, contribuye con la calidad del mismo y eleva las posibilidades de éxito en los procesos de licitación en busca de financiamiento.

- La producción científico-técnica, asociada a tareas y resultados del proyecto, es publicada en la red a través de los proyectos. Se facilita a los investigadores el acceso a la producción científica a través de la red.

- Los resultados de los proyectos retroalimentan los procesos docentes de pregrado y postgrado.

- Los postgrados contribuyen con la generalización de los resultados de ciencia y técnica. Las plataformas informáticas y los modelos pedagógicos facilitan el trabajo de capacitación personalizada en el proceso de aplicación y generalización de los resultados.

- Se desarrollan las asesorías, consultorías y cursos necesarios para garantizar la capacitación y generalización de la gerencia por proyectos.

- Se garantiza el apoyo de publicaciones, libros y CD para facilitar la capacitación.

- Los doctorados forman parte esencial de los proyectos, donde se representan como subproyectos; se benefician del financiamiento y contribuyen con sus resultados.

- El área de Relaciones Internacionales facilita la colaboración por proyecto y se informa, apoyado por las TIC, del cumplimiento de los compromisos internacionales, de las salidas internacionales como necesidades de los proyectos y del uso del financiamiento internacional.

- Las direcciones y departamentos de Informática apoyan al director del proyecto y partes interesadas en las publicaciones y la administración de la información a través de las TIC.

- La actualización del proyecto se ejecuta por cortes en función del avance físico en el cronograma de ejecución

- El **Web Central**, **MS Project 2002** y **Outlook** facilitan la aplicación de las técnicas de trabajo en equipo.

- El almacén de recursos compartidos, aplicando las técnicas de **Data Warehouse** y **Data Mining** facilitan la integración y acceso de la estructura funcional a la información de los proyectos en la red.

- Se incorporan, periódicamente, la producción científica y los premios y distinciones obtenidos en el proyecto.

- En el control de los proyectos se valora el cumplimiento de los indicadores de publicaciones por especialista, entradas por investigador y patentes, entre otros.

- En cada evaluación del proyecto se genera información en base de datos que alimenta y actualiza las bases del centro.

- Los investigadores se benefician con el uso de las bases de datos, las consultas de la producción científica ejecutada y establecen los nexos de intercambio de información a distancia, en beneficio del cumplimiento de los objetivos de los proyectos y programas.

- Desde la base de datos de proyectos en ejecución del MES, es posible identificar los conflictos, acceder a la base del centro y, desde ella, directamente al proyecto actualizado, para acceder al cronograma de ejecución con sus costos, contabilidad (centro de costo por proyecto), resultados parciales y producción científica alcanzada, entre otros.

- El sistema, una vez configurado para los cortes previstos, brinda reportes de información personalizados a los departamentos, facultades, divisiones, centros, direcciones del MES y partes interesadas. Las bases de datos, a través de consultas, permiten obtener información complementaria. La publicación de tablas y proyectos permiten acceder a sitios y servidores en busca de información complementaria como pueden ser: informes de resultados parciales, publicaciones y contratos, entre otros. El sistema facilita el flujo de información entre las partes interesadas.

- El área de Economía tiene información del flujo financiero, la logística y la contabilidad de los proyectos. Publica la entrada al almacén de los recursos planificados por los proyectos.

- Se estimulan los encuentros de generalización con los clientes, con el objetivo de promover los proyectos de generalización.

- Los proyectos de generalización forman parte de los programas de generalización de los organismos usuarios de los resultados.

- Al cierre del proyecto se cuenta con toda la información necesaria para evaluar sus resultados y el desempeño de los participantes, en función de los

indicadores. Se cuenta con la información de Economía, Postgrado, Consejo Científico, Relaciones Internacionales y demás áreas de la estructura funcional sobre el proyecto.

- Antes de proceder al cierre del proyecto, el equipo de expertos evalúa el cumplimiento de los objetivos, el contrato, los resultados y la satisfacción del cliente.

- Los proyectos terminados, con todos sus resultados y producción científica, son almacenados convenientemente en una base de datos de proyectos concluidos, para ser consultados oportunamente. Constituye una base para la gestión del conocimiento de los proyectos y su aplicación en los nuevos proyectos. Se generan módulos del comportamiento que facilitan el diseño de los nuevos proyectos.

- La estructura funcional del centro tiene la necesidad y las habilidades necesarias para acceder a las bases de datos por proyectos y obtener la información que les compete para informarse, ejercer el control y contribuir con el buen funcionamiento del proyecto acorde con sus objetivos.

- Las bases de datos del MES se alimentan de las bases de datos de los centros y, a la vez, alimentan las de otros organismos interesados.

Para garantizar la visión planteada es necesario generar los objetivos y estrategias a todos los niveles para desarrollar un conjunto de acciones entre las que se encuentran:

1. Desarrollar un proyecto que recoja el proceso de integración de las áreas clave de la estructura funcional en los centros, con el objetivo de garantizar el éxito de los proyectos de investigaciones.
2. Garantizar el cumplimiento de las estrategias de fortalecimiento de la política de integración, tomando el proyecto como unidad básica organizativa del sistema.
3. Desarrollar sistemas informáticos a distancia, o de fácil acceso en las redes de los centros, para garantizar la capacitación personalizada de los participantes en el proceso de dirección por proyecto (DIP).
4. Elaborar una base de información en publicaciones, libros, base de datos de proyectos concluidos y CD que permitan la mejora continua del uso de la dirección por proyecto.
5. Contribuir al desarrollo de una política tendiente a elevar el nivel cultural informático de los participantes en el proceso de dirección por proyectos.
6. Estudiar los principales logros obtenidos en los centros y proceder a su divulgación y generalización.
7. Hacer uso del proyecto multidisciplinario como un medio de integración de las fortalezas científicas, en función de las necesidades principales del desarrollo social y económico.

**Concepción del proyecto**

La concepción del proyecto parte de una idea, necesidad y/o solicitud de un cliente entre otras diversas fuentes. En este marco, un colectivo evalúa la solicitud, define que hay que hacer, genera los objetivos, su alcance, configuración, requerimientos y restricciones con la participación del director del proyecto. Con esta información se realiza el análisis de factibilidad y la propuesta de presupuesto, se elaboran los contratos y se procede a su evaluación. El colectivo determina un grafo donde se refleje la secuencia de ejecución aproximada de las tareas resumen a ejecutar, aplicando las técnicas de sistema. Las metodologías para la elaboración de los proyectos deben ser usadas en función del formato solicitado por el cliente o el financista.

Definida la necesidad y el resultado a aplicar con sus correspondientes adecuaciones, es necesario proceder a la elaboración de un proyecto que permita la evaluación de sus objetivos, los recursos necesarios, el alcance, el costo, el plazo y la calidad, con un análisis adecuado de factibilidad y con los beneficios cuantificados.

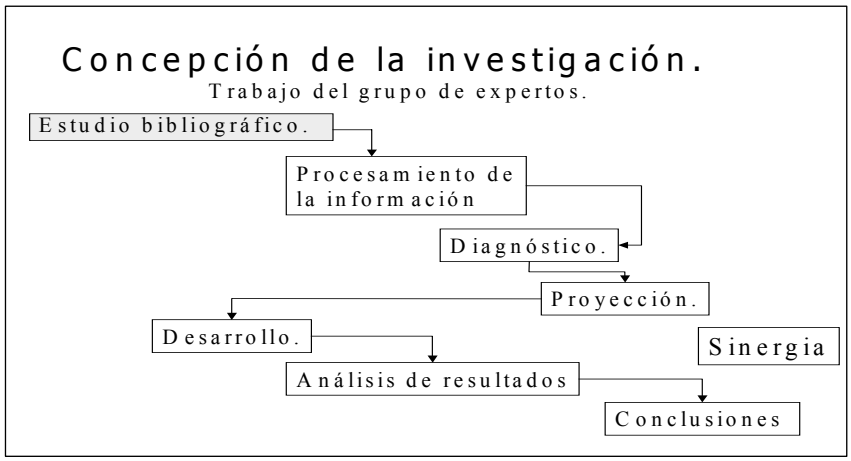
La aplicación y la generalización de los resultados a nivel de empresa deben estar contenidas en proyectos que permitan su evaluación y aprobación por los niveles correspondientes. La empresa debe disponer de un conjunto de proyectos que respondan a sus necesidades, evaluados siguiendo la metodología y contenidos en un banco de problemas que es del conocimiento de todo el personal capaz de elaborar las soluciones a los mismos, a partir de disponer de los recursos, el tiempo y el financiamiento aprobados por la empresa y que están recogidos en un proyecto aprobado.

Cada proyecto debe tener su concepción y factibilidad. El director de la empresa puede tener un conjunto de proyectos y, de acuerdo con su evaluación, las necesidades de la empresa y la disponibilidad de financiamiento, establecer una estrategia de aprobación en función de los resultados del análisis de factibilidad, como son los indicadores del TIR, el VAN, el Costo/Beneficio y el Periodo de Recuperación, entre otros. La generalización puede y debe ser a través de un proyecto.

Cuando se dispone de un resultado importante ya aplicado, es necesario buscar su generalización y, para ello, se requiere hacer un diseño, identificar las necesidades y adecuarlo a las mismas y formular un proyecto que logre que el cliente aporte el financiamiento necesario para el desarrollo del mismo. En estos procesos de licitaciones, los proyectos mejor formulados, montados en soporte informático, con las ventajas del diseño para el control de ejecución, los aspectos de costo, tiempo y calidad bien definidos, tienen mayores probabilidades de lograr el financiamiento necesario para la ejecución de los proyectos. El diseño de los proyectos, siguiendo la metodología, brinda un valor agregado que permite obtener mejores resultados en los procesos de licitaciones. Los proyectos aprobados pasan a las bases de datos de proyectos en ejecución.

Cuando se dispone de la necesidad y los objetivos generales en proyectos de mediana complejidad y complejos se reúne el grupo de expertos y determinan qué

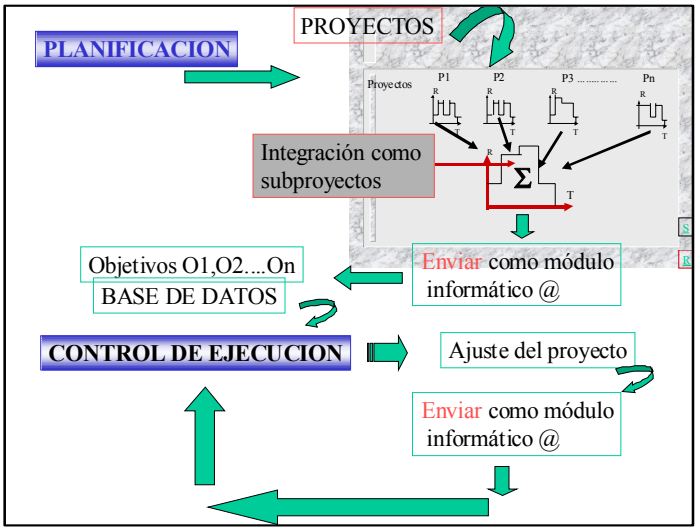
hacer, haciendo uso de los diagramas de bloques descriptivos en los cuales se refleja el análisis del sistema en el que se desarrolla con gran éxito la sinergia.




Este proceso se rige por un pensamiento lógico que permite la comunicación y la relación entre los integrantes del grupo de expertos. Posteriormente, el director del proyecto, con la asesoría informática necesaria, lleva el conocimiento plasmado en el diagrama a un cronograma de ejecución en **Project**. El método del Marco Lógico puede ser una base importante en el proceso de concepción del proyecto.

El diseño de los sistemas de información personalizada al cliente y partes interesadas garantizan su participación en el proceso. Los servidores y las páginas Web facilitan este proceso. En el trabajo inicial de concepción del proyecto, con los análisis correspondientes de factibilidad, se definen los objetivos y los criterios de medida.

**Base de datos de proyectos en ejecución**



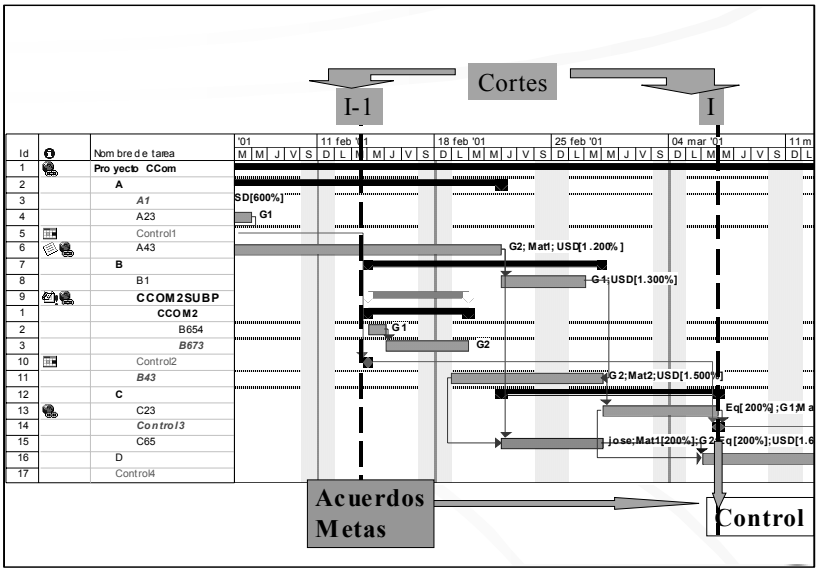

En la medida que se desarrollan los proyectos en formato electrónico, se hace imprescindible la elaboración de la base de datos de proyectos en ejecución, con el objetivo de facilitar la información primaria a las partes interesadas, con el concepto del tablero de comando operativo para los proyectos. Desde la base de datos es posible acceder al proyecto en Project y obtener mayor información sobre el avance y el detalle del control de ejecución por cortes en los proyectos.

**Diseño del proyecto**

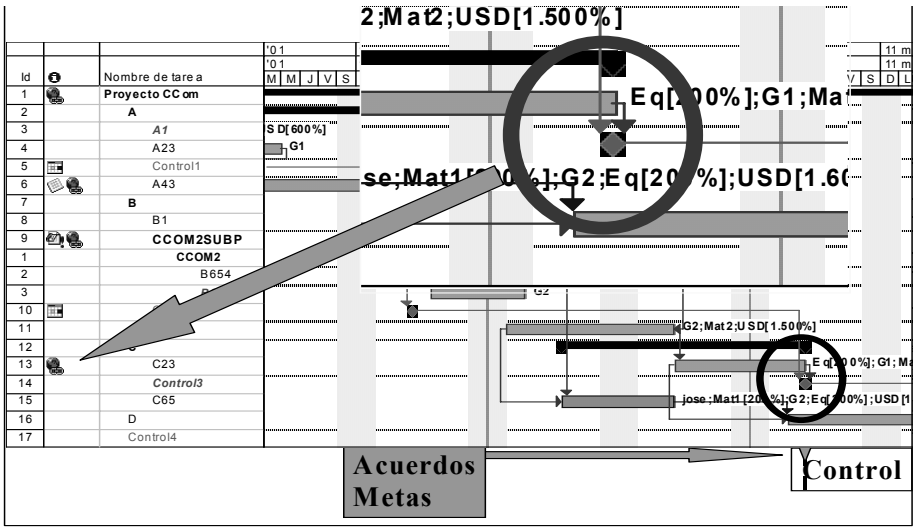
En el proceso de diseño y planificación de los proyectos se utilizará la programación estructurada, los hitos, las tareas resumen, los módulos tareas y los subproyectos en los casos que se requieran. Dicha programación pasará a formar parte de una base de datos, haciéndose uso del correo electrónico, los disquetes, la Intranet y los recursos compartidos de la red local. Los almacenes de datos pueden brindar una buena solución.

Un proyecto bien planificado, con estudio de alternativas, evaluaciones, con una buena programación, definiciones de calidad y presupuesto, viabiliza la etapa de ejecución.

Durante el proceso de planificación se confeccionó el mapa informático con el objetivo de facilitar la gestión del conocimiento del proyecto, concepto importante para facilitar el desarrollo de un buen control de ejecución.

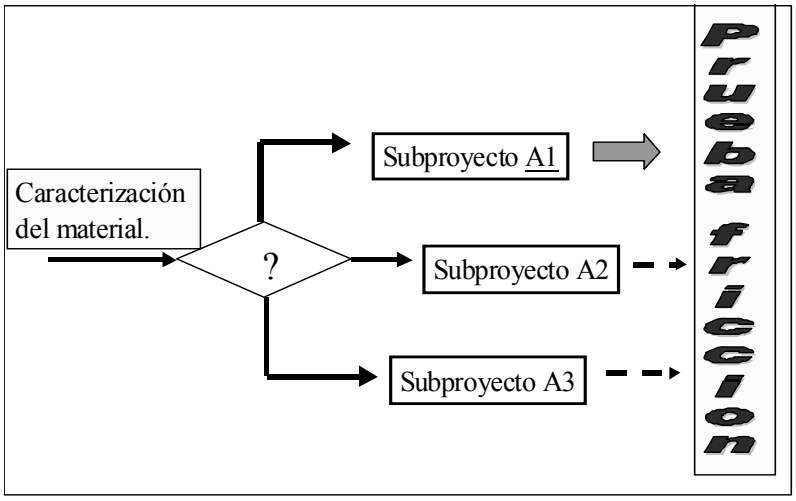



Para desarrollar un proceso eficiente es necesario disponer de una programación con puntos de corte, un sistema de información flexible y actualizado capaz de garantizar un análisis de la información de acuerdo con el nivel de la estructura correspondiente, con el objetivo de desarrollar un sistema de control eficiente en el que se realiza una evaluación del proyecto en el corte **I**. Se ejecuta un diagnóstico a partir de la evaluación en el corte **I – 1**, se elabora un pronóstico con metas factibles de alcanzar en el próximo corte **I** + **1** y el comportamiento en el periodo que transcurre entre el corte anterior **I - 1** y el corte **I.** Se toman las decisiones oportunas, sobre la base de la caracterización del comportamiento del proyecto. Las TIC facilitan este proceso atendiendo a las características de las investigaciones. En el hito se deposita el informe correspondiente al control de las metas y acuerdos.

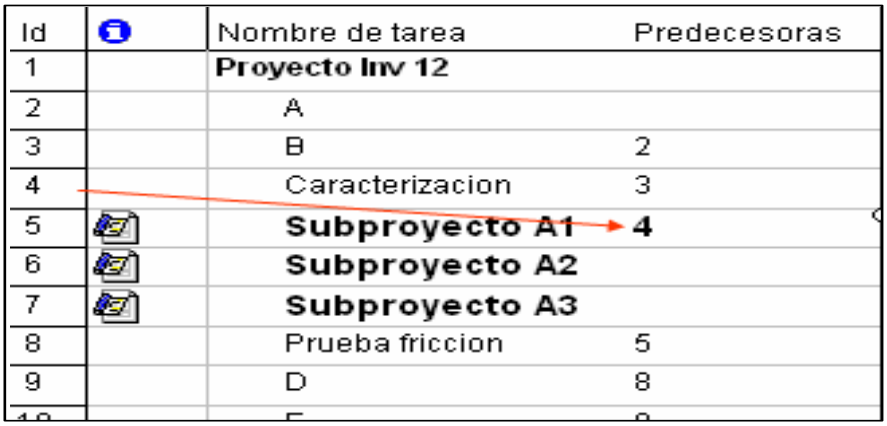



Las características de los proyectos de investigación se diferencian del resto por su flexibilidad en el desarrollo de los mismos. En múltiples ocasiones no es posible definir que sucederá y es necesario intercalar alguna decisión lógica en el diagrama de bloques descriptivo y en la programación estructurada, que permita escoger el camino en función del resultado obtenido.

Es posible estudiar un material con diferentes composiciones granulométricas o elementos físicos y, en dependencia del resultado de la caracterización del material, se ejecutará la preparación de la muestra siguiendo una norma o procedimiento previsto reflejado en el vínculo de la tarea, para ser ensayada a fricción. Las distintas formulaciones o procedimientos para la preparación de la muestra pueden ser variables y estar definidas en subproyectos.



En el proyecto puede establecerse el camino mas probable a través de A1 a partir de estudios anteriormente realizados, dejando las variantes de A2 y A3 previstas para, si no ocurre lo mas probable, hacer uso de una de las dos variantes previstas en el caso que sea factible su aplicación. Si no es posible ninguna de las variantes previstas, será necesario implementar una nueva. En la programación se establece la dependencia con relación a la secuencia de mayor probabilidad y, en el caso de ajuste, solo se cambia la dependencia reflejada con el 4.



| Id | Nombre de tarea | Predecesoras |
|---|---|---|
| 1 | **Proyecto Inv 12** | |
| 2 | A | |
| 3 | B | 2 |
| 4 | Caracterizacion | 3 |
| 5 | **Subproyecto A1** | **4** |
| 6 | **Subproyecto A2** | |
| 7 | **Subproyecto A3** | |
| 8 | Prueba friccion | 5 |
| 9 | D | 8 |

El objetivo central es expresar que en investigaciones, la secuencia de ejecución no se rige por un proceso determinista, sino que esta supeditado en algunos casos a los resultados parciales que sobre la marcha se van obteniendo, con una definición precisa del objetivo final. No obstante, el criterio de desarrollar una investigación, tomando como base un diseño lógico del mismo, es totalmente válido. En este caso se procede a realizar tantos ajustes como sean necesarios. El sistema informático responde a las necesidades, ajuste y flexibilidad que requiere el sistema de investigaciones. De igual forma, pueden ser agregados nuevas tareas no previstas, ajustes en las duraciones, los recursos y obtener rápidamente el proyecto ajustado en una representación gráfica, muy fácil de interpretar. Recoger los ajustes de los proyectos, redactando las tareas con los cambios necesarios, es una forma engorrosa de trabajo y de difícil interpretación. La representación gráfica en soporte informático viabiliza la ejecución de los ajustes y su interpretación. El proyecto de investigaciones requiere, para ser llevado a un formato electrónico, de sistemas de programas profesionales que garanticen la flexibilidad requerida. El **MS Project 2002**, con los complementos de **Office**, puede ser una buena selección.

El control de ejecución del proyecto se planifica de acuerdo con los puntos críticos del proyecto materializados en hitos línea de progreso y cortes, en los que se conjugan el control del costo, tiempo, calidad y la logística (Delgado, 1977).

**Ejecución del proyecto**

En las etapas de desarrollo del proyecto, la ejecución constituye una de las más importantes por su complejidad y por la importancia en la toma de las decisiones

necesarias para lograr los objetivos del mismo en el menor plazo de tiempo posible, en el marco del presupuesto y con la calidad requerida.

Las fechas de corte en los proyectos de investigaciones responden a la obtención de resultados parciales programados, no tienen porque ser periódicas y, en ocasiones se presentan periodos en los que no es necesario el control. El lazo de control de ejecución se repite tantas veces como hitos tenga la programación estructurada.

El sistema debe garantizar la información necesaria a los integrantes del equipo de trabajo y a las partes interesadas en los cortes, y debe contener, entre otros, los ajustes realizados y las metas a alcanzar en el próximo corte. Este proceso se realiza en los casos que sea posible, haciendo uso de la red informática y de la pirámide de dirección, de acuerdo con la matriz de responsabilidades definida para el proyecto.

Definidos la fecha de corte **I**, la línea de progreso y el seguimiento, se dispone de la información que corresponde al avance físico real del proyecto con los costos para esta fecha. En el corte anterior **I – 1** se detectaron las tareas con dificultades y se fijaron las metas a lograr para este corte **I**, con las acciones necesarias, tanto por parte del director del proyecto como por la gerencia de la empresa. Este análisis es válido también para precisar el control entre el director del proyecto y los jefes de tareas resumen. Con la información y análisis del presente corte **I** y el anterior **I – 1**, es posible organizar la información para realizar el control del proyecto. La integración de la línea base, la línea de progreso y el avance físico garantizan la representación grafica del control de ejecución del proyecto que, reflejado en una página Web, permite informar a los interesados a través del correo electrónico, accionando las consultas previamente establecidas o publicando la información en páginas Web y facilitando el acceso a las partes interesadas.

Es necesario tener presente que los cortes deben estar espaciados adecuadamente, según los puntos críticos de control que tiene el proyecto. El trabajo dinámico del equipo entre los cortes programados, garantiza una adecuada dirección dentro de los criterios definidos en los mismos. Es necesario balancear en los cortes las decisiones estratégicas, tomando en cuenta las tácticas y las operativas entre los mismos.

En los cortes y en el cierre del proyecto es necesario evaluar la producción científico-técnica, reflejada en el contenido del proyecto en formato electrónico, y que tiene como contenido las publicaciones nacionales e internacionales, las publicaciones en revistas de alto impacto, las monografías, los libros, las solicitudes y aprobaciones de patentes, la participación en eventos científicos nacionales e internacionales, los premios en eventos, los certificados de calidad, los registros, la protección industrial, los resultados de los doctorados, maestrías y diplomados, los resultados del trabajo científico estudiantil y trabajos de diploma, las normas, procedimientos e instructivos técnicos, los premios en todos los niveles y las presentaciones en el Forum de Ciencia y Técnica y eventos de las BTJ y la ANIR. Los indicadores que reflejan el impacto de la ciencia e innovación tecnológica toman como base la producción científico técnica.

Como la base de la evaluación del proyecto es la información sobre los resultados obtenidos depositados en la red, resulta de interés para los participantes en el proyecto la actualización del mismo acorde con los resultados obtenidos.

**Uso de las redes informáticas en el trabajo en equipo**

En el proceso de integración del proyecto se definen su estructura, equipo de trabajo, métodos de comunicación, sistemas de control y medios de trabajo. En el proceso de trabajo, en la medida en que el director perfecciona sus relaciones, el grupo pasa a trabajar como un equipo integrado en el que las caracterizaciones de los problemas, el diagnóstico, las evaluaciones y propuestas de decisiones se implementan de forma eficaz.

El equipo de trabajo evalúa opciones acerca del método de comunicación con sus integrantes de acuerdo con los medios disponibles. Las opciones pueden ser:

- informes escritos,
- disquetes,
- correo electrónico,
- servidores, **Web Central.**

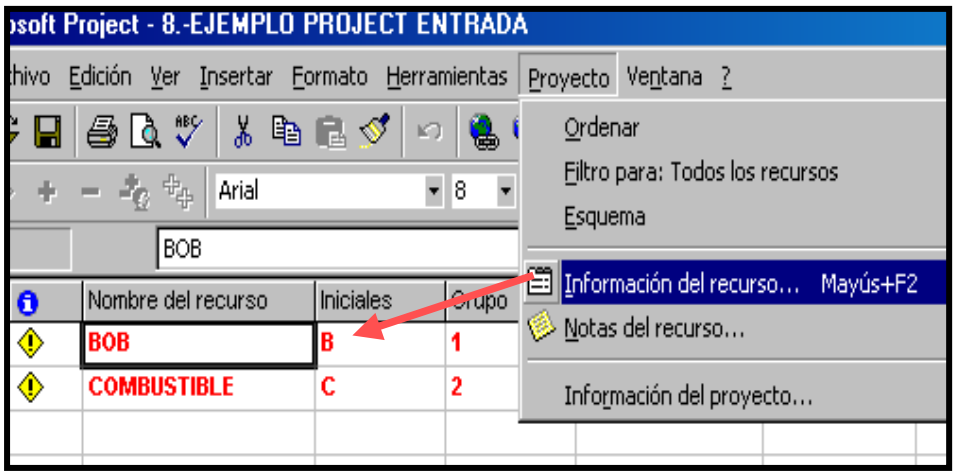
Las técnicas de comunicación y las redes informáticas bien utilizadas evitan el papeleo y las reuniones superfluas. Los informes escritos y el papeleo entorpecen el trabajo, fundamentalmente del director del proyecto.

Los directores de proyectos se quejan comúnmente de la cantidad de informes y diversidad de jefes y partes interesadas en la ejecución del proyecto que solicitan informes muy variados y diversos. Una buena solución al problema es depositar el proyecto en formato electrónico en la red y mantener actualizada su ejecución por cortes, configurando el sistema para hacerle llegar, mediante páginas Web, la información que requieren las partes interesadas, a partir de una información primaria actualizada del proyecto. Por otra parte, es posible darle acceso al servidor a las partes interesadas para que puedan buscar o ampliar el nivel de información desde las páginas Web.

La estructura funcional controla los objetivos parciales que le corresponde ejecutar, según la programación asociada a los recursos humanos y materiales, deposita la información en la red y el director del proyecto se apoya en la misma para el análisis y evaluación de los problemas, con el objetivo de tomar las decisiones correspondientes.

Un sistema de equipos de trabajo mediante correo electrónico, especialmente si se integra a la aplicación **Microsoft Outlook**, ofrece la posibilidad de comunicar información básica sobre el proyecto, incluyendo información de la asignación y actualización de tareas. Las reglas de mensajes pueden hacer que la actualización del archivo de proyecto se realice de manera más rápida y fácil.

La combinación de **Project**, **Outlook** y Web Central permiten lograr lo siguiente:




- Los miembros del equipo de trabajo pueden ver las tareas de todos sus proyectos al mismo tiempo. También pueden ver las tareas en un Diagrama de Gantt y agrupar, ordenar y filtrar dichas tareas.

- Los miembros del equipo de trabajo pueden ver la información más reciente sobre el proyecto completo y tienen acceso a sus tareas asignadas, a discreción del administrador de **Microsoft Project** Central que facilita los accesos necesarios.

- Pueden crear nuevas tareas y enviárselas al director del proyecto para incorporarlas al archivo del mismo.

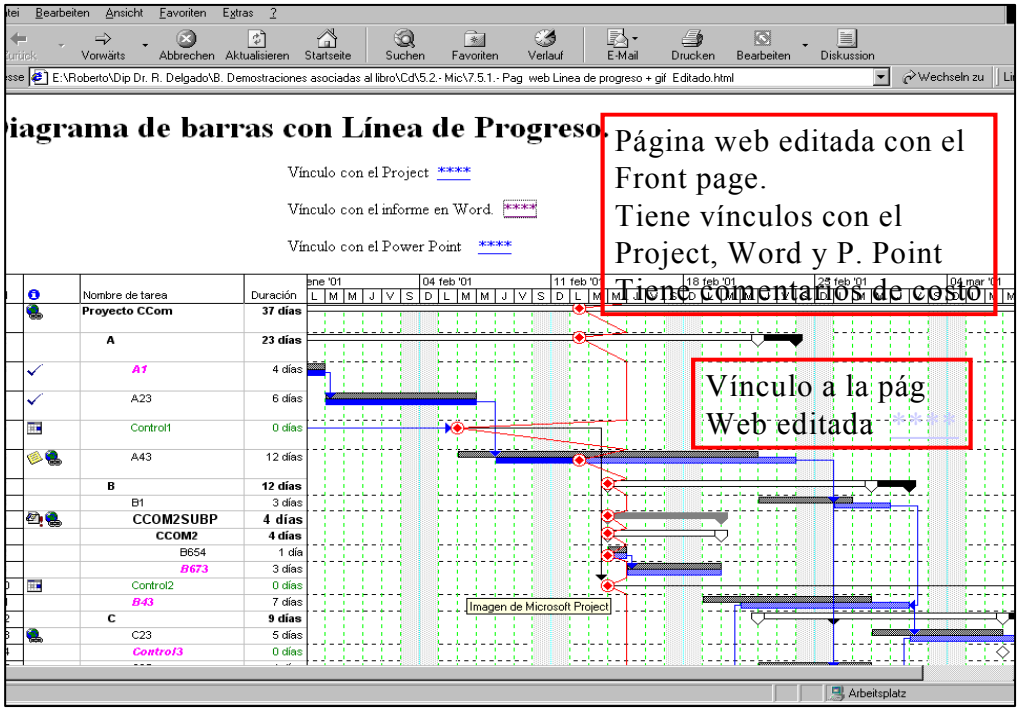
El sistema se deposita en un servidor, donde cada director de proyecto puede, inicialmente, depositar su documentación y, posteriormente, actualizarla desde el lugar de origen a través del correo electrónico, disquetes o directamente en el servidor, de acuerdo con los cortes programados para informar del cumplimiento de los objetivos asociados a los criterios de medida.

En este proceso, el correo electrónico puede ser usado con grandes ventajas. Los ajustes del sistema deben ser enviados a los integrantes del equipo de trabajo, para garantizar un buen cumplimiento de las metas en el próximo corte. A las partes interesadas se les puede seleccionar la información de su interés y enviarles la misma a través del correo electrónico (Delgado y Fritsch, 2001).



El correo electrónico es también empleado en el trabajo del equipo de dirección a través de la transferencia de información entre las partes interesadas en los proyectos. Pueden ser enviados diagramas de barras con la programación, tablas y gráficos representativos del avance del proyecto, curvas de costo y tiempo planificadas con su cumplimiento y otras muchas más, en dependencia de las características del proyecto y de las necesidades de información de la gerencia en el corte programado. Las páginas Web son una herramienta muy empleada por las facilidades que brindan para la interpretación de los resultados en gráficos y tablas.

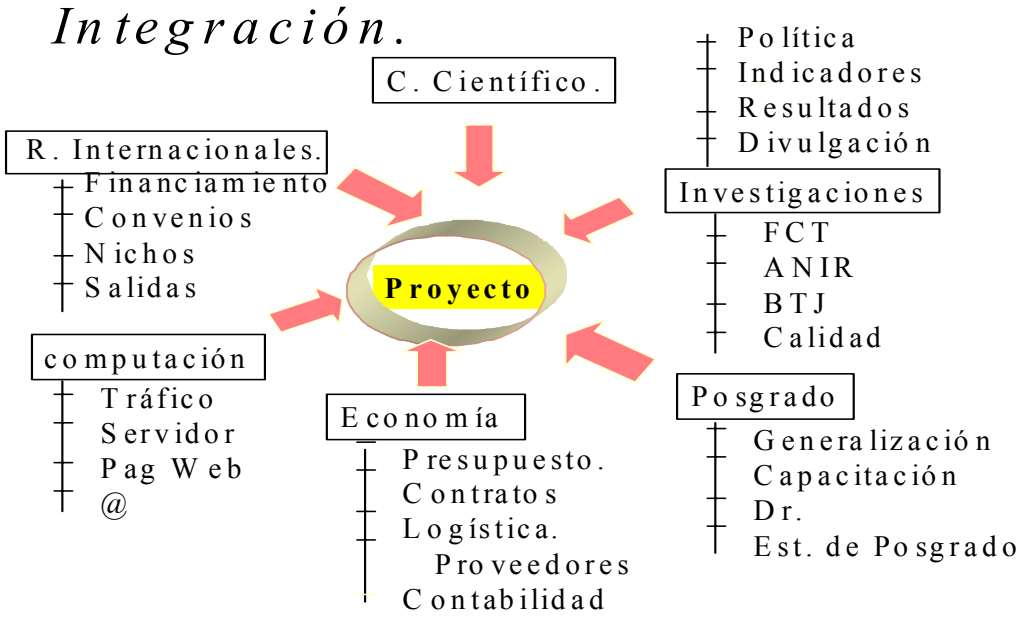
El uso de las páginas Web con sus vinculaciones permite establecer la comunicación necesaria con la gerencia de la empresa y las partes interesadas. Las páginas Web con la información de las disponibilidades en los almacenes de recursos garantizan una mejor gestión de la logística en los proyectos.




El proyecto en soporte informático brinda las posibilidades de garantizar, en el proceso de control de ejecución por cortes, la información a las partes interesadas a través de páginas Web o entrada al servidor donde se encuentra la información actualizada. Facilita la comunicación entre los especialistas interesados en los resultados de las tareas anteriores para dar una continuidad consecuente con los mismos, independientemente del lugar o país donde se encuentren. Además, permite una información personalizada al cliente o financista en función del avance del proyecto. Todas estas ventajas son elementos importantes a tomar en cuenta por los que aprueban los proyectos en los procesos de licitaciones.

Como se observa en el esquema existen múltiples áreas que deben interactuar con la base de proyectos almacenada en un servidor central; por ejemplo, el área de

Relaciones Internacionales puede gestionar y negociar el financiamiento de los proyectos y controlar la ejecución de los contratados, en función de cumplir con los compromisos internacionales.




Esto no es posible si no se dispone de una herramienta como la que se presenta. Otro tanto sucede con las estructuras gerenciales de carácter científico (Comisiones, Secciones y Consejos Científicos).

Una de las funciones principales del área de Relaciones Internacionales es el establecimiento de relaciones con instituciones y/o países que tengan posibilidades de aportar financiamiento para el desarrollo de los proyectos conjuntos de investigaciones con Cuba. Con tal motivo, se establecen un conjunto de estrategias dirigidas a fortalecer estas relaciones y a la búsqueda de los nichos que tienen posibilidades de brindar financiamiento para la ejecución de proyectos, como pueden ser las Redes y las Organizaciones Internacionales, entre otras.

Todos los dirigentes de los distintos niveles, a través de viajes al extranjero o mediante relaciones de colaboración en nuestro país, buscan la forma de fortalecer estos vínculos en función de los proyectos de investigación, como una vía importante de lograr financiamiento.

El proyecto es una de las principales vías para lograr financiamiento y el estudio de la concepción y diseño del proyecto haciendo uso de sistemas informáticos aporta un valor agregado al mismo que eleva sus probabilidades de aprobación en los procesos de licitación, tanto nacionales como internacionales.

En el diseño de los proyectos también deben estar previstas las salidas internacionales, propias del trabajo científico que desarrollan los especialistas,

asociadas a las distintas tareas o la salida puede ser también considerada como una tarea en el proyecto.

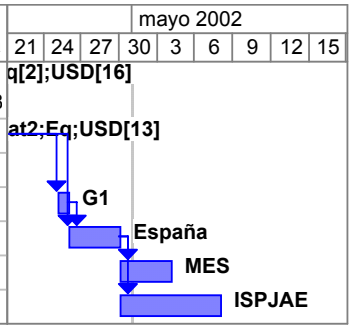
Una Dirección Integrada por Proyectos existirá cuando los procesos de concepción, planificación, control, evaluación, pronóstico y cierre estén integrados a los procesos que se realizan en las áreas estratégicas de la estructura funcional.

| Id | Nombre de tarea | Duració | Comienzo | Fin | Predeceso | feb '02 M M J |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | Control2 | 0 día | mié 6/3/ | mié 6/3/ | 5 | |
| 11 | Publicacion | 10 día | jue 7/3/ | mié 20/3/ | 8FF+1 día | |
| 12 | Patente | 3 día | jue 21/3/ | lun 25/3/ | 11 | |
| 13 | **C** | **9 día** | **mar 26/3/** | **vie 5/4/** | | |
| 14 | Ponencia No. 2 | 5 día | mar 26/3/ | lun 1/4/ | 12 | |
| 15 | Control 3 | 0 día | lun 1/4/ | lun 1/4/ | 10;14 | |
| 16 | Participacion en evento internacio | 4 día | mar 2/4/ | vie 5/4/ | 6CC+3 días;11CC | |
| 17 | Salida internacional. | 6 día | lun 8/4/ | lun 15/4/ | 14;16 | |
| 18 | Control 4 | 0 día | lun 15/4/ | lun 15/4/ | 15;17 | |
| 19 | Informe de la salida | 1 dí | jue 25/4/ | jue 25/4/ | 12;17 | |
| 20 | B673 | 3 día | vie 26/4/ | mar 30/4/ | 19;17 | |

En la planificación, el informe final de la salida depende de los resultados de la patente y éste está programado varios días después del regreso de la salida internacional. La programación puede ajustarse a las necesidades del proyecto y facilitar el trabajo de Relaciones Internacionales ya que en un momento determinado, puede rastrear los proyectos con un motor de búsqueda y encontrar las salidas planificadas para el próximo periodo y organizar de mejor forma su trabajo. El informe aparece en **Word** vinculado a **Project** para, desde el mismo sistema, acceder a su contenido, en caso necesario, por las partes interesadas. Esta misma imagen puede ser obtenida en página Web o como “imagen.gif” desde **Project**. Lo importante es definir un cronograma de ejecución e informarlo a las partes interesadas, para después controlarlo y proceder a los ajustes necesarios. En ocasiones, es más importante mantener la información actualizada con resultados de calidad que el cumplimiento en tiempo. En el proceso de ciencia e innovación tecnológica lo primario es el cumplimiento de los objetivos con calidad

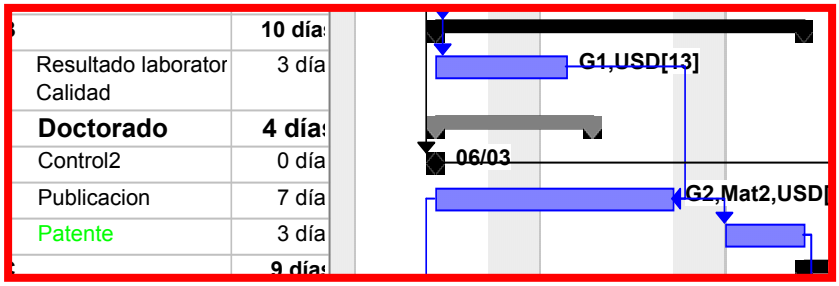
En el caso de proyectos con compromisos internacionales en los que la dirección esta comprometida, puede monitorearse a distancia el cumplimiento de los compromisos. Cuando es necesario obtener el balance de trabajo con alguna institución internacional, es posible también rastrear los proyectos con sus compromisos y cumplimientos sin molestar a los especialistas y conocer de los avances de los mismos.

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | Predecesora |
|---|---|---|---|---|---|
| 16 | Participacion en evento internacional | 4 días | mar 2/4/02 | vie 5/4/02 | 6CC+3 días;11CC+3 |
| 17 | Salida internacional. | 6 días | lun 8/4/02 | lun 15/4/02 | 14;16 |
| 18 | Control 4 | 0 días | lun 15/4/02 | lun 15/4/02 | 15;17 |
| 19 | Informe de la salida | 1 día | jue 25/4/02 | jue 25/4/02 | 12;17 |
| 20 | Determinación del cobre. | 2 días | vie 26/4/02 | lun 29/4/02 | 19;17 |
| 21 | Prueba de fricción. | 4 días | mar 30/4/02 | vie 3/5/02 | 20 |
| 22 | Construccion de muestra | 6 días | mar 30/4/02 | mar 7/5/02 | 20 |




La tarea 20 ejecuta la determinación en España, y tanto el MES como el ISPJAE están al tanto de la determinación para ejecutar sus tareas. Si se dispone de un servidor y comunicación con Internet desde España, es posible depositar el informe final de la determinación para que las tareas siguientes puedan continuar con la ejecución del proyecto. La vinculación a través de los servidores facilita la comunicación entre los especialistas. Si no se dispone del servidor es posible emplear el correo electrónico o el traslado de la información haciendo uso de los disquetes. El sistema facilita la integración a distancia brindando la información necesaria para garantizar la correcta continuidad del proyecto.

En los proyectos que tienen financiamiento internacional es importante conocer en un corte, si se ha gastado mas o menos de lo presupuestado. La vinculación con contabilidad cuando se tiene el centro de costo por proyecto, es importante como medio de garantizar la confiabilidad del uso del financiamiento. Las tareas de capacitación establecen un vínculo importante con el proceso de Posgrado.



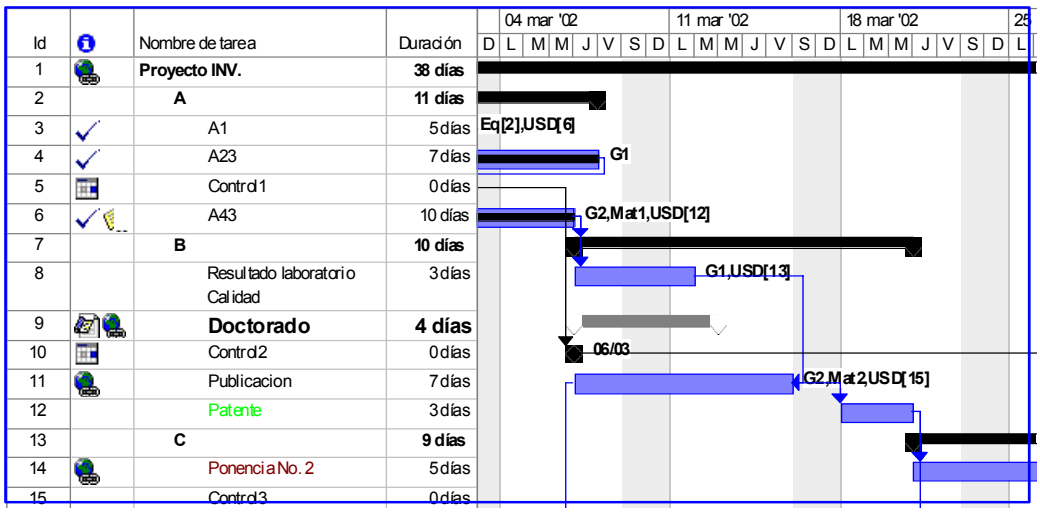

## Postgrado

La actividad de postgrado está muy relacionada con ciencia y técnica en el ciclo de formación de la fuerza de trabajo para garantizar la introducción de los resultados, la elevación de la calidad de los contenidos del postgrado, el uso de los estudiantes de postgrado en el desarrollo de los proyectos de investigaciones y el desarrollo de doctorados, maestrías, especialidades y diplomados en función de las direcciones principales del desarrollo del país. El proyecto es una vía importante de integración de la investigación y el postgrado.

En el proyecto es importante la ejecución de doctorados pues estos pueden ser vistos como subproyectos específicos, con tareas que responden al diseño del

proyecto. En este marco cooperativo, el proyecto tiene tareas que brindan soluciones al doctorado y éste, a su vez, brinda información a otras tareas del proyecto, tales como la presentación de los resultados parciales o finales en eventos científico-técnicos y la publicación de los mismos. La generalización de los resultados requiere en la mayor parte de los casos de un proceso de capacitación a través del postgrado. Por lo tanto, los doctorados deben estar concebidos y programados dentro de los proyectos haciendo uso de los subproyectos con una producción científica definida. Los doctorados que se desarrollan en el extranjero también pueden estar contenidos como subproyectos en la programación estructurada.

El postgrado es un proceso consustancial al proceso de investigación. El proyecto de investigación cuando su resultado esta asociado a un producto o servicio debe ser diseñado a ciclo completo y en el mismo tiene que estar concebida la formación del hombre que es el ejecutor principal del proyecto resultado obtenido.




La integración del doctorado, la maestría o el diplomado como resultados de los estudiantes vinculados al proceso, permite hacer uso del financiamiento del proyecto en función de la formación del personal. En ocasiones se dificulta la obtención de financiamiento externo para la ejecución de doctorados y en estos casos, cuando se integra con un proyecto, se facilita la obtención del mismo.

En este marco, el proyecto tiene tareas que brindan soluciones al doctorado y este, a su vez, brinda información a otras tareas del proyecto, estableciendose un proceso continuo integrado de trabajo científico.

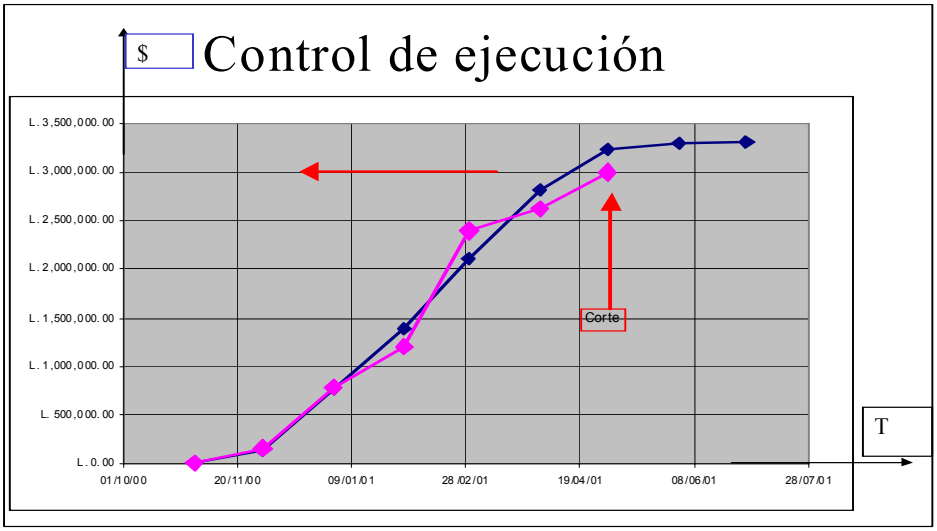
El proceso de capacitación está presente tanto en la I+D como en la aplicación de la DIP, sin el cual no es posible garantizar que los especialistas y trabajadores estén preparados para el proceso de cambio y la implantación del sistema DIP.

El proceso de cambio requiere de un estudio detallado de las condiciones objetivas, del análisis de los procesos claves por prioridades, de la selección y capacitación de los lideres de procesos y de un sistema de información y formación montado en una plataforma informática que permita a todos los trabajadores hacer uso

de la misma de acuerdo con sus posibilidades de tiempo y motivación. La medición del impacto de la capacitación en función de las transformaciones en el proceso de cambio, brindan los criterios necesarios para evaluar su proceso de ejecución.

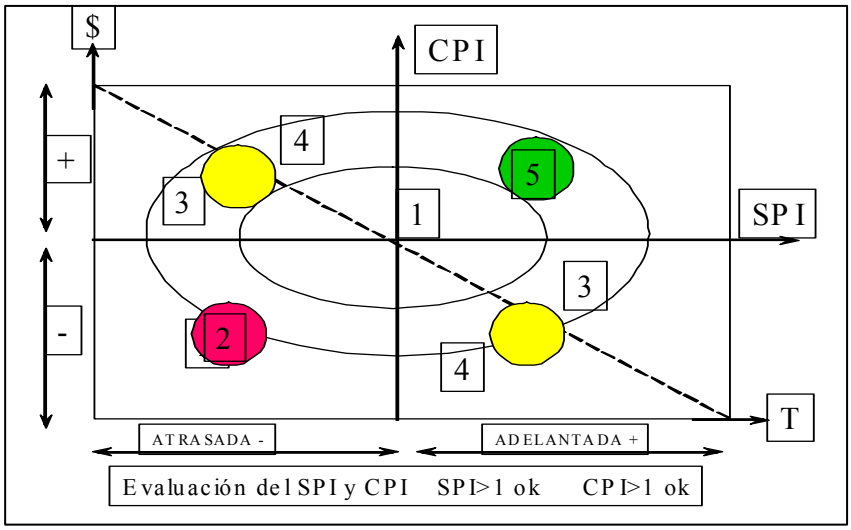
**Evaluación económica**

El área Económica resulta un punto importante en el proceso ya que es la encargada de la adquisición de los recursos así como de las inversiones. Para ella resulta interesante, y casi indispensable, el concepto de Fondo de Recursos Compartidos y el análisis de la Curva de Distribución de Recursos, la cual se puede obtener en **Excel** de datos provenientes de **Project**, tales como la determinación de las compras a partir de los recursos necesarios, la entrada y salida en almacenes publicada en páginas Web y el apoyo de la contabilidad, a partir de definir el centro de costo por proyecto, para brindar la información necesaria en los cortes y proceder a la toma de decisiones.




La curva de la S de costo acumulado contra tiempo, planificada con los puntos de control por cortes, permite conocer, con el apoyo de la contabilidad, la evolución del proyecto con el objetivo de tomar las decisiones que corresponden en cada corte donde se dispone del SPI y el CPI como indicadores de tiempo y costo (Delgado y Vérez, 1998). En el caso que estos dos indicadores sean positivos la evaluación es excelente (5 puntos), si son negativos es mal (2 puntos) y para evaluaciones intermedias se alcanzan las evaluaciones de 3 y 4, según corresponda. Esta evaluación se refleja como información del tablero de comando operativo del proyecto en la base de datos de proyectos en ejecución, mediante la cual es posible acceder al proyecto directamente o a través de una página Web. El análisis del resultado comparado con la línea base, permite determinar la evaluación del proyecto atendiendo a los criterios anteriormente expresados.

Cuando se dispone de una herramienta como la que se presenta, la información a distancia y el control por la estructura funcional se facilita.



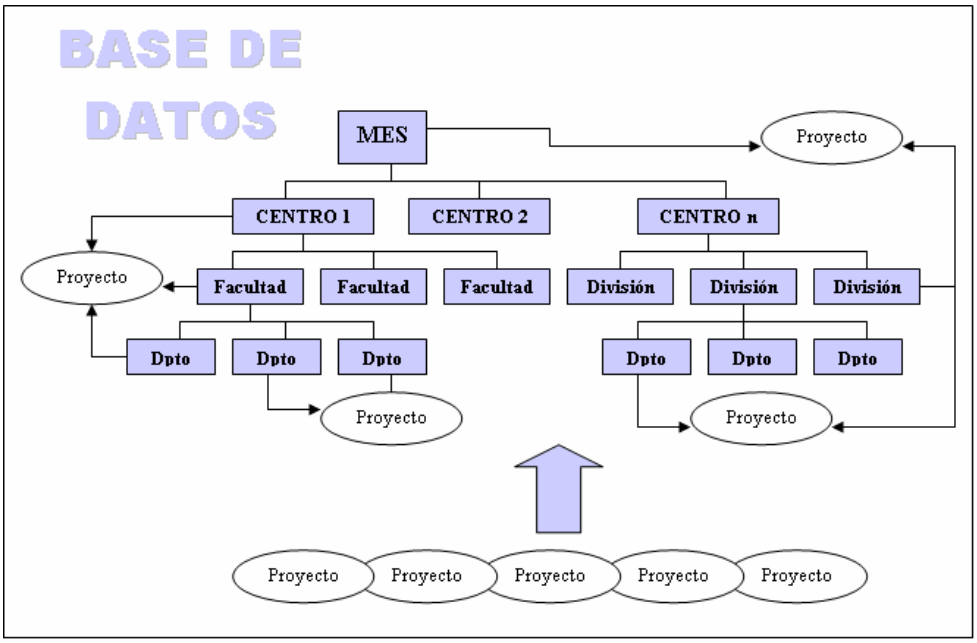

Los conceptos de Normalización, Metrología y Gestión de la Calidad forman parte del proceso de I+D. La primera etapa es preguntarse: ¿el resultado que se obtiene es mejor que lo que se ejecuta en la actualidad?, ¿el nuevo procedimiento es superior al que se ejecuta actualmente?, ¿en que medida es superior?, ¿genera una nueva norma para la empresa que garantiza un paso superior en el desarrollo? El otro aspecto es la forma en que se miden los parámetros o indicadores para poder compararlos y sacar las conclusiones. La ciencia comienza cuando se empieza a medir bien. El equipamiento asociado al proceso debe responder a los parámetros exigidos para garantizar la calidad del mismo. Lo nuevo sustituye a lo viejo cuando se demuestra científicamente que es superior (Delgado y Fritsch, 2001). El sistema debe tener proyectos complejos con un número importante de tareas y otro número de proyectos simples con un reducido número de tareas reflejadas en el cronograma de ejecución.

**Cierre del proyecto**

En la etapa final de cierre del proyecto es imprescindible evaluar el cumplimiento de los objetivos. De no cumplirse los criterios de medida, antes de pasar al cierre es necesario proceder al reajuste de la ejecución hasta tanto estos estén cumplidos.

**Base de datos de proyectos terminados**

En los sistemas nacionales donde se genera información en diversos lugares del país, es necesario crear sistemas de bases de datos territoriales y enviarlas a una base de datos central donde pueden ser publicados los resultados para un uso compartido del sistema de conocimientos de los proyectos. Este proceso contribuye con la integración y la cooperación entre los participantes en el proceso de ciencia e innovación tecnológica.




En la medida que los proyectos concluyen con el cumplimiento de los objetivos previstos en formato electrónico, se hace imprescindible su incorporación a la base de datos de proyectos terminados con los siguientes objetivos:

1) Para almacenar la experiencia de proyectos en un formato de fácil acceso para los usuarios.

2) Para el desarrollo de nuevos proyectos es necesario revisar los proyectos terminados y tomar los módulos de éxito ya diseñados para copiarlos y pegarlos en los nuevos proyectos, lo que permite hacer uso del conocimiento ya elaborado y aplicado con los ajustes que la práctica determinó. Ejemplos de módulos pueden ser los procedimientos repetitivos, las normas, los instructivos, las proformas de contratos, los procesamientos estadísticos, la evaluación de calidad, las determinaciones o caracterizaciones en laboratorios especializados y los planos en **AutoCad**, entre otros.

3) Como base de información de conocimiento para todos los directores de proyectos.

4) Para analizar la información, estudiar las regularidades y ganar en calidad en los próximos proyectos.

5) Para analizar por el área de Planificación como se cumplieron los cronogramas y detectar las regularidades, con el fin de facilitar el trabajo de los directores de proyectos y evaluar el impacto de los mismos.

6) Para que el área de Capacitación pueda desarrollar programas ajustados a las necesidades reales, a partir de los resultados de los proyectos ejecutados. Además, permite medir el impacto del cambio en el centro y definir la estrategia de capacitación.

7) Para que las áreas Comercial y de Economía puedan acceder a los proyectos ejecutados y precisar o enriquecer sus procedimientos con los módulos e indicadores globales, lo que permite perfeccionar los precios y las ofertas en las próximas

licitaciones. El sistema de bases de datos también permite la evaluación del comportamiento de los proveedores con el objetivo de definir la estrategia logística con los próximos proyectos.

8) Para que el área de Calidad pueda verificar el cumplimiento de los procedimientos desarrollados en tareas y realizar los ajustes necesarios.

9) Para que la Dirección pueda contar con una herramienta de fácil uso para el acceso a los proyectos terminados con el fin de mantener una mejora continua en función del éxito.

10) Como los proyectos terminados deben tener referenciada toda la producción científica alcanzada durante su período de ejecución, la evaluación final de los indicadores puede desarrollarse sobre la base de la información recogida en los mismos. Además, toda la producción científica alcanzada en los proyectos terminados estará a la disposición del resto de los investigadores y constituye una base para la gestión del conocimiento de los nuevos proyectos.

Para lograr estos objetivos es necesario que:

- los jefes de proyectos revisen los proyectos terminados, agregándoles todos los detalles, con los éxitos y los conflictos, para almacenarlos adecuadamente en la red. Deben hacer uso de Archivo, propiedades para la entrada de la información básica y facilitar su recuperación,
- el área Informática defina el lugar de almacenaje en la red, como “solo lectura”, para propiciar el uso de la información,
- el área Informática diseñe las bases de datos con vínculo a los proyectos y garantice el mantenimiento necesario a las mismas,
- se desarrolle una capacitación general a jefes de proyectos y partes interesadas para el uso y explotación de las bases de datos.

**Proceso de generalización**

Una de las vías más importantes de garantizar la generalización de los resultados de las investigaciones es mediante la elaboración de un proyecto de generalización, con el objetivo de que los clientes o las empresas introductoras puedan evaluar la conveniencia o no de la generalización del resultado para incorporarlo al plan de generalización de la empresa.

Dicho proyecto debe responder al banco de problemas de la empresa y estar registrado en su plan de generalización. Asimismo, deben desarrollarse encuentros de generalización con el objetivo de detectar o proponer los posibles proyectos de generalización.

El proyecto debe ser aprobado por el director de la empresa y debe ser evaluado sistemáticamente por la Comisión del Forum a nivel de municipio y provincia. En el Forum de Base del centro deben ser presentados los reporte del avance y los resultados del proyecto de generalización.

Un indicador muy importante es conocer del total de resultados premiados, cuantos están registrados en los planes de generalización de las empresas usuarias.

**Consideraciones finales**

Es un reto imprescindible para la Gestión de Ciencia y Técnica la utilización de los sistemas informáticos profesionales mas actualizados en Gestión de Proyectos, haciendo uso de las TIC en función de la efectividad del sistema. La política de tomar el proyecto como la unidad básica del sistema y el medio para lograr la integración de la estructura funcional, conduce al éxito de la institución. El proyecto en formato electrónico está siendo empleado por especialistas en diversos centros y se pretende, en un corto plazo, brindarle la oportunidad al resto de los especialistas del uso de estas tecnologías, apoyadas por las redes informáticas existentes, la Intranet e Internet. En el contenido del tema se expresó una síntesis de la metodología empleada para la planificación y control de los proyectos de investigaciones y se destaca el uso de las herramientas informáticas para dar solución a los problemas profesionales, tomando como base del análisis los sistemas como **Microsoft Project 2002** y **Web Central**, así como su integración con los componentes básicos de **Microsoft Office 2000**.

Un proyecto bien planificado, con estudio de alternativas, evaluaciones, una buena programación estructurada, definiciones de calidad y presupuesto, facilita la tarea de dirección en la etapa de ejecución.

La etapa de control de ejecución de proyectos es la más compleja del proceso y debe ser abordada con fechas de corte en función del cumplimiento de los objetivos parciales, representados en la programación estructurada por los hitos donde se reflejan los criterios de medida asociados al control del costo, el tiempo, la calidad y la logística.

Para desarrollar un proceso efectivo es necesario disponer de puntos de corte correctamente seleccionados, un sistema de información actualizado, capaz de garantizar un análisis de la información y de donde se selecciona la misma, de acuerdo con el nivel de la estructura correspondiente. Esto permite desarrollar un sistema de control en el que se realiza en el corte, un pronóstico con metas factibles de alcanzar en el próximo corte para tomar las decisiones oportunas sobre la base de la caracterización del comportamiento del proyecto.

En la ejecución es necesario desarrollar un trabajo de dirección en equipo donde el papel del director de proyectos como líder es decisivo. En este proceso, el concepto de mapa informático facilita la interpretación grafica de los controles por cortes que se ejecutan en el sistema apoyado por las páginas Web. La caracterización de los problemas con el análisis de la información requerida, permite hacer un diagnóstico con el objetivo de realizar un control de ejecución del proyecto y evaluar el desempeño en los distintos niveles de la estructura.

Las facilidades que brinda el sistema de poder enviar a través del correo electrónico todo el proyecto o una parte del mismo, como un módulo, a los interesados para que analicen la parte que les corresponde y tomar las medidas pertinentes para acometer las tareas que le competen, de acuerdo con los resultados obtenidos por los

antecesores, permite desarrollar el trabajo conjunto y las valoraciones integrales que garantizan la dirección eficaz del proyecto, desarrollando la creatividad y la innovación con participación activa del equipo de dirección, permitiendo además, la racionalización de los informes y reuniones superfluas que generan pérdidas de tiempo innecesarias.

La combinación del control del tiempo y el costo tomando las incidencias de la calidad y la logística, y el empleo de un sistema de costos eficiente que permite evaluar alternativas y hacer uso del flujo de caja, permiten desarrollar los conceptos de gerencia por proyectos acorde con las exigencias actuales del entorno en costo, calidad y tiempo.

El uso de **Project** integrado con **Word**, **Outlook**, **Excel** y **Access**, así como la posibilidad de envío del proyecto a través de la mensajería electrónica, desarrollan de manera integral en los especialistas e investigadores, las habilidades en la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, las cuales permiten su actualización permanente a distancia. Actualmente, la mayoría de las instituciones científicas, docentes y de producción cuentan con una red donde se soportan, al menos, los servicios de mensajería electrónica y Web atendidas por personal informático competente y capaz de garantizar un mayor tráfico de la información de proyectos.

La integración del Sistema de Ciencia y Técnica tomando como unidad básica el proyecto y como unidad mínima de control la tarea resumen estructurada en el proyecto, apoyándose en las TIC para garantizar la publicación y comunicación entre las partes interesadas, permite organizar la estructura matricial de la Dirección Integrada por Proyectos con la integración de las áreas de Investigación, Postgrado, Relaciones Internacionales, Informática, Economía y Consejo Científico en los centros.

La metodología garantiza un sistema único de documentación de proyectos, sobre una base informática de fácil acceso a los integrantes del proceso de ciencia y técnica, garantizando la comunicación entre los participantes y la interpretación de los resultados en los cortes programados en el sistema.

El desarrollo educacional, cultural e informático actual y perspectivo requiere de un cambio de estilo en la dirección de la ciencia e innovación tecnológica, creando las condiciones necesarias para el éxito de la aplicación de la Dirección Integrada por Proyectos, haciendo uso de las TIC y con el fin de lograr una correcta correspondencia entre la alta calificación del personal científico y las tecnologías de avanzada en el campo de la investigación con la Dirección de este importante proceso para el desarrollo del país.

**Referencias.**

Covert, C. y Bamber, J. **Alliance contract sets standard for teamwork.** Hydrocarbon Processing. Vol. 79 (2): 47-49, 2000.

Delgado, R. **Organización del diseño de un problema de investigación científico.** Evento 250 Aniversario Universidad de la Habana, 1977.

Delgado, R. **La normalización y la introducción de los resultados de la ciencia y la técnica.**

XX Convención Internacional de la UPADI. La Habana, 1988.

Delgado, R. y Fritsch, M. **Estudio logistico de proyectos.** Kologische Hefte der wirstschaft. Helf 1b /, 2001.

Delgado, R. y Vérez, M. **Un sistema informativo para la dirección de proyectos. Project Management.** Universidad 98, La Habana, 1998.

Delgado, R., Vérez, M. y Roehric, K. **La Dirección Integrada de Proyectos (Project Management) haciendo uso de las Nuevas Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones aplicadas al CGLALE.** Kologische Hefte der wirstschaft. Helf 1b: 99 –108, Berlin, 2001.

Hajek, V. **Project engineering.** Mc Graw-Hill, New York, 1985.

Inwood, C. **Balancing risks against costs of more resources.** Computing Canada. Vol. 24 (35): 25-27, 1998.

Johnson, M. **Agents of change.** Computerworld. Vol. 36 (11), 2002.

Lee, D.R. y Sweeney, P.J. **An assessment of influence tactics used by project managers.** Engineering Management Journal. Vol. 13 (2), 2001.

Leonovich, I. y Delgado, R. **El perfeccionamiento del proceso docente en la especialidad de carreteras mediante la utilización de la computación.** V Escuela Internacional de Verano sobre la Aplicación de la Computación en la Educación Superior. La Habana, 1986.

McManus, K. **A project management system for innovation.** Journal Quality & Participation. Vol. 21 (5): 60-62, 1998.

Microsoft. **Microsoft Project para Windows 95.** McGraw-Hill. Madrid, 1998.

Moore, T. y Ahmad, M. **Can project success and failure be predicted?** Hydrocarbon Processing. Vol. 79 (2): 55-56, 2000.

Project Management Institute. **A guide to the project management.** Body of knowledge. PMBOCK Guide, 2000.

Regan, T. **An engineer brings order to large projects.** Christian Science Monitor. Vol. 90 (249): 15-18, 1998.

Shanks, G. **A model of ERP project implementation.** Journal Information Technology. Vol. 15 (4), 2000.

# EL NECESARIO IMPACTO DE LAS CIENCIAS BÁSICAS EN UN PROSPECTIVO PROCESO DE INCREMENTO DE LA EFECTIVIDAD DE LOS NEGOCIOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA EN LAS UNIVERSIDADES

***Erenio González Suárez[1], Manuela Herrera Martínez[2] y Ma. Teresa Hernández Nodarse[1]***
***[1]Universidad Central de Las Villas***
***[2]Instituto Superior de Ciencias Medicas de Villa Clara***

**Introducción: La ciencia en la historia**

En todas las civilizaciones, el ser humano ha sentido la necesidad de conocer y entender el mundo y la sociedad en que vive y ha organizado progresivamente la producción de nuevos conocimientos. Así fue como apareció la investigación científica, cuya finalidad es realizar mediciones, concebir experimentos y modelos teóricos para entender e interpretar los fenómenos naturales y sociales. Tanto las ciencias como las técnicas son producto de la historia; el lugar destacado que ocupan hoy la ciencia y la tecnología es producto de una larguísima evolución durante la cual han aparecido progresivamente la ciencia moderna y los conocimientos técnicos que han dado cuerpo a la tecnología. Cada civilización ha dejado su impronta en instituciones científicas que permiten realizar la actividad científica y tecnológica, en mayor o menor simbiosis con su organización social, su cultura y sus estructuras políticas.

Los descubrimientos de Copérnico, Kepler, Galileo y Newton demostraron ciertamente que el universo es inmenso en el espacio y en el tiempo, que los movimientos de los planetas alrededor del Sol se pueden explicar mediante leyes sencillas y que la gravitación lunar origina las mareas. La Tierra dejó de considerarse el centro del mundo como creían los antiguos, para pasar a ser un pequeño planeta que gira alrededor de una estrella corriente. Fue un gran logro abrir el camino hacia un concepto del universo como materia en movimiento gobernada por leyes naturales.

Los acelerados, profundos y generalizados cambios que ha vivido la humanidad en las últimas cuatro décadas encuentran una de sus causas determinantes en la articulación cada vez más estrecha y orgánica entre desarrollo científico, avances tecnológicos y su aplicación en la esfera de la producción, distribución y consumo de bienes de servicio.

Como consecuencia del acelerado desarrollo de la ciencia, se puede concluir que la Revolución Científico-Técnica es uno de los fenómenos más importantes de nuestros tiempos, significando un profundo cambio en la posición y connotación de las ciencias dentro de sociedad, con una influencia directa sobre las fuerzas productivas; así, para

la Revolución Científico-Técnica contemporánea, la ciencia y la técnica constituyen un sólo proceso, una combinación de influencias recíprocas donde la ciencia, a diferencia de lo que pasaba a comienzos de siglo, toma las principales iniciativas constituyéndose en el núcleo más dinámico en el vínculo con la producción, lo que somete a la producción a un influjo constante de ideas innovativas, en plazos cada vez más cortos que influyen y transforman los esquemas tradicionales de la producción. Ello ocurre en el marco de profundos problemas: destrucción y contaminación ecológica, desempleo, marginalización de importantes sectores de la población, concentración de capital y endeudamiento externo.

Los logros de la tecnología pueden no ser todos únicamente beneficios, pero la ciencia y la tecnología han cambiado el mundo en que vivimos y seguramente van a seguir haciéndolo en el futuro.

**Impacto de la ciencia en el desarrollo competitivo de las empresas**

En la actualidad, en la economía mundial ocurre una globalización de los mercados, caracterizada por una competencia creciente que presiona hacia la búsqueda de tecnologías basadas en conocimientos científicos, cuya incorporación al sistema productivo permite reducir costos, mejorar la calidad, ahorrar energía y materias primas escasas, a la par de aumentar la productividad de la fuerza de trabajo. La incidencia de las materias primas en la producción se ve desplazada por el creciente peso del conocimiento en ella, en lo que se ha dado en llamar desmaterialización de la economía.

Así, en los años noventa del siglo 20, se inicia una ola de desarrollo tecnológico en la que se destacan, entre otros rasgos:

- la globalización de los procesos productivos de consumo, de factores culturales, de conocimiento y de tecnología,
- el desarrollo tecnológico acelerado,
- la integración del diseño, la producción y la comercialización, como una única transacción
- una mayor importancia de la ecología.

En concordancia con esto, a la innovación tecnológica se le ha reconocido su carácter de factor estratégico para la competitividad de las empresas de una forma explícita, situándola como un pilar básico en el que fundamentar las ventajas competitivas; por ello, los conceptos y métodos susceptibles de ayudar a las empresas a organizar mejor el desarrollo y la gestión de la innovación son objeto de investigaciones referentes a la capacitación tecnológica (Mercado, 1995) y al vínculo universidad–empresa (Didriksson, 1995), entre otros aspectos.

A este reconocimiento ya mencionado, se une, en el momento actual, el nuevo escenario mundial que se caracteriza por un entorno turbulento, internacionalización de las actividades empresariales, aceleración del cambio tecnológico, la aparición de tecnologías mutacionistas de carácter sinérgico, el acortamiento del ciclo de vida de los

nuevos productos y el alto riesgo inherente al hecho tecnológico, factores conductores de este período de innovación sin precedentes en la historia de la humanidad.

Para triunfar en un mundo tan competitivo es imperioso que las empresas mantengan una estrategia de innovación, donde la cooperación tecnológica representa una estrategia competitiva que permite a las empresas avanzar conjuntamente en el desafío tecnológico, de manera que el diseño y la gestión adecuada de las alianzas tecnológicas son imprescindibles para salvar los obstáculos.

Con tal fin, las acciones encaminadas a la competitividad se sustentan en un modelo integral de competitividad que consta de diferentes ingredientes como son: Gerencia de Aprendizaje, Gerencia de Competitividad y Aspectos Operativos. Ello justifica la necesidad y posibilidad de investigación en la industria, así como las fortalezas y oportunidades que se logran a través de la vinculación universidad-empresa.

En este contexto, los aspectos concernientes a la transferencia y asimilación de tecnologías de los países desarrollados son de gran importancia para países cuyos recursos tecnológicos son infinitamente menores a los del mundo industrializado.

En la literatura, la expresión "transferencia de tecnología" se utiliza de diversas maneras; por un lado, para identificar los procesos a través de los cuales los conocimientos generados en los laboratorios pueden ser utilizados en las empresas y, también, para señalar los procesos mediante los cuales una tecnología diseñada para un sector industrial puede ser utilizada en otros distintos. Por otra parte, en la literatura referida a los países subdesarrollados, el término alude principalmente a la transferencia internacional de tecnología, es decir, al flujo de conocimientos que tiene lugar entre países en desarrollo y las naciones industrializadas. Podemos pensar la transferencia de tecnología en términos de un "paquete" integral que el proveedor le suministra al comprador (Avalos, 1994).

En adición a esto, en el contexto latinoamericano y tercermundista, desde mediados de la década de los sesenta, se puso en boga el tema de la dependencia tecnológica (Avalos, 1994), el cual adquirió relevancia en un momento caracterizado -entre otros elementos- por los planteamientos del tercer mundo en el escenario mundial, por sus proposiciones para crear un orden económico más justo y por sus denuncias de las prácticas económicas de los países industrializados y, en particular, de las multinacionales.

De estas posiciones se han derivado investigaciones dirigidas a determinar y sopesar las consecuencias de la transferencia de tecnología en las economías latinoamericanas, casi siempre consideradas como esencialmente negativas por razones tales como que :

- tales tecnologías tienen la marca de fábrica de las economías de los países desarrollados;
- están concebidas en función de sus características y objetivos y resultan, por lo tanto, inadecuadas para los países de la región.

Esa inadecuación viene dada por varios factores:

- el tamaño del mercado (los mercados de los países latinoamericanos resultan pequeños en comparación con los requerimientos de escala asociados a la tecnología foránea),
- las materias primas (en los países existen otras materias primas o tienen características diferentes a las que se usan en los países desarrollados),
- la disposición relativa de factores productivos (se importan tecnologías foráneas altamente capital-intensivas que agravan el problema del desempleo en las economías de América Latina, caracterizadas por la abundancia de mano de obra en comparación con la disponibilidad de capitales), etc.

En el plano político ideológico hay que sumar el peligro de la incomprensión por nuestros pueblos de la causa real de las posibilidades de generación de nuevas tecnologías en los países más desarrollados e, incluso, la promoción del "robo de cerebros" ante lo atractivo para los jóvenes científicos de situarse en "el borde delantero" de la investigación científica a través del empleo de novedosos recursos de la ciencia y la técnica modernas.

Realmente, ante estas dificultades se abren un gran número de posibilidades de accionar de los pueblos latinoamericanos para conjurar los "peligros" de la transferencia de tecnología, entre los cuales debemos destacar los siguientes :

- la selección y evaluación de tecnologías a ser transferidas, para lo que requiere el desarrollo de metodologías para tal fin,
- la estructuración de mecanismos que posibiliten la búsqueda en el mercado internacional de opciones que resulten más convenientes para las características de las economías latinoamericanas,
- la elaboración de metodologías y capacidades científicas para la adaptación y asimilación de tecnologías foráneas, para hacerlas compatibles con nuestros mercados, con nuestras materias primas, con la estructura y características de nuestra mano de obra, etc.
- la vigilancia tecnológica a través de la observación y pronóstico del desarrollo de las ciencias básicas, en armonía con un adecuado plan prospectivo de creación de capacidades de asimilación del conocimiento de frontera.
- el diseño local de tecnologías más ajustadas a la realidad latinoamericana.

**La ciencia y la tecnología**

Por otro lado, el incremento explosivo de las investigaciones y la disminución en el tiempo de los plazos de la aplicación práctica de los resultados científicos, va convirtiendo cada vez más a la ciencia en un instrumento fundamental para el desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad y el perfeccionamiento de la vida social en su conjunto. Las premisas históricas de esta situación actual fueron, tanto las condiciones de desarrollo de la ciencia y la técnica mismas como, de forma directa, la producción material.

Es entonces necesario reforzar la estrategia socio-económica aplicada que incorpore el conocimiento y los avances de la ciencia y las tecnologías a las necesidades de la mayoría de la población.

La expresión de esta impronta de la época se manifiesta en que la ciencia se introduce en la producción, y esta, a su vez, promueve e impulsa las investigaciones (González y Guirado, 1993). Es evidente entonces que el desarrollo de la ciencia y la tecnología está determinado en gran medida por los propósitos económicos y sociales del país. La ciencia es una forma idónea de investigación, pero también de solución de problemas.

En este contexto, el proceso de creciente apertura e interacción de los sistemas de investigación con el sector de producción y los servicios, inscrito en el nuevo patrón de competitividad global de la actividad económica, -que personalmente hemos defendido- si es mal interpretado puede promover la orientación de la capacidad de producción de conocimientos de las universidades y otros centros de investigación a responder preferentemente a los problemas tecnológicos de las empresas, en lugar de atender con el mismo interés y prioridad los problemas de la sociedad en conjunto, entre los cuales, evidentemente, se incluyen los relativos a las empresas

La globalización de la competitividad económica ha dado lugar a un proceso de reestructuración del sistema global de producción de conocimientos, que encierra, por una parte, una tendencia marcada al apoyo fundamental a la investigación y al desarrollo industrial, y por la otra, implica un abandono relativo de la investigación básica, al mismo tiempo que conduce a un control potencial de las empresas líderes sobre la investigación académica, afectando la capacidad de realizar investigación básica.

La dependencia del financiamiento, transformando cada vez más a los centros de producción de conocimientos en instituciones de carácter cada vez más funcional, regida por criterios comerciales y empresariales y menos intelectual, altera el *ethos* académico (el *ethos* de la investigación desinteresada) y la tradicional misión cultural de las universidades.

El déficit económico del Estado en múltiples países, tanto industrializados como en desarrollo, ha afectado el desempeño de los centros productores de conocimientos en los últimos años; como resultado de ello, las universidades se han visto presionadas a buscar fuentes adicionales de ingresos a fin de sostener sus programas de investigación, con lo cual se han impuesto nuevas pautas con respecto al carácter de la investigación científica. Así pues, en este marco de severas restricciones de presupuesto para las investigaciones, se ha estimulado la cooperación entre empresas e instituciones públicas y los centros de producción de conocimientos, a través de nuevas políticas para la ciencia y mediante la intensificación y ampliación de la llamada investigación colaborativa se han implantado nuevos modelos y patrones de investigación en los países industrializados y en algunos de América Latina.

El propósito de este nuevo patrón de ciencia, montado sobre la vinculación academia-industria es doble: por una parte, con él se intenta generar los ingresos

complementarios necesarios para el desempeño de los centros de producción de conocimientos, y por la otra, a través de él se pretende subsanar ciertas ineficiencias del sistema de investigación académica.

Sin embargo, no debemos perder de vista aquí que todos los esfuerzos de adecuación de las universidades para la intensificación de los vínculos con los sectores productivos, si bien han incluido el fortalecimiento del aparato tecnológico y de la capacidad gerencial, no solo no han resultado fructíferos, sino se han inscripto en un contexto más amplio de fortalecimiento del aparato científico.

Aquí debemos considerar que aunque es una realidad que las instituciones académicas no son los únicos centros de producción de los conocimientos, si es (la educación superior) el elemento socio-institucional básico de producción de los trabajadores del conocimiento y que junto con ello, ha cobrado cada vez más importancia el papel de las instituciones de la educación superior en la transferencia de conocimientos y tecnología hacia la producción y la sociedad.

Aquí se parte del criterio de que el progreso científico está íntimamente relacionado con la educación superior, la cual asegura la preparación de profesionales para la producción y para las instituciones científico-investigativas.

En todo ello está presente como premisa que la investigación no es sólo una de las principales funciones de la educación superior, sino también un requisito previo para su importancia social y su calidad científica, siendo la educación superior un asociado indispensable en el fomento de los temas de interés común que tienen la ciencia, la tecnología y la cultura. Por ello, la formación de investigadores debe estar estrechamente relacionada con el fortalecimiento de la educación superior y su vínculo con los sectores empresarial y de servicios y con la sociedad en su conjunto, considerándose el trabajo común entre los centros de investigación y la educación superior, y de ambos con los organismos de producción, como un factor contribuyente a un ambiente creativo.

Con estas premisas, un problema medular del debate contemporáneo sobre las ciencias es su articulación en las distintas disciplinas y las artes, o sea, la integración del conocimiento y la reflexión interdisciplinaria sobre la naturaleza y la sociedad. Desde luego, vemos la interdisciplinariedad, la unidad de la diversidad, como un reflejo esencial del mundo real como tal.

Debemos tener presente el peligro de que la dependencia de las investigaciones del financiamiento externo, tienda a incrementar la concentración de las capacidades de investigación en los países desarrollados, con el correspondiente aumento de la brecha entre educación y conocimiento entre estos países y América Latina.

El peligro que hipotéticamente encierra este planteamiento es el siguiente: con el nuevo modelo de ciencia, orientado hacia la investigación pre-competitiva, la producción de conocimiento en la academia es orientada crecientemente a la búsqueda de nuevos productos, procesos o servicios que interesan a las empresas. A medida que se profundiza este fenómeno, la academia deja de ser el lugar por excelencia de la investigación básica y se transforma en un espacio aún más supeditado a los intereses

empresariales que financian la investigación pre-competitiva. Como resultado de ello, la actividad científica pierde en autonomía y capacidad critica en la producción de nuevas ideas y conocimientos, transformándose en una institución subordinada a otra dinámica e intereses que no son los propios.

En adición a esto, las diferencias cualitativas, en términos de la concentración de conocimientos de frontera, la iniciativa en la invención y el potencial de transferencia de conocimientos y tecnologías a nivel mundial, favorecen notablemente a los países desarrollados, como ha sido ampliamente documentado (Licha, 1996), incrementando paulatinamente la brecha entre unos y otros, por lo que “los árboles no deben impedirnos ver el bosque" y perder de vista, por las limitaciones financieras, la necesidad de continuar el reforzamiento de las investigaciones para la obtención de conocimientos básicos que, como ha demostrado la investigación académica, es un componente esencial del proceso de transnacionalización de la actividad de investigación y desarrollo, y que debe ser hábilmente aprovechado.

Al nivel del conocimiento es posible prever que, hacia los próximos cinco o diez años, los esfuerzos de los científicos, artistas, educadores, investigadores, técnicos e ingenieros, poetas y literatos, llegarán a prefigurar un nuevo paradigma de la ciencia y de la realidad, a la vez unitario y diverso, es decir, la constitución de un paradigma interdisciplinario.

O sea, el problema no es solo asumir que la integración del conocimiento es necesaria y que es un camino deseable, sino ¿para qué vamos a realizar esta integración? y ¿de qué manera podemos hacer apropiada esta generación endógena de conocimientos?

Para lograr el modelo de competitividad global que proponemos, en que la investigación básica en el entorno I+D (fundamentalmente en las universidades) se interrelaciona de manera coherente y sistemática con la gestión de la producción y los servicios, es necesario producir un cambio cualitativo, fundamentalmente en la dimensión actitudinal de ambos entornos, entendiendo como tal la necesidad de una nueva perspectiva en la cultura universitaria y empresarial, con disposición para el cambio. Ello, por supuesto, no depende solo de una rigurosa selección del personal de ambos tipos de instituciones, sino que deviene como resultado de un cambio interno, propiciado por un ambiente cualitativamente nuevo y en prospectiva y es función de una política científica rigurosamente trazada y pensada.

En este sentido, las universidades no debían estar sólo socialmente comprometidas, sino que debían ser capaces de rendir cuentas a la sociedad. Del mismo modo, las empresas debían tener que responder cuando pierden su competitividad porque han quedado a la zaga de los principales cambios científicos de punta en las ramas básicas que le son afines.

Los modos para preparar esta “rendición de cuentas” podrán tener la pluralidad y la diversidad que le impongan diferentes determinantes, a saber, sociales, políticas, económicas y culturales, pero la esencia del proceso permanece inalterable sobre la base de que la investigación científica básica necesita, para ser competitiva, estar en

interrelación con los actores sociales de los principales procesos productivos y de servicios de una nación, y ambos, al usar en lo fundamental el presupuesto estatal para su actividad, deben rendir cuenta del cumplimiento de su encargo social.

En este contexto quedan los esfuerzos de universidades que analizan, cada cierto tiempo, la producción científica de sus graduados, las responsabilidades sociales, empresariales y ejecutivas asumidas por ellos, entre otras; así entonces, aspectos como la relevancia social de sus investigaciones, la aplicación en la práctica de sus resultados científicos y otras vías, pueden formar parte del arsenal disponible para evaluar la competitividad global e integral de la gestión de la ciencia y la innovación.

Desde luego, la ejecución de tales acciones incluye y requiere, indudablemente, la formación de capacidades intelectuales en nuestros pueblos; es por ello que nos vemos aquí obligados a reflexionar sobre la estrategia para lograr esto.

**Acciones para crear una capacidad adecuada de asimilación, transferencia y creación de tecnologías**

1. Importancia de la investigaciones básicas y sociales

En relación con lo anterior, son de interés las leyes que expresan la relación mutua entre la técnica, la producción y la ciencia en las diferentes etapas del desarrollo histórico. Por ello, debemos partir en nuestro análisis del hecho de que hoy en día es un rasgo distintivo de la época la penetración frontal de la ciencia, no solo en los secretos de la naturaleza sino también en la vida social, de manera que es una necesidad imperiosa del mundo moderno el dominio de las ciencias naturales y técnicas, así como de las sociales.

Es importante aquí significar que, tal como lo concebimos, los conocimientos científicos básicos, vistos como la comprensión de lo que se podría llamar el enfoque científico o la forma científica de conocer o inclusive el método científico, es un prerrequisito y no una consecuencia del desarrollo económico y social del país. Los conocimientos básicos, entendidos como conocimientos funcionales habituales de la ciencia, son tan necesarios como la alfabetización (la lectura y la escritura) para una forma de vida satisfactoria en el mundo moderno. Los conocimientos científicos básicos son necesarios para que haya una fuerza de trabajo capacitada para alcanzar el bienestar económico y sanitario de la sociedad y de todos sus componentes.

La elaboración de una política y una prospectiva tecnológica influye a su vez en las consideraciones referentes a la política y la prospectiva científica, contribuyendo a que la investigación fundamental (básica) y sus esferas de acción cobren perfiles más definidos; tal es el caso de la biotecnología moderna, cuyos avances prácticos y la competitividad de sus productos en el mercado se sustentan cada vez más en el avance de las fronteras del conocimiento básico y del dominio de los mismos. De igual forma, las investigaciones de los recursos naturales propios y las vinculadas a los estudios ecológicos, entre otras, resultan elementos decisivos en la estrategia tecnológica del país.

La elaboración de una estrategia científico-tecnológica que se inserte dentro de los objetivos más amplios del desarrollo económico y social, se convierte en tarea de primer orden. No se trata de pronósticos a un número de años, ya inefectivos y caducos, sino de la elaboración de prospectivas, de escenarios alternativos para horizontes temporales que serán por un lado, inevitable y relativamente cortos, dadas las difíciles situaciones por las que transitan las economías de nuestros países y los cambiantes contextos internacionales que constituyen nuestro entorno, y por otro, inexorablemente largos, para que no nos sorprenda el desarrollo de la ciencia y perdamos la posibilidad de una respuesta competitiva en un momento dado.

Urge definir objetivos y prioridades, conocer hacia dónde se dirige la ciencia y la tecnología universal, conocer nuestros posibles nichos tecnológicos y poder, con visión anticipadora, dirigir y concentrar nuestros esfuerzos y escasos recursos, así como establecer el balance adecuado entre la tecnología autóctona y la importada, en la prospectiva de nuestro desarrollo económico, para que ambas visiones -la económica y la científica- no sean visiones paralelas en el espacio temporal, sino que se corten en las proyecciones del desarrollo de nuestros países. Esto permitiría que en el financiamiento de las ciencias no se busque en los problemas de hoy, sino en la capacidad anticipadora de las demandas de conocimiento del futuro, previstas y logradas en una armonía prospectiva de los sectores de producción de conocimientos y de la economía, la sociedad y los servicios en su conjunto.

Aquí se requiere, como en la mayoría de las actividades de desarrollo tecnológico, que se movilicen competencias de un gran número de profesionales (universitarios, investigadores, ingenieros y técnicos), pues el mundo de la ciencia y la técnica necesariamente es anticipatorio y se ha profesionalizado. La finalidad de sus actividades y, por tanto, las funciones que desempeñan estos profesionales, son múltiples.

Por otro lado, el método científico no es una suma de reglas formales aplicables a todos los casos; es la desarticulación de la metodología general de las ciencias, el método de esta o aquella ciencia, lo que hace fructífera su aplicación en la investigación científica concreta, de donde, el carácter específico del objeto de estudio no puede dejar de reflejarse en el método de investigación.

Así, siendo el análisis y la síntesis los dos momentos principales del proceso del conocimiento, no se pueden analizar los objetos de estudio sin penetrar en la fenomenología, en el estudio del fenómeno, en la experiencia; esto se logra a través de la abstracción de la experiencia, lo que lleva al concepto de modelo, a la generalización teórica, cosa esta que facilitan las Matemáticas, con su preciso aparato lógico y, como ocurre en todos los campos del pensamiento humano, al llegar a una determinada fase del desarrollo, las leyes abstractas del mundo real se ven separadas de este mundo real, por lo que pueden estudiarse independientemente de los sistemas reales, actuar sobre ellos y obtener las conclusiones que nos permiten planificar y ejecutar la dirección del fenómeno real. Pero, como se comprende, sólo un conocimiento multilateral del objeto de estudio permite elevarnos a abstracciones que representen el lado del fenómeno que queremos investigar.

Este proceso de producción de conocimientos ha dado lugar a una aplicación intensiva de los métodos matemáticos en todas la ciencias, de manera que no se puede hablar de perfección en el trabajo científico si no se ha logrado utilizar las Matemáticas (Arana, Calderón y Valdés, 1997), lo que es enteramente lógico pues el desarrollo explosivo de las investigaciones ha dado un lugar preponderante al problema de la elevación de su eficacia y la dirección óptima de las mismas

Es en ello necesaria una percepción nítida respecto a la necesidad de una base nacional de ciencia. Por otro lado, en la actualidad la práctica productiva plantea con frecuencia a la ciencia tareas que tienen un carácter estratégico y perspectivo que exigen que la ciencia se adelante a la técnica y a la producción en su desarrollo, lo que sólo puede lograrse a través de un sólido potencial científico

El potencial científico esta formado por varios elementos, entre los cuales se destacan:

- las reservas de ideas científicas obtenidas de investigaciones fundamentales (básicas),
- las investigaciones científicas aplicadas, que se materializan en proyectos y patentes.

En el mundo moderno, la evolución de la información y el acceso a fuentes del conocimiento geográficamente distantes hacen que muchos de los resultados científicos de las investigaciones sean de acceso a uno y otro país, de manera, incluso, que tras la globalización de la economía ha surgido la globalización de la investigación y el desarrollo.

Por ello, al elaborar y desarrollar una política científica, la experiencia aconseja considerar entre los principios de esta actividad, la asimilación del conocimiento mundial y su adaptación a las condiciones de cada país, pues la difusión de nuevas tecnologías es tan importante como su desarrollo (Simeón, 1996) y, como se comprende también para la recepción eficiente de tecnologías, se requiere una base de investigación que no podrá estar reducida al conocimiento de las últimas tecnologías en aplicación, sino también y con mayor razón, a la comprensión de las potencialidades de aquellos conocimientos en ciernes que serán sin duda, en un hipotético futuro, la base de las soluciones tecnológicas de la producción, aspecto que sólo se logrará con una sólida base científica en los campos fundamentales del saber, lo que refuerza la importancia de las Ciencias Básicas en los procesos de asimilación de tecnologías del futuro.

Un segundo principio de la política científica debe ser que la ciencia tiene que responder a las necesidades del desarrollo económico del país y por ello se requiere la presencia de los centros de investigación en todas las esferas del quehacer económico y social. La posibilidad de generar conocimientos y tecnologías propias es también un principio en su política científica y tecnológica.

Indudablemente, un principio fundamental en la política científica será siempre la formación de recursos humanos, pues sin científicos es muy difícil hacer ciencia

(Simeón, 1996); es pues, sin duda, la composición cualitativa y cuantitativa de los cuadros científicos el elemento más importante de la política científica.

Al referirnos a su composición, tenemos en cuenta la existencia de “escuelas” y líderes científicos en una u otra rama del saber, pues, por un lado, son estas “escuelas” las que están en posibilidad de tener un impacto inmediato en la producción y los servicios, mediante investigaciones científicas productivas o aplicadas y, además, dan continuidad al conocimiento científico a través de investigaciones fundamentales y la búsqueda de métodos científicos.

Aquí no debemos olvidar que desde el punto de vista de las leyes internas del desenvolvimiento de la ciencia contemporánea, adquiere gran significado la influencia de una ciencia en la otra; junto con ello, sólo líderes capaces logran con eficacia proyectar el trabajo, dirigir el grupo y asumir los compromisos importantes, por lo que se requiere en los cuadros científicos una visión abarcadora y multilateral del mundo real investigado.

2. Importancia de las Ciencias Básicas y Sociales en la formación de Investigadores.

De acuerdo con la experiencia acumulada por países que, como Cuba, cuentan con escasos recursos materiales y sin embargo, en un relativo breve período de tiempo han logrado preparar eficazmente una capacidad de desarrollo investigativo en varios campos del conocimiento, es importante en la creación de estas capacidades, hacer hincapié en la preparación integral y metodológica de los investigadores, donde ha sido un factor esencial la formación en Ciencias Básicas y Sociales, lo que ha estado presente en las actividades académicas de pre y postgrado, así como en las posibilidades extracurriculares de ambos niveles. La formación de investigadores se refuerza, a nivel de postgrado, a través de los Grados Científicos en los cuales la formación en Matemáticas y otras Ciencias Básicas y Sociales están presentes. Esto ha permitido establecer y materializar una estrategia de formación de científicos en la que las Ciencias Básicas y Sociales tienen un papel decisivo, junto con la vinculación a los problemas de la producción, de los servicios y de la sociedad en su conjunto (González, 1997).

Para fundamentar lo dicho, debemos considerar que, partiendo de los principios que fundamentan la política científica, son aspectos claves para la formación de los investigadores:

- el acceso a la actividad científica libre, nutriéndose la misma de las capas más amplias de toda la población. Sus resultados constituyen patrimonio de todo el pueblo,
- la unidad de la teoría y la práctica, la planificación del trabajo científico, la concentración de los esfuerzos en los problemas principales del progreso científico, técnico, económico y social,
-el carácter colectivo del trabajo, la colaboración y el enriquecimiento mutuo de las experiencias.

Definidas estas premisas, la elaboración de un plan de formación de cuadros científicos lleva, como es natural, a la cuestión de cómo se debe investigar y en que debe consistir la peculiaridad de los métodos de trabajo.

Como se ha señalado, el proceso cognoscitivo incluye dos componentes fundamentales: el volumen de conocimientos de que se dispone y las ideas fundamentales por las que se orienta el investigador. Sus resultados dependen tanto de la suma de conocimientos acumulados por la humanidad hasta el momento, como del conjunto de información de que dispone uno u otro investigador; por ello, en la formación de investigadores deben ser propósitos:

- la disponibilidad de información científico-técnica, la que, en consecuente interacción, requiere una organización, un acceso y una utilización, además de un aporte y enriquecimiento constante;
- la adecuada preparación metodológica del investigador y del colectivo de investigación.

Tener en consideración que en la teoría del conocimiento, como en todos los dominios de la ciencia, hay que razonar dialécticamente, no suponer nuestro conocimiento acabado e invariable, sino analizar el proceso gracias al cual el conocimiento nace de la ignorancia o gracias al cual el conocimiento incompleto e inexacto llega a ser conocimiento más completo y más exacto.

Aquí es necesario reforzar el criterio de la necesidad de la preparación metodológica, que permite el desarrollo de las investigaciones con verdadero rigor científico, pues en la producción científica, una premisa es conocer la esencia del proceso cognoscitivo, dominar las leyes fundamentales de la gnoseología y concebir los métodos y procedimientos más eficaces que proporcionan una orientación justa en la investigación científica y ayudan a elegir el camino más corto hasta los conocimientos verdaderos. Es por esto que la ciencia sin la teoría del conocimiento, en el caso de que sea concebible en general sin ella, es rudimentaria y desordenada.

Un rasgo distintivo de las Ciencias Naturales modernas, que debe tenerse en cuenta en la formación de científicos, es que en ellas se reflejan la integridad y la unidad interna de la materia y de la naturaleza, lo que conlleva a la necesidad de la intervinculación de las ciencias por sus métodos; asímismo se manifiesta el carácter integrativo (a través de problemas concretos como los de la ecología) de las Ciencias Naturales, Sociales y Técnicas, de manera que el progreso científico actual necesita de científicos con capacidad de síntesis de los conocimientos, siendo el carácter integrativo científico general el rasgo específico del desarrollo de la ciencia moderna.

Es decir, que en la formación de investigadores tiene especial importancia, no sólo la metodología general de la investigación (que como se ha planteado, tiene rasgos generales para todos los campos de las ciencias, siendo los modernos métodos cibernéticos (González, García y Herrera, 1979), un eslabón intermedio en su aplicación a problemas específicos de las ciencias particulares), sino también, las disciplinas científicas específicas en cada caso, yen general, las disciplinas básicas que tienen un alcance general que propician el enfoque integrador y multilateral requerido hoy en la

solución de problemas concretos, y que por otro lado, favorecen el clima imperante en la sociedad de creatividad inducida.

La especialización, por un lado, y el conocimiento integral, por otro, parecen una paradoja insoluble; sin embargo, indican rasgos distintivos del profesionalismo de la época donde la creatividad y la capacidad de resolución de problemas científicos es vital para el desarrollo. De ahí la importancia de la educación integral, sistémica y sociológica de los profesionales y de la creación de instituciones y comunidades científicas y técnicas que velen por el desarrollo tecnológico y la ética profesional (Fernández, 1996); para ello, en la formación de los investigadores deben lograrse: conocimientos, habilidades, experiencias, valores, tradiciones, etc., que requieren del investigador no sólo una formación en su ciencia específica, sino también, general, básica y social, acorde con los requerimientos de la época.

De la experiencia en la formación científica de profesionales (González, 1997) se ha podido concluir que tienen una especial incidencia:

- la consolidación de las Matemáticas en un nivel básico común a todas las especialidades y su adecuación a las exigencias de cada especialidad con las asignaturas de Métodos Numéricos, Álgebra Lineal, Estadística, Diseño de Experimentos, Optimización y Modelación Matemática;
- el incremento de la enseñanza práctica de la Física y su consolidación teórica en las carreras universitarias como asignatura esencial para el conocimiento del mundo que nos rodea;
- la consolidación de la enseñanza de la Química con una articulación apropiada para cada especialidad universitaria, de acuerdo con las asignaturas básicas específicas requeridas;
- el perfeccionamiento de la enseñanza de la Biología por su actual impacto en todas las ramas el conocimiento;
- la sistematización en todas la carreras universitarias de asignaturas de Ciencias Sociales, con una correcta articulación con los estudios de postgrado y la investigación estudiantil;
- la introducción de asignaturas de Programación y Computación en todas las carreras universitarias;
- en el caso específico de las Ciencias Médicas, el desarrollo de las Ciencias Básicas Biomédicas a través de la formación de especialistas en Ciencias Básicas. Estas, a la vez que permiten un incremento cualitativo en el nivel de impartición de las asignaturas médicas, preparan a los especialistas de manera más rigurosa, aspecto que facilita una preparación más integral y posibilita incorporar a numerosos especialistas al trabajo en grupos multidisciplinarios. En este sentido se ha señalado (Berg, 1980) que la lucha contra las enfermedades en el futuro demandará un conocimiento detallado de la Anatomía, la Fisiología y la Bioquímica del genoma humano a nivel molecular.

Así, hoy en día, en la formación de especialistas en Ciencias Básicas Biomédicas se incluyen, además de los últimos adelantos de la Biomedicina a nivel mundial, la preparación en asignaturas de Ciencias Exactas y Naturales tales como Matemática,

Física, Química, Química-Física, Idiomas, Bioestadística, Computación, Sicología, Sociología y Ética, entre otras, que le garantizan la solidez necesaria para las investigaciones biomédicas.

En la formación de científicos, un elemento de primordial incidencia es, sin duda, la obtención de Grados Científicos, lo que tiene su expresión culminante en la elaboración y defensa de la Tesis de Doctorado. Es requisito indispensable para la obtención del Grado Científico el demostrar novedad científica en el campo de investigación específico y en la implementación de los métodos modernos de las ciencias que se incluyan. De igual modo, la necesidad de aplicación práctica y de evaluación del impacto social y económico del pretendido aporte del trabajo científico defendido, garantiza la comprensión de la relación de la ciencia, la producción y la sociedad, a la vez que de conjunto, el enfoque integrador que el mundo moderno exige de los investigadores.

En las condiciones del desarrollo actuales se debe hacer hincapié en la necesidad de correr riesgos en los enfoques y las decisiones para hacer más dinámicas las investigaciones. Este riesgo ha podido minimizarse a través de la posibilidad en la educación superior de enfocar y ejecutar de manera prospectiva los trabajos de forma interdisciplinaria y con un conocimiento fenomenológico sustentado en las Ciencias Básicas que garantizan una interpretación adecuada más allá de la experiencia acumulada.

**Conclusiones**

1. Para lograr incrementar la eficiencia en los procesos de transferencia y absorción de tecnologías, se requiere incrementar el esfuerzo que se viene haciendo en el aumento de la cooperación y la integración científica entre las instituciones de investigación.

2. Debe fortalecerse la red de centros de investigación existentes y su utilización como factor de arrastre de las universidades y otras áreas de generación de conocimientos del Sistema de Ciencia y Técnica en general.

3. Es necesario el reforzamiento del trabajo científico de carácter fundamental en las Ciencias Básicas y Sociales como aspecto estratégico para el desarrollo a largo plazo, así como el incremento de la colaboración internacional en áreas de alto desarrollo científico.

4. Se requiere propiciar una estrategia para el desarrollo prospectivo de la ciencia a partir de la evolución y el impacto del entorno social y económico que permita determinar una política científica integradora de todo el potencial existente y que garantice su preparación para enfrentar las demandas científico-técnicas del sector empresarial en un futuro mediato e inmediato.

5. Es necesario determinar y materializar alternativas viables de fortalecimiento de la vinculación universidad-empresa, a través de estudios colaborativos con el sector empresarial y la sociedad en su conjunto, que permitan una acción de determinación de las nuevas soluciones tecnológicas que demandará el desarrollo de la sociedad en su conjunto.

6. Se requiere elaborar y desarrollar una estrategia para la formación de Doctores en Ciencias que coadyuve al incremento del desarrollo competitivo del país, mediante un adecuado plan que permita, a través de los recursos humanos, materiales y financieros disponibles, y en alianza con centros de mayor desarrollo en determinadas especialidades, dentro o fuera del país, elevar el número de docentes, investigadores y profesionales en general con Grado Científico.

7. Deben estudiarse las vías para propiciar la disminución de los costos totales en la formación de Doctores e incrementar los resultados de la ciencia y la técnica introducidos en la sociedad mediante una adecuada integración y racionalización del esfuerzo e impacto investigativo que ejecuten.

### Referencias


Arana, M., Calderon, A, y Valdés, N. **La cultura tecnológica en el ingeniero y el cambio de paradigma.** En: Tecnología y sociedad. Ed. Félix Varela, La Habana, 1997.

Avalos, I. **Transferencia de tecnología.** En: Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas. Editorial Nueva Sociedad, 1994.

Berg, P. **Conferencia del Premio Nóbel.** Estocolmo, 1980.

Didriksson, A. **La Universidad del futuro: un estudio sobre las relaciones entre la educación superior, la ciencia y la tecnología en Estados Unidos de Norteamérica, Suecia y México.** Fondo Editorial FINTEC, 1995.

Fernández, I. 1996. **Variables a considerar en el análisis de los Sistemas Nacionales de Innovación.** Memorias IBERGECYT´96. GECYT, La Habana, 1996.

González, E. **La influencia de las ciencias básicas en la formación de investigadores de Cuba.** Rev. Nómadas. No. 7. Fund. Universidad Central, Bogotá, 1997.

González, E. y Guirado, B. **Necesidad y posibilidad de investigación en la industria.** I Encuentro Nacional de Gestión Tecnológica, La Habana, 1993.

González, E., García, J.L. y Herrera, M. 1979. **Los modernos métodos cibernéticos como eslabón intermedio en la aplicación de la dialéctica materialista en los métodos especiales de las ciencias particulares.** Conf. de Ciencias Naturales y Sociales. UCLV. Santa Clara, 1979.

Licha, I. **La investigación y las universidades latinoamericanas en el umbral del siglo XXI. Los desafíos de la globalización.** Colección UDUAL, 1996.

Mercado, A. **Desarrollo tecnológico en la industria de química fina del Brasil. Clasificación taxonómica y determinación de una secuencia evolutiva de su capacitación tecnológica.** Fondo Editorial FINTEC, 1995.

Simeón, R. E. **Estrategia de la ciencia y la tecnología en Cuba.** Conferencia Inaugural IBERGECYT ´96. GECYT, La Habana, 1996.

# LA CULTURA TECNOLÓGICA EN LA GESTION UNIVERSITARIA

***Ma del Carmen Armenteros Acosta y Caridad Vega García***
***Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría"***

La importancia de la ciencia y la tecnología a los inicios del siglo XXI está fuera de discusión. La ciencia y la tecnología modernas se encuentran en la base de una serie de transformaciones que, a ritmo acelerado, se difunden por el mundo; su estrecha y creciente interrelación con los procesos económicos, políticos, sociales y culturales fundamentan estrategias y políticas globales de desarrollo, y están causando profundas transformaciones en las percepciones del mundo y en los valores que orientan la conducta humana y la toma de decisiones en los diferentes sectores de la sociedad.

El vertiginoso desarrollo de la ciencia y la tecnología y la velocidad de su internacionalización se da en un contexto histórico trascendental para los destinos de la humanidad. Sus hitos más sobresalientes han sido: el reforzamiento de la transnacionalización monopolista mundial y de los centros hegemónicos del capitalismo, la marginación creciente del "Sur" y la globalización del neoliberalismo en la economía, la conciencia y la cultura del planeta. El conocimiento científico y tecnológico se concentra en el primer mundo, en círculos cada vez más selectos entre las transnacionales y se ha convertido en elemento de poder en las relaciones internacionales. La concentración de la producción científica y tecnológica es parte de la concentración de la riqueza como problema común.

En este contexto, los países de economía emergente necesitan la construcción de sus propias alternativas. Corren el riesgo de someterse a un neocolonialismo centrado sobre el poder del saber. Asumir una actitud dinámica significa prepararnos rápidamente para aprovechar las oportunidades que se nos brinda y producir los cambios necesarios para no quedar al margen del progreso científico-tecnológico, económico, social y cultural de la humanidad. Es decir, un componente de la alternativa de los países subdesarrollados es el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas.

Con la III Revolución Industrial, de la que somos testigos, producto de la convergencia tecnológica de distintas áreas del conocimiento y su aplicación -la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones-, la civilización humana se encuentra en los albores de la era de la inteligencia en red, que da origen a cambios significativos en la economía, la política y la sociedad; con nuevas esperanzas y oportunidades, pero con muchos riesgos y amenazas como la estratificación social, la polarización de las riquezas, la pérdida de la privacidad y otros derechos, el desempleo estructural y los conflictos sociales masivos, entre otros. Su factor clave es el conocimiento, por lo que todas las tecnologías basadas en el tratamiento de la

información y el capital intelectual constituirán el soporte fundamental de este proceso innovador.

Destacamos, dentro de las características de esta sociedad postindustrial, las siguientes:

- proceso social productivo basado fundamentalmente en el valor económico del conocimiento y la información como "materia prima básica de la actividad productiva", es decir, como fuerza productiva directa.
- formación educacional centrada en el proceso de información y no en la acumulación de conocimientos y en una educación más creativa, personalizada y continua.

"La economía de la era de la inteligencia en red es una economía digital…La nueva economía también es una economía del conocimiento, con base en la aplicación del *know-how* de los seres humanos a todas las cosas que se producen y la forma como se elabora (Tapscott, 1995) .

Significa un cambio donde el conocimiento es el único recurso significativo, y por tanto, los activos claves de las organizaciones son intelectuales, es decir, el trabajador del conocimiento. En estas condiciones, aunque el capital es aún un activo clave, se irá transitando cada vez más en función del conocimiento, por lo que resulta importante la atracción, retención y desarrollo continuo de las capacidades de los trabajadores y directivos y propiciar un ambiente para la innovación y la creatividad. Una nueva economía basada en la innovación, la economía del saber.

Pero como se ha dicho, "el conocimiento no conoce fronteras", por lo que al convertir el conocimiento en recurso clave sólo existe una economía mundial. Desde una posición dialéctica, la globalización actúa como causa y efecto. Las redes computacionales eliminan el concepto de espacio y potencian la transmisión de información mediante la comunicación e interconexión, impulsando los procesos globalizadores en las diferentes esferas de la sociedad. Al mismo tiempo, la globalización impulsa la expansión de la nueva tecnología permitiendo la apertura de nuevos mercados, negocios, oportunidades y estructuras organizacionales.

De ahí que el acelerado desarrollo de la ciencia y la tecnología vaya acompañado de ritmos de crecimiento económico a través de la productividad del conocimiento. Aunque no existe aún una teoría económica que explique el comportamiento del conocimiento como recurso económico, como activo intangible, no hay duda de que el problema reside en aumentar el rendimiento de lo que se conoce por el individuo, el grupo y la organización, es decir, convertir la información en conocimiento, como creador de mayor valor agregado económico.

En la compleja tarea de hacer productivo el conocimiento y la educación, la universidad juega un rol determinante por ser el lugar natural donde se genera la nueva ciencia y tecnología, sobre todo en el contexto latinoamericano, por lo que adquiere un mayor compromiso con el futuro de contribuir de manera decisiva al conocimiento científico y tecnológico, respondiendo a las siguientes exigencias sociales:

- Proporcionar alfabetismo universal de alto nivel, el cual se extiende más allá de los fundamentos de lectura, escritura y aritmética, para abarcar la comprensión básica de las ciencias y de la dinámica de la tecnología, el conocimiento de las lenguas extranjeras, aprender a ser eficiente como miembro de una organización, la creación de un pensamiento científico y la alfabetización informática.

- Infundir en los estudiantes motivación para aprender y disciplina para continuar aprendiendo, es decir, desarrollar la capacidad de aprender a aprender.

- Estar abierta tanto a las personas altamente calificadas como a las que no tuvieron acceso a la educación superior en sus años tempranos. Debe ser un sistema abierto que acoja a jóvenes y asegure, al mismo tiempo, la educación durante toda la vida. Aquí vale el axioma de ”cuanto más instrucción tenga una persona, más va a necesitar”.

- La escolaridad no será monopolio de las escuelas, que serán sólo una de las instituciones de aprendizaje y que competirá con los distintos enfoques de instrucción. El aprendizaje organizacional se convierte en una ventaja competitiva sostenible.

En todos los países las universidades son factor clave para el desarrollo científico y tecnológico. El modelo de universidad proactiva que proclama la UNESCO, conjuga las fortalezas que son atributos únicos: una elevada concentración de hombres de ciencia, y por tanto, con capacidades de generar nuevos conocimientos, y habilidades para emprender los desarrollos tecnológicos, unido a su otra razón de ser: difundir, socializar esos conocimientos, lo cual genera una sinergia propia a esta institución. Así se refuerza su pertinencia social.

Las universidades en Cuba conjugan las actividades científico-docentes y científico-investigativas, lo que resulta una condición indispensable para la elevación de la calidad de la educación superior. La adecuada valoración del papel de las actividades científico-tecnológicas (ACT) repercute positivamente en la preparación de los profesionales y en la pertinencia social de la institución, ofreciendo resultados de impacto social, económico y cultural a la sociedad.

Actualmente en la estrategia de las universidades, la I+D ha ido transitando a la conjugación de la I+D como objetivo académico y la I+D como recurso competitivo, debido a la percepción social y económica de la misma y a los cambios de los modelos de financiación. La universidad, además de un agente de formación de capital humano, se está convirtiendo en un agente económico activo que tiene que comenzar a dar valor a su producto, aportar calidad e imagen a éste, y por tanto, pensar en la proyección del trabajo de investigación y de la actividad científico técnica.

Los cambios en el modo de hacer de las universidades conducen a una profunda transformación cualitativa que se experimenta en la actualidad, y en tal sentido, el MES se ha incorporado con alta prioridad a la tarea de obtener, con sus propias fuerzas y capacidades, el financiamiento en moneda libremente convertible que le permita planificar, ejecutar las negociaciones comerciales, recibir, almacenar y distribuir los principales recursos materiales que aseguren el funcionamiento corriente de la actividad fundamental

de las universidades, con cargo de una proporción siempre creciente a estas fuentes propias del subsistema.

Así aparecieron formas de estructuras organizativas y de dirección del proceso investigativo que propician la integración de las capacidades de creación, difusión y utilización de tecnologías: la organización por proyectos, los grupos de investigación multidisciplinarios, la busqueda de nuevas fuentes de financiamiento, el establecimiento de contratos económicos para la comercialización de los resultados de investigación y la posibilidad de autofinanciamiento de las investigaciones.

Todo ello implica la necesidad de una concepción renovadora en cuanto a la propia cultura profesional, que incorpore una nueva visión de la ciencia y la tecnología, la cual debe impactar las diferentes áreas universitarias, tanto de los procesos de formación y capacitación de los profesionales futuros y en ejercicio, como de la propia actividad de investigación científica y tecnológica. Pretendemos exponer algunas ideas en torno a la creación de una cultura tecnológica como soporte básico de la práctica profesional y de las experiencias obtenidas en la última década en la educación de ingenieros.

El consenso creciente en torno a que la epistemología espontánea sobre la ciencia y la tecnología constituye un obstáculo fundamental en la promoción de un cambio de mentalidad asociado a la ciencia y la tecnología como variables estratégicas del desarrollo, acentúa el papel de las universidades en la configuración de una nueva concepción sobre la ciencia y la tecnología basada en particular en los enfoques ciencia-tecnología-sociedad y el vínculo universidad-empresa.

Para una universidad técnica como el Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría” (ISPJAE), la concepción sobre la naturaleza de la tecnología es un fundamento básico. A la concepción intelectualista como ciencia aplicada, artefactual, como colección de máquinas e instrumentos en que se sustenta el determinismo tecnológico y la autonomía de la tecnología, que abre el camino a la neutralidad y tecnocracia que caracteriza al enfoque intrumental, oponemos un concepto alternativo que pone el énfasis no sólo en el resultado sino también en el proceso, una concepción más amplia como forma de organización social, donde interactúan los distintos factores humanos, económicos, psicológicos, sociales y políticos (Pacey, 1986).

Como punto de partida hemos tomado la casi obsoleta polémica entre investigación básica y aplicada, por cuanto ”no hay ciencias aplicadas sin ciencia que aplicar”. La articulación de la ciencia con la tecnología, su interacción y la aceleración de la aplicación comercial de los nuevos conocimientos ha hecho infuncional esta clasificación.

La investigación científica, como parte importante de la ACT de las universidades, tiene como particularidad más significativa actualmente, su tributo al desarrollo de la humanidad por concepto de incremento del conocimiento científico. Como producto resultante de la investigación científica está el conocimiento, que es indivisible y tiene valor económico; quien lo posee puede obtener un beneficio. Sin embargo, el conocimiento y la información que de ella se derivan, una vez que se ha

producido, tienen un costo bajo, razón por la que sus poseedores tendrán que guardarla muy celosamente para obtener un mayor beneficio de ella.

Junto a la investigación básica existe otro tipo de investigación que se esfuerza en obtener su financiación de empresas u organismos públicos, ofreciendo a cambio determinados productos o servicios. Esta investigación concebida como proyectos conjuntos, como investigación innovativa, como servicios científico-tecnológicos, toma como punto de partida la validación de las nuevas teorías, modelos, métodos y procedimientos propuestos por la investigación básica y tiene un alcance más limitado que ésta, concentrándose en un problema industrial o social específico.

El principal vínculo entre la universidad y la sociedad, y en particular, con la industria y los servicios, se logra a través de la investigación aplicada de la cual esperamos resultados más terminados, que permitan introducirlos en nuestras empresas productivas y de servicios que aún no son demandantes de soluciones, como es en el primer mundo que facilita la transferencia de los resultados aun en fase precompetitiva.

La I & D comprendida por la OCDE como “los trabajos creativos que se emprenden de modo sistemático a fin de aumentar el volumen de conocimientos, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como la utilización de este volumen de conocimientos para concebir nuevas aplicaciones”, se ubica como etapa o concepción de inventiva y limitada a la actividad propiamente académica o investigativa, sea básica, aplicada o de desarrollo experimental. Esta conceptualización aún es fundamental y predominante en el ámbito mundial. A partir de ahí, le correspondería a las universidades el desarrollo de investigaciones provenientes del propio nivel del arte de la ciencia y la tecnología, o dicho en otras palabras, las originadas por las necesidades internas de las mismas.

No existen dudas acerca del papel de las universidades e institutos de investigación en el incremento de la investigación y el desarrollo de tecnología como dos de los principales actores en el Sistema Nacional de Ciencia y Innovación Tecnológica, en la solución de los problemas económicos y sociales, sobre todo en condiciones de crisis económica, donde escasean los recursos para el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas, y dada la condición de país pequeño y subdesarrollado.

Entendemos la I&D de las universidades como el proceso que abarca investigaciones (básicas, aplicadas, de desarrollo e innovativas) originadas de las necesidades sociales o del propio desarrollo de la ciencia y la tecnología , para generar o transferir conocimientos científicos y tecnológicos, los cuales a través del “desarrollo” se convierten en tecnologías de producto, proceso, organizacional o de servicios, con el fin de ser introducidas en la producción para garantizar un desempeño económico competitivo.

El Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Ttecnológica en su actual concepción, contempla un amplio universo de entidades ejecutoras de las actividades de investigación e innovación tecnológica. Dentro del mismo se incluyen centros de investigación, entidades de prestación de servicios científico-tecnológicos de diversa índole (información científica, consultorías de gestión tecnológica, de propiedad industrial, de análisis y ensayos de laboratorio, y otros), universidades, entidades financieras y otras entidades de interfase y las empresas de producción de bienes y servicios en las cuales se concreta el proceso de innovación.

Lo expuesto significa que la I&D tradicional:

- por si sola no refleja las capacidades científicas, tecnológicas y de innovación de un país,
- su razón de ser es la aplicación y difusión de sus resultados al tejido productivo nacional y/o internacional,
- como fase del ciclo innovativo, interactúa con otras actividades científicas y tecnológicas que son tan importantes como ella en la realización práctica de la innovación.

Por ello se difunde el concepto de I+D+I como el conjunto de actividades que tienen lugar en diferentes fases del proceso innovador, vinculadas tanto a la fuente original de ideas creadoras como a las formas de resolver los problemas que pueden surgir en cualquier de sus etapas, hasta la introducción en la industria y su comercialización exitosa. De esta manera identificamos la Actividad Científica y Técnica de la universidad como un núcleo integrado por I & D, Educación y Capacitación, y los Servicios Científicos y Tecnológicos, donde el papel central corresponde a la educación postgraduada y la investigación (desde la básica hasta la innovativa), como las vías más importantes para su contribución al desarrollo científico y tecnológico del país.

La “capacidad innovativa” -de una empresa, de un sector, de un país- consiste en las posibilidades técnicas, financieras, organizativas y gerenciales de su potencial humano y productivo para la generación, transferencia, asimilación, adaptación e introducción en la práctica social de nuevas tecnologías de manera competitiva.

La asimilación de las modernas tecnologías cada vez más complejas no es un proceso pasivo, ni se logra solamente entrenando al personal técnico y los operadores de ella en plantas similares. Se necesita de una cultura alrededor de esas tecnologías, por la que la preparación del personal se basa en el conocimiento y dominio a profundidad de las leyes y principios básicos que la sustentan y de los requisitos de disciplina tecnológica que rigen su funcionamiento. Esto permite no sólo operarlas eficientemente, sino enfrentar situaciones nuevas e inesperadas, realizar las adaptaciones necesarias y desarrollar creadoramente innovaciones incrementales y menores sobre la misma, con el fin de mantener la competitividad.

En las condiciones económicas de nuestro país donde el acceso a la ciencia y la tecnología constituye no sólo una necesidad estratégica sino coyuntural, la limitación de recursos disponibles para las actividades de investigación y desarrollo exigen de las

instituciones que se dedican a estas labores la utilización más racional y efectiva de los mismos, de modo que sean capaces de generar, adaptar y difundir las tecnologías, así como dedicarse a la vigilancia de las tecnologías de punta en su área de conocimiento y a la aplicación comercial, para responder a las necesidades de información en la toma de decisiones por parte de los sectores de la producción y los servicios.

Apropiarse de los conocimientos y tecnologías más adecuados y ayudar a transferirlas con profesionalismo y creatividad, aprovechando la educación continua, para evitar, o al menos, amortiguar el impacto, es una tarea propia de las universidades en estos tiempos. Para ello se necesita información actualizada y capacidad científica, así como grupos dedicados a mantener sistemas de alerta científica y tecnológica que permitan monitorear los cambios y hacer la evaluación de las tecnologías con criterios y valores de idoneidad en lo económico, social, ambiental y cultural.

Dentro de este gran universo hay entidades en las cuales la ciencia y la tecnología son su razón de ser fundamental, es decir, aquellas donde su actividad principal es la investigación,o los servicios científico-tecnológicos (muy especializados, de alto valor agregado y, generalmente, no repetitivos) o también las producciones basadas en la ciencia y otras, en las cuales estas son elementos de apoyo o complementarios a su tarea fundamental que puede ser la educación, la producción material, la asistencia médica, etc.

A estas entidades les corresponde, en nuestra opinión, la función de vigilar e inventariar el progreso de los diferentes sectores de la ciencia y la tecnología. Para que una innovación se difunda al resto de la economía debe demostrar sus ventajas económicas frente a otras tecnologías en uso. Estas ventajas tienen que ser lo suficientemente apreciables para vencer la resistencia a aceptar lo nuevo, siendo esta labor de demostración y de entrenamiento a los usuarios una de las tareas principales a realizar por estas organizaciones, muchas de las cuales están enmarcadas dentro de las universidades.

Consideramos que esta es una función de gestión tecnológica referida a la evaluación y vigilancia, que corresponde a los claustros de profesores e investigadores de las universidades que serían fuentes para generar las actividades de I+D+I asociadas al proceso de transferencia de tecnología de la universidad a la empresa, e incluso, posibles procesos innovativos incrementales originados a partir de ella. La sistemática e intensiva búsqueda informática en cuanto a la evolución de las tecnologías y los sectores productivos, constituye materia prima que revitaliza y actualiza los contenidos de los currículos de pre y posgrado y que diversifica los servicios a las empresas para la toma de decisiones en torno a la adquisición y difusión de tecnologías, nacionales o extranjeras.

Resulta imprescindible en las universidades desarrollar actividades de prospectiva tecnológica que permitan tener una proyección de desarrollo científico tecnológico y que combinen las necesidades nacionales con las tendencias mundiales en aquellas ramas priorizadas del saber científico y tecnológico para el cual se posee alguna ventaja comparativa o competitiva, como aporte decisivo para la proyección

científica-tecnológica y la definición de las políticas industriales de carácter nacional. En este sentido se requiere concentrar en determinadas universidades, líneas y áreas de la actividad científica estratégica por necesidades económicas y de priorización, así como realizar acciones de cooperación, concertación e integración entre diferentes tipos de instituciones científicas, tecnológicas y productivas.

Desde la década de los ochenta se entendió que la vinculación ciencia-tecnología-innovación no es un proceso lineal, sino que es necesario tender puentes entre ellos. Para ello hay que crear y perfeccionar organizaciones de interfase pequeñas, eficientes y eficaces, que ayuden a establecer estos puentes con el mundo empresarial y asesoren a los científicos universitarios en la valoración económica de su trabajo y la protección legal de sus resultados. A la universidad le corresponde mejorar sus estructuras internas para lograr respuestas adecuadas a través de sus servicios de intefase, lo cual implica la apropiación de los conocimientos más adecuados y su transferencia al sector productivo con elevado profesionalismo, reforzando el vínculo con el cliente desde la fase preliminar del trabajo científico y tecnológico, vía que ayudaría también a preservar la independencia económica del país.

Las empresas rentabilizan de forma natural su inversión en I+D incorporando las nuevas tecnologías a su cadena de producción o los productos desarrollados a su cartera de productos o servicios. Sin embargo, el sector público pocas veces rentabiliza su capacidad de investigación, la cual debería producirse en dos sentidos: trasladar a la sociedad los nuevos desarrollos, invenciones y descubrimientos, y rentabilizar económicamente estos desarrollos, reinvirtiendo en la propia universidad o centro de investigación los beneficios generados.

El problema central en la transferencia de tecnología desde la universidad a la empresa reside en cómo lograr que la capacidad científica y tecnológica existente se revierta en el tejido económico y social. Esa capacidad se evidencia en los resultados obtenidos en diferentes indicadores de la ciencia y la tecnología a nivel universitario, sobre todo los datos de publicaciones científicas, los premios a nivel de ACC, CITMA o Forum de Ciencia y Técnica, los registros de aplicaciones de la informática mediante software, entre otros. Sin embargo, la cuantía de las invenciones y sus aplicaciones económicas, la participación en proyectos y convenios con empresas, los resultados introducidos como innovaciones de producto, proceso o servicios en la esfera productiva o social manifiestan una escasa interacción entre la universidad y la empresa.

El déficit en la transferencia de tecnología de la universidad a la empresa es debida en muchos casos a la propia naturaleza de la investigación, dedicada en gran medida a la investigación básica que es esencial para hacer sostenible y garantizar el avance tecnológico y de conocimiento a largo plazo.

Sin embargo, un porcentaje significativo del trabajo realizado en las universidades y sus centros de investigación es potencialmente transferible, bien a empresas o a otros sectores de la sociedad. Esta transferencia está todavía poco desarrollada por diversos motivos:

- el investigador a menudo no es consciente de las posibles aplicaciones de sus invenciones. La toma de conciencia debe darse antes de que se realice la publicación o la comunicación formal o informal que invalide la posible patente o protección del *know-how,*

- cuando percibe que puede tener una aplicación no encuentra los mecanismos para una explotación adecuada o para ponerlo en manos de equipos que hagan un desarrollo precompetitivo,

- los organismos de transferencia de los resultados de investigación (OTRIs en su mayoría) carecen aun de un modelo de gestión y de las herramientas para la comercialización eficaz que necesita cualquier desarrollo en un entorno competitivo.

Estas son algunas de las razones por las que es necesario disponer de una interfase de conexión entre el investigador y el mercado, con una cultura orientada al mercado. Esto debe ir unido a un conocimiento profundo, tanto de la tecnología disponible en el mercado como la que se desarrolla en la universidad y centro de investigación.

Además, los ingresos por concepto de comercialización de los resultados de investigación provenientes del sector empresarial están centrados en asesoramiento, formacion y servicios técnicos, pero son escasos como fuente de financiamiento a proyectos de I+D+I. La mayor parte del presupuesto de la investigación no viene del sector empresarial sino de la administración publica (a través del MES o del CITMA o de proyectos internacionales), lo cual les permite a las universidades aun, vivir al margen del sector productivo y empresarial en algunas ramas de las ciencia y la tecnología.

Por otro lado, la innovación no constituye todavia una variable estratégica para las empresas, y éstas, aunque evalúan positivamente a las universidades, no las perciben como herramienta para la adquisición de innovación, entre otras razones por la fuerte presión financiera, la cuota de mercado y exportación, factores decisivos para la supervivencia y competitividad empresarial.

El contexto de la transferencia universidad–empresa tiene un contexto mas complejo que va mas allá de la comunicación, del encaje de oferta y demanda, de las culturas organizativas de la universidad y la empresa. En el contexto cubano las expectativas de la cooperación universidad-empresa están enmarcada en las propias rigideces que tiene el sistema nacional de innovación, y dentro de ellas podemos situar el insuficiente desarrollo de los mecanismos de mercado, sobre todo en el marco financiero, la limitación de los mecanismos salariales y de estimulación y la insuficiente personalidad jurídica y económica de las organizaciones. Todo ello influye, formando un circulo vicioso junto a la debilidad aún de los mecanismos de interfase, a que la actividad científica investigativa siga siendo empujada en lo fundamental por la oferta.

La paradoja es que en medio de insuficientes recursos financieros para la I+D+I y de la necesidad de su utilización racional, como variable estratégica para promover

crecimiento y competitividad en las empresas en el país, existe un grupo de investigadores con buen nivel de producción científica y tecnológica e interés de cooperar con el sector empresarial, pero esas capacidades no son suficientemente aprovechadas por la sociedad. De ahí se deriva la importancia del estudio de la interacción universidad-empresa desde la óptica de la transferencia de tecnología que, de manera no sistemática, se da dentro de la sociedad.

En este contexto, una tarea emergente, y compleja a la vez, de las OTRIs es la de identificar posibles tecnologías transferibles, para canalizar la propiedad intelectual antes de que se haga público el hecho científico concreto.

Es importante recordar que la universidad o el centro de Investigación es el propietario de la propiedad intelectual derivada de las investigaciones que su personal realiza en sus instalaciones o en colaboración con otras instituciones o empresas. Se trata pues de un valor intangible que la institución tiene no solo el derecho, sino la obligación de proteger. Debería ser considerado una obligación el compromiso de obtener el máximo rendimiento económico por su introducción y difusión en el tejido industrial y de revertir parte de esos ingresos en el propio desarrollo de las investigaciones y sus grupos de investigadores.

Las experiencias obtenidas en universidades de varios países, basadas en la explotación industrial de una invención con la creación de empresas *spin off* o *start up*, lo que se gestiona de acuerdo a las reglas del mercado, constituye una alternativa actual de comercialización de los resultados de la I+D+I universitaria.

La licencia de la propiedad intelectual tiene el valor añadido de que los ingresos para el centro lo son a corto plazo y la probabilidad de éxito en el mercado es mayor al transferirse a una empresa ya instalada, con conocimiento del entorno competitivo y productivo, y además, que no es necesario el obtener una financiación compleja.

En el caso de la creación de empresas emprendedoras o de base tecnológica, se trata de procesos complejos y de largo plazo en los que hay que combinar la capacidad de desarrollo tecnológico, hasta una fase competitiva, con la disponibilidad de fondos financieros a medio o largo plazo hasta la puesta en el mercado del producto en cuestión, al mismo tiempo que requiere una dedicación significativa de los investigadores y tecnólogos así como un mayor riesgo por parte de la institución. Pero los beneficios que genera pueden ser significativos y a largo plazo, pudiendo convertirse en una fuente de financiación estable para ésta.

Un valor añadido en la generación de empresas es el estímulo que supone para los investigadores comprobar que el producto de su trabajo se revierte a la sociedad, genera beneficios y que parte de estos beneficios repercuten sobre ellos mismos. Asimismo, la creación de empresas de base tecnológica genera nuevos puestos de trabajo que dinamizan la carrera profesional, abriendo una perspectiva a un tipo de emprendedores en el desarrollo precompetitivo o a la prestación de servicios.

En términos generales, las investigaciones se financian principalmente a partir de los presupuesto generales del estado, con el complemento de la participación de los investigadores en proyectos competitivos, y en menor medida, contratos con la

industria. La vía propuesta da un paso más en la búsqueda de fuentes alternativas de financiamiento de las investigaciones de las universidades, mediante la creación de una empresa de propiedad pública y que es depositaria de la propiedad intelectual que genera la universidad en cuestión. El objetivo es llevar a cabo una gestión de esta propiedad intelectual como indicador económico de la actividad científica y tecnológica de las universidades.

Por ultimo, los aspectos expuestos fundamentan, al mismo tiempo, cambios en el propio proceso de formacion profesional de las universidades. La economía basada en la innovación comienza a impulsar los currículos educativos, los que deben cambiar constantemente el contenido, las herramientas instructivas y los enfoques, así como los sistemas educativos que enseñan a los profesionales a aprender, a la invención y a la creación, además de promover componentes de formación integral que los incentive a cumplir con su responsabilidad social.

Si los activos claves de cualquier organización son intelectuales, el conocimiento y el ingenio creativo son factores decisivos del éxito. La nueva economía basada en la innovación, donde la imaginación humana es la principal fuente del saber, incide de manera decisiva en la dirección de la investigación científica y en cómo se proporciona la educación.

Sobre el particular se ha planteado frecuentemente que la ciencia no nace por generación espontánea. Sus raíces se hunden en la existencia de un sistema educativo de alta calidad, cuyos métodos didácticos activos estimulan la innovación, la creatividad y el espíritu de indagación en los educandos, de suerte que “aprendan a aprender” y también a emprender. Así, serán capaces de asimilar nuevos conocimientos y tecnologías, reformular hipótesis científicas y adaptar lo que saben a las nuevas condiciones. En una palabra, serán capaces de seguirle la pista al conocimiento, cuyo dinamismo torna obsoleto, en periodos cada vez mas cortos, lo aprendido en la etapa académica.

El vínculo entre la investigación y la formación actúa no solo en el campo de los conocimientos sino también en el de la formación integral ya que el reforzamiento de hábitos de cuestionamiento de la realidad circundante, la disciplina en los procedimientos, la capacidad de descomponer un problema para analizarlo, la de predecir comportamientos futuros, comprobarlos y generalizar soluciones, son atributos importantes unidos a la creatividad.

Lage (1998) plantea que “...hay que empezar a tratar la investigación científica como un componente de la cultura general. El método científico no es otra cosa que una forma organizada y más eficaz de adquisición de la experiencia por los hombres, en su contacto con los problemas de todos los días. En la era de la RCT, la capacidad creativa de las sociedades humanas dependerá en gran medida del acceso universal de todos sus miembros a un mayor o menor grado de capacidad de utilizar el método científico en la solución de los problemas”.

Al mismo tiempo, la creación de una masa crítica en ciencia debe superar la visión estrecha de concebirla como intercambios entre especialistas sobre un tema para

pasar a su verdadero concepto: las interacciones de los científicos entre sí y de estos con los componentes de la sociedad. Por ello, la etapa del trabajo multidisciplinario, aunque no vencida aún, debe ir dando un nuevo salto hacia otra interdisciplinaria, donde los científicos que se reúnen en equipo no ven el problema solo desde el prisma estrecho de la ciencia que representan, sino que se crea una fusión de intereses y conocimientos que dan una solución más acabada. Aquí las Ciencias Sociales y las Técnicas y Naturales pueden y deben actuar más de conjunto. Esta tendencia debe ser intrauniversitaria, pero también con otros centros científicos y tecnológicos, no solo nacionales, sino extranjeros.

La ciencia, la innovación y la asimilación de tecnologías, como elementos de máxima prioridad en la elevación de la eficiencia económica y condición primordial para el desarrollo en todos los países del planeta del nuevo paradigma técnico económico, imponen la necesidad de gerenciar la ciencia y la tecnología, capacidad para lo cual no hemos preparados a nuestros profesionales. Por ello, la educación postgraduada de capacitación, superación y académica ha introducido diferentes cursos, asignaturas, diplomados y maestrías que preparan en los estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y para la Gestión de la Ciencia y la Tecnología (GCT), para adquirir conocimientos teóricos y prácticos en torno a la utilización eficaz de la ciencia y la tecnología en cada organización desde una perspectiva coyuntural y prospectiva, pero aun resultan insuficientes.

La capacitación posgraduada, como una prioridad dentro de la ACT universitaria, es una alternativa para la creación de capacidades para la gestión tecnológica, que en nuestra opinión es propia sólo de este nivel de enseñanza, pues requiere de la experiencia profesional tanto para su asimilación como para la valoración de su importancia.

En resumen, la respuesta que las universidades ofrecen a la sociedad en el mundo de hoy, tanto local como nacional e internacionalmente, deben guiarse por criterios como la pertinencia y la calidad. Las experiencias introducidas con resultados favorables en la práctica educativa y organizacional de las universidades en la última década, reflejan la importancia de desarrollar capacidades para múltiples funciones en la gestión de la ciencia y la tecnología y en toda la actividad científica y tecnológica de la universidad, sobre todo en el desarrollo de capacidades para la investigación, con una eficiente simbiosis entre la ciencia y la tecnología, entre las investigaciones de las Ciencias Básicas e Ingenieriles y su difusión al sector productivo.

El desarrollo de capacidades y funciones de gestión tecnológica se convierte en una estrategia funcional inherente a la proyección estratégica de la universidad, al ser uno de los agentes fundamentales del Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica.

El creciente esfuerzo de I+D+I en el país y el rol de las universidades como agente del sistema nacional de innovación, fundamentan la necesidad de abrir como agenda de investigación un estudio de las acciones, de los resultados y de las buenas prácticas y métodos de gestión de las OTRIs, que permita aproximarnos a su modelo

propio de gestión y al mismo tiempo cumplir con la importante misión asignadas a éstas.

## Referencias


González, M. y otros. **Estudio social de la ciencia y la tecnología.** Ministerio de Educación y la Ciencia, Madrid, 1998.

Lage, A. **Desafíos del desarrollo.** Ciencia, innovación y desarrollo. Vol 1, No. 1, 1995.

Lage, A. **La ciencia como estrategia de desarrollo: ¿que ideas van saliendo de la experiencia de la biotecnología?** Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica". CITMA, La Habana, 1998.

Niega, J. y Macedo, B. **Un curriculum científico para estudiantes de 11 a 14 años.** OEI. UNESCO/Santiago de Chile, 1997.

Pacey, A. **La cultura tecnológica.** Ariel, Barcelona, 1986.

Tapscott, D. **La economía digital.** McGraw– Hill, Ciudad México, 1995.

UNESCO. **Documento de Política para el Cambio y el Desarrollo en la Educación Superior.** Paris, 1995.

# INTERPRETACION DE UN MODELO DE INNOVACION TECNOLOGICA APLICADO A LAS UNIVERSIDADES CUBANAS E IDEAS PARA SU ENRIQUECIMIENTO

*Víctor Manuel Molina Morejón*
***Dirección de Relaciones Internacionales. Ministerio de Educación Superior***

## Introducción

El proceso de innovación tecnológica, que se basa en organizar y dirigir los recursos disponibles, tanto humanos como técnicos y económicos, con el objetivo de aumentar la creación de nuevos conocimientos, generar ideas que permitan obtener productos o procesos, nuevos o mejorados, y la subsecuente utilización exitosa en las esferas de la producción material o espiritual de la sociedad, ha llevado consigo un complejo trabajo de las universidades cubanas (Molina, 2002).

La Gestión del Conocimiento, con una acepción más actual y abarcadora, es la capacidad de una organización para administrar la creación, la difusión, la adaptación y utilización de conocimientos valiosos y su integración en negocios, sistemas, procesos, productos y servicios .

En la actualidad, los aspectos más relevantes que se debaten se relacionan con la gestión del conocimiento y el capital intelectual en el mundo empresarial y en la comunidad académica. Este trabajo se vincula a estos temas, trata de vincular acciones del mundo empresarial con la comunidad académica y presenta una propuesta que pretende explicar el modelo actual que siguen las universidades cubanas para promover, incrementar o propiciar la innovación tecnológica, así como ideas para enriquecer este modelo, facilitando un proceso de cambio en las personas y las instituciones y un incremento de la creatividad.

## Antecedentes de la situación actual

En los últimos años la actividad científico-investigativa de las universidades ha venido generando un proceso de cambio que, de manera general, implica una nueva forma de definir las prioridades; se ha venido produciendo una concientización aún mayor de la necesidad de interactuar con la producción y preguntarse a quién más le interesa lo que hago y dónde se aplicará.

Ya esta forma de pensar y actuar significa un adelanto con respecto a antiguos modelos, pero aún se adolece de falta de prioridad de la actividad innovativa.

Se impone dar un salto decisivo tanto por parte del personal científico-pedagógico de las universidades y de las estructuras que los apoyan a todos los niveles, como por parte del sistema empresarial que recibe los beneficios del trabajo de las universidades, y este salto se dará en la medida que todos trabajen tomando como herramientas los conceptos de creatividad, cambio institucional, inteligencia competitiva, ruptura de barreras que impiden la innovación, dominio de la de los principios de la Gestión de la Innovación, y desde luego, identificación de las necesidades nacionales en su campo específico de la ciencia.

**Situación actual**

Durante muchos años, una parte significativa de los Centros de Educación Superior (no se hace referencia a las Unidades de Ciencia y Técnica) trabajaron siguiendo antiguos modelos lineales de innovación. Uno de estos modelos, el denominado "modelo lineal halado por el mercado" (*market pull*), se caracterizaba porque las innovaciones se originaban básicamente de las necesidades del mercado (de la producción); en este caso la producción (el mercado) era vista como la principal fuente de ideas para desencadenar el proceso de la innovación, aunque este modelo no llegó nunca a tener un peso significativo en la actividad innovativa de los CES. El otro modelo seguido, incluso más antiguo y que aún perdura en determinado sitios, es el denominado "modelo lineal de empuje por la tecnología" (*technology push*), en el cual se parte de una actividad de I+D y se quiere llevar su resultado, de una manera escalonada, hasta el mercado. Aquí se originan problemas al no estar "conciliado" este resultado-producto con ninguna demanda específica.

Un estudio desarrollado por el autor entre los años 1999-2001 (Molina, 2002) refiere que en ocasión de una convocatoria realizada por la Empresa Nacional de Producción y Servicios del MES (ENPSES) a los CES de perfil politécnico para que presentaran proyectos, que siendo atractivos e importantes no habían podido, por diferentes limitaciones, avanzar y convertirse en productos o procesos, se recibieron 28 proyectos en diferentes fases del proceso de innovación; a saber: el 79% estaba en la fase de desarrollo, 40% en la de prototipo, 29% homologándose, 21% en la etapa de fabricación y 11% en capacidad de comercializarse. De los 28 proyectos fueron rechazados 14, y de estos, el 35% por existir en el mercado un producto similar cuyos costos de producción eran inferiores a los calculados por el equipo comercial de la ENPSES, y el otro 35%, también rechazado por pobre demanda, ya que los pocos usuarios que lo demandaban nunca lograron solicitar una cantidad significativa para alcanzar el punto de equilibrio y cubrir al menos los gastos.

Este es un sencillo ejemplo que ilustra los riesgos que se corren cuando se trabaja con modelos antiguos muy alejados del mercado.

El modelo con el cual se trabaja actualmente de manera más general, y que pretendemos interpretar y enriquecer, trata de eliminar el desajuste entre la oferta y la demanda de tecnologías y propicia un mejor conocimiento por parte de las empresas de

las tecnologías que tienen o vienen desarrollando las universidades, y por parte de los investigadores de las técnicas que sería necesario desarrollar y poner a punto para permitir a las empresas que forman el tejido industrial actuar y competir en mejores condiciones en el mercado.

Es un modelo en el cual intervienen la ciencia, la tecnología y las empresas. Hay preponderancia de la comunicación que une las diferentes fases entre sí con el mercado y con la comunidad científica. En este modelo, en la etapa de Explotación, los procesos no son secuenciales, como en los antiguos modelos lineales, sino que son procesos solapados, o incluso, simultáneos o concurrentes para acortar tiempo y ser más precisa la transferencia. Es la universidad en estrecha relación con la producción a partir de las ideas creativas de ambas y basadas en el interés de que estas sean útiles a la sociedad. Son acciones que pretenden integrar la demanda del mercado con la oferta tecnológica de la universidad. Es un modelo que podemos clasificar dentro de los que se conocen como “modelo integrado” (Pavón, 1996).

Teniendo en cuenta las vicisitudes que conocemos han pasado la mayoría de nuestros investigadores para introducir un resultado en la producción, se recomiendan,a continuación un grupo de acciones que pudieran disminuir los trastornos que a diario se presentan para poder transitar todo el ciclo completo del proceso de innovación. Pero antes se hará la siguiente precisión. Según Pavón (1996), la innovación tecnológica generada desde la universidad incluye un proceso de Invención (comprende acciones relacionadas con la creación de “ideas” y su “viabilidad”) y un proceso de Explotación (incluye el “desarrollo”, “fabricación”, “transferencia” y “comercialización”).

Acciones para la etapa “Invención”

Ante una idea novedosa se recomiendan un grupo de consideraciones, sacadas de la experiencia práctica de situaciones por las que investigadores universitarios ya han transitado y que pueden hacer más práctico el abordaje de este asunto.

- Fuerte orientación al mercado. Investigar la demanda.

- Entrenado en técnicas de “vigilancia tecnológica”. Evitar inventar lo que ya está inventado. Al abordar cualquier proyecto de innovación hay que buscar y conocer previamente las soluciones existentes.

- Estar atentos a la oportunidad y no dejarla escapar.

- Buenos canales de comunicación que permitan estar bien informado acerca de la situación nacional e internacional de lo que se está tratando de generar. Buscar información de fuentes externas.

- Estrategia frente a la competencia. Hay que conocer qué hay en el país que compite con lo que se está proponiendo desarrollar como nuevo. Hacer una comparación precio-calidad y entonces determinar si es factible o no.

- Crear grupos para el desarrollo de “nuevos productos” e involucrar clientes en el proceso de diseño de estos.

- Estrechar la cooperación universidad-empresa. Reconocer que ciencia, tecnología e innovación son fundamentales en el crecimiento económico.

- Recordar que los usuarios son los que más y mejor aportan en materia de ideas nuevas.

- Accesibilidad a fuentes de abastecimiento. Indagar con entidades especializadas en el comercio exterior la posibilidad de adquirir tal o más cual materia prima o componente que no existe en el país. Calcular entonces el posible precio de costo, considerando sólo el precio CIF de la mercancía y sacar conclusiones.

- Hacer una evaluación económica previa con los datos que se tengan para poder determinar si esa idea pasa a la fase de explotación.

- Receptividad a las necesidades del país y la población, acción que garantizará que lo que se está tratando de generar satisfaga ambas necesidades. Emplear las prioridades del Estado contenidas en los Programas Nacionales de Investigación.

Si todo lo anterior dio positivo se puede pasar a la etapa posterior de Explotación ,pero siguiendo no un modelo lineal, sino como ya se explicó, trabajar en procesos solapados, o incluso, simultáneos o concurrentes para acortar tiempo y hacer más precisa la transferencia

Acciones para la etapa “Explotación”

- Implantar procedimientos de control de calidad y eficiencia en el desarrollo de tareas. El **Project Management** es un procedimiento recomendado.

- Fuerte orientación al mercado e involucrar al consumidor en el proceso de desarrollo del producto.

- Buen servicio de atención al cliente, incluyendo cursos de formación que los capaciten en el empleo de la técnica que se está desarrollando.

- Identificar actividades que por su carácter no estratégico puedan ser desarrolladas en otros sitios con menor coste. Un ejemplo puede ser el empleo del trabajo estudiantil para el ensamblaje de partes y componentes de un dispositivo en un sitio que luego será terminado en otro, o la fabricación de partes y piezas de un equipo en talleres con poca demanda de trabajo y su ulterior ensamblaje en otro sitio.

- La fabricación del prototipo o de una pequeña serie 0, antes de pasar a la fabricación, permitirá tener una idea bastante aproximada de elemento claves (Molina, 2001) como son:

- la rentabilidad del proyecto,
- el cumplimiento del tiempo exigido para su lanzamiento,
- la magnitud de la inversión y período de recuperación de esta,
- el criterio de calidad a alcanzar,
- el empleo de una patente como protección primaria,
- los criterios sobre la posible patente a alcanzar,
- las fuentes posibles de financiamiento.

- Emplear empresas especializadas en la comercialización y el comercio exterior.

- Emplear el Comité de Nuevos Productos del MES para trazar la táctica que permita concluir el proceso de innovación.

- Valorar la posibilidad de crear empresas emprendedoras o *spin off.*

- Relacionarse con las empresas interesadas en su explotación industrial.

- Buscar (por las empresas académicas) ayudas específicas como capitales de riesgo a pequeña escala, asesorías preactivas de alta calidad, ayudas prácticas a las exportaciones, *joint-ventures* y otros.

Pero, a pesar de todo lo que se ha valorado aquí, estas acciones no serían suficientes si no se consideraran otros aspectos que a nuestro juicio son condicionantes de la capacidad para innovar, ya sea por parte de las personas como por parte de las instituciones. Es por ello que todo lo que se propone a continuación tiene que ver con el enriquecimiento del modelo de gestión que venimos interpretando.

**Ideas para el enriquecimiento de los Modelos de Innovación Tecnológica**

Simplificando lo expresado, puede considerarse que lo primario es la "idea" y, posterior a ella, su "implementación".

Retrocediendo hacia las raíces de la "creación de ideas", podemos expresar que ellas no sólo se generan en las universidades, sino que son patrimonio del capital intelectual de una sociedad. Pero, ¿qué condiciona la "generación de una idea" y que impide su ulterior "implementación"?

Casi todos coinciden en que la idea viene condicionada por una gran dosis de "creatividad" y su posterior implementación muchas veces es impedida por limitaciones de la propia institución (tanto universitaria como empresarial) que se "oponen" al cambio y hacen resistencia a éste.

Y finalmente, tanto la capacidad creativa como el manejo organizacional tienen un común denominador: las personas.

## Una propuesta de acción integral

Por todo lo anterior se reconoce que existen (explícita o implícitamente) otras etapas previas a las ya reconocidas –de Invención y Explotación- que a veces se obvian, se ignoran, se desconocen o no se les da la suficiente jerarquización.

Esquemáticamente se muestran, en las columnas a la derecha de la Tabla 1, las etapas establecidas y ampliamente aceptadas y, en las columnas a la izquierda, las etapas previas que proponemos se consideren y se integren secuencialmente.

Tabla 1. Etapas de la innovación tecnológica establecidas y propuestas.

**INNOVACION TECNOLOGICA**

| | **ETAPAS PREVIAS (propuesta)** | | | **ETAPAS ESTABLECIDAS** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **1** Etapa de cambio en la persona | **2** Etapa de formación de la creatividad personal | **3** Etapa de cambio institucional | **4** Etapa-Proceso de Invención | | **5** Etapa-Proceso de Explotación | | | |
| | | | | Crear Ideas | Funcio-namien-to | Desa rrollo | Fabri ca-ción | Tran. Tecn | Co-mer-cio |
| Empresa | | | | | | **X** | **X** | | **X** |
| Universidad | | | | **X** | **X** | **X** | | **X** | |

NOTA: Lo marcado con **(X)** se corresponde con el sector que más ampliamente se ocupa de las acciones

## Plan estratégico para eliminar las barreras a la innovación

A continuación se van a mostrar un grupo de actuaciones que pueden quebrar las barreras que impiden el cambio y la creatividad y qué hay que emprender para superarlas.

Acciones para la etapa **1** "Cambio en las personas"

El temor, la desconfianza, el conservadurismo, el conformismo, el desorden, la desorganización, la falta de expectativas, el pesimismo y la autocomplacencia, entre otros males, son conductas que de una u otra forma pudieran explicar la resistencia

que el ser humano ejerce contra las fuerzas que están generando un cambio y que en el caso que nos trata es un cambio que pretende incrementar o forjar una capacidad creativa que permita trabajar el proceso de la innovación tecnológica desde posiciones más seguras. Estas barreras pueden ser disminuidas o al menos interpretadas con los planes de acción que se proponen y se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Plan de acción para el "cambio en las personas".

| BARRERA | COMENTARIO | PLAN DE ACCION |
|---|---|---|
| Miedo al cambio. | Puede ser un miedo innato en la persona que se refleja en su vida laboral y técnica. | -Al menos convertir el miedo en incertidumbre lo que le permitiría avanzar un poco más en el proceso de cambio. |
| Autocomplacencia: "la habilidad bien adquirida es imperecedera". | Satisfacción completa con cualquier logro alcanzado, no importa su envergadura. | -No estar conforme con lo logrado. Capacitarse cada día más en su técnica y especialidad. |
| Resistencia al cambio. | Barrera adquirida en su labor que puede modificarse con técnicas específicas. | -Aplicar técnicas de desarrollo organizacional que traten traten de modificar el comportamiento personal, centrándose en sus habilidades, actitudes, percepciones y expectativas.<br>-Habilitarse en técnicas de desarrollo creativo.<br>-Tener tiempo para reflexionar. |
| No arriesgarse. | Tiene muchas acepciones pero, en el caso que nos trata ,se clasifica como una "barrera proteccionista" adquirida de la posición jerárquica del que la asume. | -Aceptar ideas nuevas aunque vengan de abajo.<br>-Habilitarse en teoría sobre riesgos. La riqueza se crea por individuos que asumen los riesgos principales en términos de capital, tiempo y compromiso personal. |
| Desconfiar de lo menos conocido. | | -Habilitarse en técnicas de emprendedorismo, ya Que el emprendedor se caracteriza por ser un iniciador, el empresario debe ser, además, continuador |
| Mantener la rutina. | El espíritu emprendedor consiste esencialmente en hacer cosas que no se hacen generalmente en el curso de la habitual rutina. | - Habilitarse en técnicas de emprendedorismo. |
| Desorden y desorganización. | Ambos producen un "velo" e impiden ver con "luz larga" la necesidad de cambiar. | -Aplicar técnicas de dirección que permitan organizar los objetivos, las tareas, el tiempo, lo importante, lo urgente...etc. |

## Acciones para la etapa **2** "Creatividad"

La persona creativa es aquella que tiene la previsión, la determinación, y a veces, la suerte de desarrollar con coherencia, ideas que con el tiempo y a medida que la gente va asimilándolas pueden ser susceptibles de amplia utilización (Lubart, 2002).

Un buen ejemplo de una persona "creativa" es Johann Gutemberg. El combinó dos ideas anteriores, no relacionadas entre sí: la prensa de vino y la impresora de monedas, para crear una nueva idea. El propósito de la impresora de moneda era dejar

una imagen en una pequeña área, digamos por ejemplo una moneda de oro. La función de la prensa de vino era, y aún es así, la de aplicar una fuerza a una superficie grande con el fin de exprimir el jugo de uvas. Un día Gutemberg se preguntó: "¿qué sucedería si yo tomo varias de estas impresoras de monedas y las coloco bajo la fuerza de la prensa de vino de modo que dejen su imagen en el papel?" La combinación resultante fue la prensa de impresión y los tipos móviles y ahí nació la imprenta (Oech, 1995). En la Tabla 3 se presentan un grupo de las “barreras” que le hacen daño a la creatividad

Tabla 3. Plan de acción para el desarrollo de la “creatividad”.

| BARRERA | COMENTARIO | PLAN DE ACCION |
|---|---|---|
| Buscar la respuesta correcta(*). | Después de encontrar la 1ra. respuesta correcta se dejan de buscar respuestas alternativas. | -Buscar la 2da. respuesta correcta. |
| Eso no es lógico(*). | Cuando se están buscando ideas, el excesivo pensamiento lógico puede opacar el pensamiento creativo. | -Use la lógica sólo en la fase práctica del proceso creativo, cuando Ud. esté evaluando ideas y preparándolas para la acción. |
| Siga las reglas(*)- | Con frecuencia hay que romper con un patrón para descubrir uno nuevo. | -Localizar y eliminar reglas pasadas de moda.<br>-Evitar enamorarse de las ideas.<br>-Retar las reglas. |
| Sea práctico(*)- | En la fase de generación de ideas es permitido probar lo posible, lo imposible e incluso lo no práctico. | -Preguntarse con frecuencia: ¿Qué sucedería si...? y concluya la pregunta con alguna condición, idea o situación contraria a la realidad. |
| Evite la ambigüedad*). | Existe un lugar para la ambigüedad, principalmente cuando usted está buscando ideas. | -Saque ventaja de la ambigüedad en el mundo. Mire algo y piense en qué más pudiera ser. |
| Esa no es mi área(*). | Cuando se están generando nuevas ideas, la especialización en el manejo de la información puede limitarlo. | -Busque situaciones análogas; es frecuente que problemas similares a los suyos hayan sido solucionados en otras áreas. |
| Yo no soy creativo(*). | Lo que Ud. piensa tiene una forma de convertirse en realidad. | -Tener fe en que ocurrirá una idea creativa.<br>-Conocerse a sí mismo primero y luego tratar de ser creativo. |
| Fracasar es incorrecto. | La organización que acoge a los campeones debe igualmente tolerar los fracasos. | -No estimule al que fracase, pero analice sus causas y emplee esta experiencia como soporte para nuevas metas. |
| La creatividad debe tener alto impacto en la sociedad. | ¿Tiene límite su definición de creatividad? | -Considere que una mejora en los procedimientos, pensada por una recepcionista, tiene valor. Analícelo todo (Austin, 1989). |
| “Sea prudente..” | Sin comentarios. | -Una idea es algo muy frágil, apagarla es mucho más fácil que mantenerla encendida. (Austin, 1989). |
| “Ojalá fuera tan fácil..” | | |
| “Una vez probamos algo parecido y....” | | |

(*) Extractado de Oech (1995) .

Pero la creación no tiene que ser totalmente radical; un sencillo ejemplo de creatividad que fue premiado en un Forum Municipal de Ciencia y Técnica está relacionado con la confección de una nueva forma de preparar un postre, la que aunque ya conocida, nunca antes había sido concebida por otro cheef de esa forma; eso es también ser creativo.

Hay decenas de técnicas de creatividad: mapas mentales, arte de preguntar, *brainstorming*, relaciones forzadas, *scamper*, listado de atributos, analogías, biónica, *sleepwriting*, métodos Delfos, análisis morfológico, solución creativa de problemas, técnica clásica (fases del proceso creativo), relajación, la visualización, ideart, TRIZ, ....etc. Ellas pueden ayudar a eliminar otras barreras que impiden la innovación y que pueden ser consultadas en Red Neuronilla (2003). Un procedimiento metodológico para mejorar la creatividad y la innovación en las organizaciones que se enfocan en el individuo puede encontrarse en la técnica de Sinecmática**,** abordada por Prada (2002).

Acciones para la etapa **3** "Cambio institucional"

Recapitulando. Hasta ahora las barreras analizadas y los planes de acción propuestos van dirigidos a las personas que tienen ante sí la responsabilidad de la innovación tecnológica. Hipotéticamente nos encontramos ante personas que ya han incrementado su capacidad creativa y han eliminado un grupo importante de barreras personales que impiden la creatividad y la innovación. Si esto fuera así, este grupo de personas está en capacidad de aceptar una serie de planes de acción que van dirigidos a su organización de manera que esta acepte un proceso de cambio y elimine las barreras más importantes que impiden la Innovación.

Este plan de acción para el "cambio institucional (organizacional)" comprende un grupo de recomendaciones que hemos clasificado atendiendo a tres niveles de comprometimiento:

a) Acciones para la sobrevivencia. Son acciones básicas y necesarias para clasificar como institución aspirante a jugar un papel destacado en la innovación. En el caso de las empresas, son acciones básicas para participar en el perfeccionamiento empresarial. En el caso de las universidades, les garantizaría cualitativamente un desarrollo permanente, y cuantitativamente, avanzar en la escala del ranking nacional de universidades.

b) Acciones para sustentarse. Son necesarias tanto para las universidades como para las empresas para poder considerarlas que están en la competencia

c) Acciones para el crecimiento. Su aplicación sería un síntoma de que se están ejecutando buenas prácticas y se aplican principios de calidad.

a) Acciones para la sobrevivencia:

1. Estar atentos a la oportunidad.
2. Atender los cambios en el medio ambiente que amenazan la supervivencia.

3. Crear un clima en el que los interese de la organización estén por encima de los intereses de grupos y personas.
4. Comenzar el proceso de cambio por los propios directivos.
5. Adaptar la estructura de la organización a los cambios del entorno para no retrasarse.
6. Tener perspectiva estratégica.
7. Reconocer que ciencia, tecnología e innovación son fundamentales en el crecimiento económico.

b) Acciones para sustentarse:

1. Buenos canales de comunicación para obtener información que pueda generar ideas.
2. Estar atentos a los cambios del entorno ya que ofrecen nuevas oportunidades para prosperar.
3. Implantar procedimientos de control de calidad y eficiencia en el desarrollo de tareas.
4. Fuerte orientación al mercado e involucrar al consumidor en el proceso de desarrollo del producto.
5. Identificar actividades que por su carácter no estratégico puedan ser desarrolladas por otras empresas de menor coste.
6. Crear grupos multidisciplinarios para el desarrollo de nuevos productos.
7. Estrechar la cooperación universidad-empresa mediante fórmulas concretas
8. Eliminar la reluctancia hacia la colaboración con otros organismos.
9. Estimular a todo aquel que lucha por llevar a la producción la idea de un producto o servicio. Política de emprendedorismo. La tarea esencial del emprendedor en la actividad empresarial es hacer que la empresa de hoy llegue al futuro o que se transforme en otro tipo de empresa.
10. Tener presente que los usuarios son los que más y mejor aportan en materia de ideas nuevas.

c) Acciones para el crecimiento:

1. Buenos canales de comunicación. Trabajo en redes.
2. Los responsables de las políticas en todos los campos tienen que comprometerse con la innovación.
3. Buen servicio de atención al cliente, incluyendo cursos de formación.
4. Estilo de dirección dinámico, con liderazgo motivación y compromiso.
5. Integrar la innovación a nivel corporativo, incorpondo todas las áreas.
6. Propender el uso de idiomas para participar en proyectos internacionales.
7. Emplear el *benchmarking* como una herramienta usual de trabajo.
8. Aplicar técnicas que traten de modificar el comportamiento del empleado, centrándose en sus habilidades, actitudes, percepciones y expectativas.
9. Disminuir la distancia que media de la oficina del jefe a los centros de investigación (Austin, 1989).
10. Involucrar clientes en el proceso de diseño de nuevos productos (Austin, 1989).

## Conclusiones

En el modelo antiguo, mostrado en la Tabla 1, se representaban con cruces las acciones que prioritariamente realizaban la universidad y la empresa. Una vez hecho el enriquecimiento del modelo, la participación universidad-empresa en todo el proceso de innovación tecnológica bien pudiera quedar representada de la siguiente manera:

**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

| | ETAPAS PREVIAS (propuesta) | | | ETAPAS ESTABLECIDAS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| → | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 | | | |
| | Etapa de cambio en la persona | Etapa de formación de la creatividad personal | Etapa de cambio institucional | Etapa-Proceso de Invención | | Etapa-Proceso de Explotación | | | |
| | | | | Crear ideas | Viabili-dad | Desa rrollo | Fabri ca-ción | Tran. tecn. | Co-mer-cio |
| Empresa | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Universidad | X | X | X | X | X | X | | X | |

Hace falta lograr la transformación de las formas de pensar de manera que la sociedad en pleno sea innovadora en sus políticas de desarrollo. La sociedad reclama modelos más modernos.

Se necesitan crear medios y mecanismos para establecer el nexo más estrecho posible entre las universidades, los centros de I + D y el sector productivo.

El salto esperado se dará en la medida que todos tomen como herramientas de trabajo no sólo los conceptos de creatividad, cambio institucional, ruptura de barreras que impiden la innovación, dominio de la inteligencia competitiva y de los principios de la Gestión de la Innovación, sino considerando además la creatividad, los principios del cambio planeado, la propiedad intelectual, el perfeccionamiento empresarial, el dominio de la comercialización de tecnología, y desde luego, pleno dominio de las necesidades nacionales en su campo específico de la ciencia.

Dentro del tema de "el conocimiento de las experiencias positivas y negativas de los países" es importante el análisis que se hace de los avances de la Unión Europea en política de innovación cuando se dice que se necesita ahora una política de "tercera generación" que integre la innovación en todas las políticas relevantes. La innovación

tiene que verse como “una preocupación central de políticas tales como empresa, tributación, competencia, política regional, educación, I+D, derechos de propiedad intelectual e industrial, empleo, comercio y medio ambiente" (Tíscar, 2003). Todo esto es aplicable a nuestro entorno.

La nueva forma de pensar que se está estimulando, implica que los investigadores universitarios, los creadores, aunque no tengan un “contrato” que le garantice desde el principio tener el resultado “vendido”, su nivel de información nacional e internacional (y no sólo el nivel de información de su especialidad), le permitan orientarse en una estrategia al saber lo que se demanda, y aunque no tenga un inversionista determinado, sabrá que este resultado es importante.

La innovación con éxito es resultado de una planificación estratégica acertada que identifica los factores determinantes en la toma de decisiones entre varias alternativas.

Asimilar las ideas exitosas de los Parques Tecnológicos que han triunfado en el mundo. Por ejemplo, que las empresas organicen talleres de trabajo para informar a los estudiantes de las universidades sobre los últimos desarrollos en la industria de alta tecnología y pongan a disposición de la universidad equipos avanzados y su experiencia en la producción industrial; que las universidades organicen sesiones de trabajo para informar a las empresas de los logros alcanzados en las investigaciones; que la universidad ofrezca, asimismo, programas de formación para los empleados del parque (Castells, 2001).

Tanto para las universidades como para las empresas son imprescindible las acciones de vigilancia tecnológica, de manera que puedan sistemáticamente hacer la captura, el análisis, la difusión y la explotación de las informaciones técnicas, útiles para la supervivencia y el crecimiento de la institución. Deben alertar sobre toda innovación científica o técnica susceptible de crear oportunidades o amenazas.

## Referencias


Austin, N. **Pasión por la excelencia**. Ed. Ciencias Sociales, La Habana, 1989.

Castells, M. **Las tecnópolis del mundo.** Ed. Maurell, Madrid, 2001.

Lubart, T. **La creatividad en una cultura conformista.** Buenos Aires, 2002.

Molina, V. **Comité de Exportaciones del MES. Bases generales para su trabajo y funcionamiento.** Documento de trabajo. MES. La Habana, 2001.

Molina, V. **Ponencias principales.** IBERGECYT 2002. La Habana, 2002.

Oech, R. **Un tortazo en el costado de la cabeza.** ENPSES, La Habana, 1995.

Prada, R. **Creatividad e innovación empresarial.** Tesis de Doctor en Ciencias. ISPJAE, La Habana, 2002.

Pavón, J. **Gestión e innovación. Un enfoque estratégico.** Ed. Pirámide, Madrid, 1996.

Red NEURONILLA. **Creatividad e innovación**. www.neuronilla.com. 2003.

Tiscar, J. **Innovación y transferencia de tecnología.** Dirección de Innovación. Unión Europea, Bruselas, 2003.

# ENFOQUE DE MARKETING PARA LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA EN LAS UNIVERSIDADES

*Gliceria Gómez Cevallos y Maricela González Pérez*
*Universidad de Pinar del Río*

## Introducción

Los cambios que se han producido en el entorno, provocan ajustes de consideración en nuestra economía, a los que no son ajenos las universidades y sus centros de investigación. La universidad se constituye en actor fundamental para movilizar los procesos vinculados con la gestión tecnológica, y su papel no está concebido solo en el orden de perfeccionar su proceso interno de planificación y organización del esfuerzo científico, sino, especialmente, en activar estos procesos en las empresas de su radio de acción.

En este contexto, la vinculación universidad-empresa se convierte en un necesario punto de análisis para lograr el impacto deseado en el entorno empresarial donde está imbricada la universidad y establecer fuentes de ingresos que contribuyan al autofinanciamiento de sus procesos.

Así, si se logra que la Estrategia de Desarrollo Científico se elabore sobre la base del estudio de las necesidades de la producción y el consumo, existe mayor probabilidad de introducir los resultados a la práctica en menor tiempo.

El marketing, como filosofía, presupone la satisfacción de las necesidades del consumidor de manera que la producción parte de la determinación de sus necesidades y deseos, y para ello se instrumentan una serie de herramientas que contribuyen al logro de este propósito.

El empleo de esta categoría como punto de apoyo para contribuir a establecer el vínculo entre la universidad y la empresa constituye el objetivo esencial de este trabajo.

## Innovación, competitividad, marketing y relación universidad-empresa

En el marco económico empresarial dibujado en el umbral del año 2000, la innovación tecnológica es considerada, sin discusión, como un elemento clave de competitividad, indispensable para hacerle frente a la competencia cada vez más globalizada.

Desde hace algún tiempo, las autoridades regionales y nacionales de los estados avanzados del mundo trabajan en el diseño y desarrollo de sucesivos planes

estratégicos que permitan poner a punto un sistema propio de innovación, a fin de establecer un escenario óptimo para la promoción y mejora de todos los elementos que constituyen dicho sistema: ciencia-tecnología-empresa-mercado, y no solo ciencia-tecnología, como se puede haber estado proponiendo en los momentos iniciales del proceso.

La discusión sobre el tema "vinculación universidad-empresa" sobrepasa hoy la óptica estrecha de los intereses de las partes directamente implicadas, para transformarse en campo de experimentación de nuevas políticas económicas en el ámbito nacional y a escala local, orientadas al sostén de la investigación y de los procesos de innovación. La colaboración universidad-sector productivo tiende así a convertirse en un aspecto del nuevo modo de entender y de gobernar el problema del crecimiento de la sociedad actual.

Hoy día han crecido las condiciones que motivan nuevas reflexiones alrededor del rol que la universidad puede asumir respecto al desarrollo económico local, y los intereses de la comunidad local se refieren sobre todo a procesos de revitalización, industrialización y diversificación del sistema productivo local.

Estos objetivos pueden ser alcanzados transformando el uso de competencias científicas, técnicas y económicas, que normalmente se producen en el interior de la universidad, en acciones de transferencia en favor de las empresas; así, el nacimiento de nuevas empresas y la creación de nueva ocupación en campos científicos emergentes. La alianza universidad-empresa se constituye en una importante fuente para el enriquecimiento de los recursos tecnológicos que gestiona la empresa.

Por otra parte, existe un *gap* entre el financiamiento público y las necesidades de las universidades, lo que provoca que, necesariamente, estas tengan que buscar nuevas vías de financiamiento, entre las que está la comercialización de los resultados de la investigación y otras fuentes, a partir del establecimiento del vínculo con el tejido empresarial.

En general, cuando hablamos de vinculación universidad-empresa debemos tener en cuenta que ni el investigador universitario ni la propia institución valoran las posibilidades de aplicación de sus propios productos. Quizá, es técnicamente difícil esa valoración. Pero hay un factor más: la cultura inherente a las universidades le confiere poco instinto empresarial. Por lo general, no existe una buena comunicación entre los centros de investigación y las empresas. El entorno de la investigación y el entorno de la producción industrial no funciona de forma articulada, existiendo notables diferencias de cultura, de lenguaje, de intereses, de formas de valorar el éxito de su gestión. Existe un importante desajuste entre la oferta y la demanda tecnológica, y aun peor, existe un enorme desconocimiento por parte de las empresas, de las tecnologías que se están desarrollando o que ya están disponibles, y por parte de los investigadores, de las tecnologías que sería necesario desarrollar y poner a punto para permitir a las

empresas que forman el tejido empresarial actual competir con mejores condiciones en el mercado.

**Investigación científica, universidad y marketing en Cuba**

Las investigaciones científicas y tecnológicas, en el caso de Cuba, no han representado los mejores catalizadores para: 1) producir y/o demandar tecnologías acordes a sus circunstancias, y 2) ya generadas, saberlas aprovechar, es decir, transferirlas a los sectores correspondientes para su implantación.

Ya hoy se habla en términos diferentes con relación al modelo lineal; se trata de instrumentar un modelo interactivo, dentro del proceso de innovación, que presupone, en primera instancia, la concepción de que la ciencia es "halada" por el mercado

No obstante tener definida esta línea desde hace algunos años, no se ha garantizado su instrumentación en toda su amplitud, a pesar de que hoy día se firma un contrato con el cliente y que cada investigación debe tributar a un proyecto; en la práctica, el proceso no siempre completa el proceso de innovación, quedándose en la presentación de los resultados.

Este análisis lleva a la conclusión de que la ciencia ha evolucionado desde una filosofía de producción/producto, a una filosofía de ventas, con el Plan de Introducción de Resultados, donde ya con éste logrado, se trataba de buscarle una salida productiva, y por ultimo, está planteado actualmente un enfoque que permita completar el proceso de innovación a partir de la concepción de que la ciencia es "halada" por el mercado.

El vínculo universidad-empresa en este contexto se desarrolló: primero, a través de convenios con las instancias productivas; más tarde, alrededor de los años ´80, a través de mecanismos contractuales, los que sin embargo no lograron aún la efectividad esperada en cuanto a la introducción de logros. Todavía en estos momentos el presupuesto nacional financiaba totalmente la actividad docente y científica de las universidades, por lo que estas acciones no estaban encaminadas a obtener complementos financieros o materiales de las empresas beneficiarias de estos trabajos.

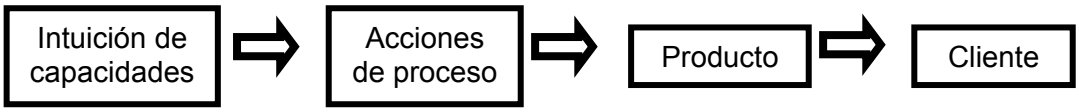
En estas circunstancias, el posible cliente no estaba bien delimitado y preciso, y en la mayoría de los casos, tenía muy poco interés por la utilización de los resultados; se aplica una filosofía de producto, tratando de vender lo que ya está concebido de antemano, sin tener en cuenta la demanda del posible cliente.

De hecho, en cada centro universitario existió durante mucho tiempo un "Plan de Resultados" que establecía los objetivos concretos de las tareas de I & D, y de forma diferenciada, un "Plan de Introducción" de los resultados científicos ya alcanzados en etapas anteriores.

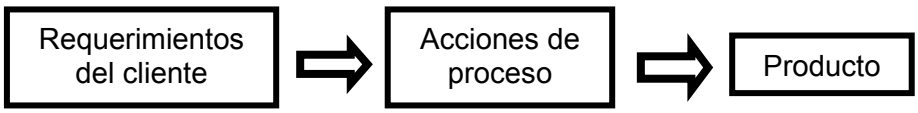
Como puede apreciarse, de una filosofía de producción/producto se pasa a una filosofía de ventas, lo cual significa que se trata de vender los resultados científicos sin tener en cuenta los intereses de las empresas como clientes.

Hoy las circunstancias exigen aplicar un enfoque diferente a la gestión de la actividad científica, y en el caso particular de las universidades se trata, sobre todo, de concentrar los esfuerzos científicos atendiendo a la evolución y desarrollo de las necesidades de los clientes.

Variar el punto de partida para este proceso de:




a:




Para ello proponemos la aplicación de un modelo que tenga su base en la aplicación del marketing, lo que visto a través de un esquema sería como se muestra en la Figura 1.

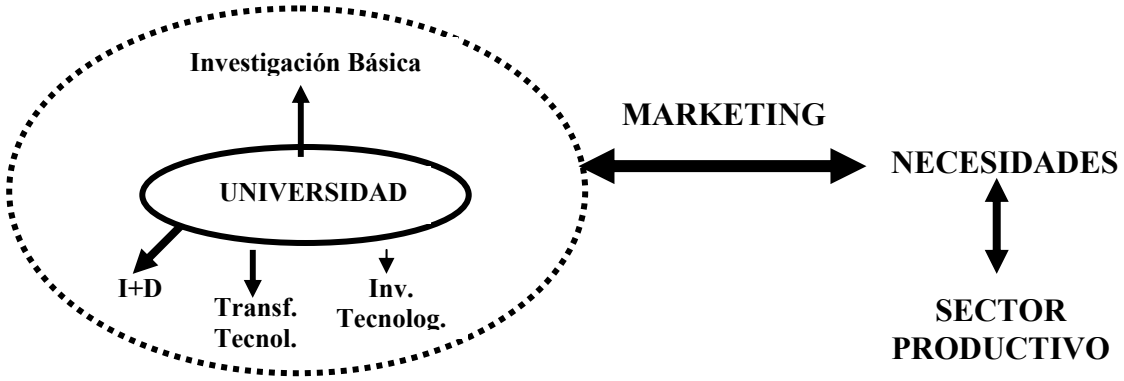



Figura 1. Investigación y marketing

Esto significa emplear el marketing como filosofía, lo cual presupone la aplicación de los dos enfoques del marketing, el enfoque estratégico y el enfoque operativo.

Para incorporar el desempeño de la función de marketing en el desarrollo de la actividad científica universitaria, ha de tenerse en cuenta la vinculación entre el marketing estratégico y el marketing operacional.

Ambos conforman una unidad estratégica. El marketing estratégico se ocupa de establecer la vigilancia sobre lo que está aconteciendo en el entorno, estar atento a los cambios, en tanto el marketing operativo concreta esta estrategia.

Así, la función del marketing estratégico, apoyándonos en los estudios de Lambin (1991), es posible plantearla como "seguir la evolución del mercado e identificar los diferentes productos–mercados y segmentos actuales o potenciales, sobre la base de un análisis de diversidad de las necesidades a encontrar, asegurando una ventaja competitiva duradera y defendible".

Y la del marketing operacional consiste en "crear la cifra de ventas y vender, apoyándose en los medios tácticos basados en la política de productos, de distribución, de precios y de comunicación, para lo cual tiene en cuenta una reflexión estratégica basada en las necesidades del mercado y en su evolución".

El marketing activo se caracteriza por el desarrollo y/o reforzamiento del marketing estratégico.

La universidad no puede deshacerse de su rol social en tanto ha de convertirse necesariamente en agente de cambio, en motor impulsor para dinamizar el desarrollo, provocando altos impactos sobre la realidad que la rodea.

Por tanto, en este contexto, está obligada a utilizar tanto el marketing estratégico como el marketing operacional, realizando una correcta combinación entre ambos, de forma que pueda provocar sinergia, referida especialmente a la investigación fundamental o producción científica pura y a la investigación aplicada que se concrete en I & D para las empresas que conforman el tejido empresarial del territorio donde está enclavada.

No es posible por tanto, asumir una posición demasiado exagerada a favor de los productos demandados por el mercado, en detrimento de los productos desconocidos por el mercado pero empujados por la tecnología.

Una estrategia de marketing orientada al mercado tiende a favorecer, fatalmente, innovaciones menores y menos revolucionarias, en tanto una estrategia basada en el avance tecnológico tiene más probabilidad de desembocar en una innovación de ruptura, asegurando una ventaja competitiva superior.

Es necesario tener en cuenta además, que la incorporación de esta categoría a nuestra economía tiene determinadas particularidades.

La economía cubana se ha movido en el ámbito de una economía planificada y la continuidad del proyecto socialista cubano, a pesar de circunstancias no favorables, coloca entre los primeros planos la cuestión de la validez de la planificación como instrumento que garantice la consecución ordenada de los objetivos a alcanzar por el país.

Hoy la globalización ha logrado un mundo integrado, pero desigual, donde existe un gran mercado mundial en el que se intercambian capitales, bienes y servicios, donde el 20% de la población concentra el 80% de la riqueza, pero donde, sobre todo la posibilidad de intercambio, solo existe a través de la competitividad.

En la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba se señala claramente (PCC, 1997):

"Corresponde al Estado socialista corregir las distorsiones inherentes a los mecanismos de mercado a fin de disminuir sus efectos negativos y, sobre todo, tomar en cuenta que su inevitable presencia supone retos y peligros que es indispensable enfrentar en lo económico, político, ideológico y social"

En este contexto, el marketing, que como filosofía presupone hoy día el estudio de las necesidades de los consumidores y la conexión de la producción con estas necesidades, contribuye de modo efectivo a concretar las exigencias de la planificación, en su esfuerzo por buscar un mayor acercamiento entre el productor y el consumidor, entre las necesidades de la economía al nivel global y los recursos de la producción para satisfacer estas necesidades, provocando con ello un considerable ahorro de trabajo social.

La implementación de este modelo a la actividad científica de las universidades presupone fijar las líneas de desarrollo de la ciencia en la universidad sobre la base conceptual del marketing; esto condiciona determinar un sistema integrado en el que se le adicionan etapas al proceso de vinculación universidad-empresa y la aplicación de instrumentos en cada una de ellas, con la consiguiente determinación de funciones para cada uno de los elementos involucrados en el modelo y el desarrollo de una cultura en correspondencia con esta filosofía.

**Modelo para aplicar un enfoque de marketing a la actividad científica de las universidades**

Mediante este modelo se conjugan los conceptos sobre vinculación universidad-empresa, como parte del proceso de su gestión tecnológica, y marketing, interrelacionándolos a través de la puesta en práctica de varios procedimientos en la concepción de los proyectos de investigación por parte de los grupos de investigación científica de la universidad.

Los beneficios que aportará a la solución del problema planteado en la introducción de este trabajo, están vinculados, esencialmente, al impacto que las nuevas tecnologías pueden tener sobre la sociedad, dado que la tecnología no es autónoma, sino que está vinculada a ciertos intereses sociales.

La universidad debe ver y organizar sus actividades científicas con criterio mercadológico, lo que significa organizarlas a partir del punto de vista del público. Ha de esforzarse en lo posible por percibir, servir y satisfacer un conjunto bien definido de

exigencias de determinado grupo de consumidores, lo cual no significa considerar de manera absoluta a la demanda como la única causa significativa de la innovación que originará un requerimiento de mercado, que impulsa y permite financiar la búsqueda o desarrollo de tecnología adecuada (*market pull*), sino también la innovación impulsada por el nuevo conocimiento científico y tecnológico (*technology push*), lo que se traduce en la ciencia empujando la producción.

En Cuba, significa hacer corresponder los esfuerzos de investigación de las universidades con las líneas de desarrollo económico y social priorizadas en el ámbito de la economía nacional, ramal y territorial.

Es necesario tener en cuenta que los resultados de las investigaciones en las universidades no son solo productos tangibles, sino también patentes, *know-how*, conocimientos en general, pero para los que también resulta imprescindible diseñar una mezcla de marketing; esto es, ¿cómo se presenta el producto?, ¿a qué precio?, ¿qué canal usar para distribuirlo? y ¿cómo y a quién se le hace la promoción?

La tecnología en sí es una mercancía como cualquier otra; es objeto de compra, de venta, de agregado en el costo de un producto y también, lo más importante, es objeto de negociación. Cuando se compra o cuando se vende una tecnología, al igual que cuando se compra o vende un bien o servicio, se debe negociar. Pero hay una particularidad: un producto, un bien o servicio tiene más o menos un precio en el mercado, pero la tecnología es un producto con un alto nivel de "diferenciación" en la mayoría de las ocasiones; por tanto, su precio depende muchísimo del valor percibido por el consumidor y de las habilidades que posea el vendedor para resaltar los beneficios y bondades de la nueva tecnología por encima de las existentes.

Al mismo tiempo, la empresa tiene que buscar constante mejoras a sus productos, así como al sistema de marketing empleado, sino tendrá que ceder ante la capacidad innovadora de las otras organizaciones, y aquí esta la posibilidad real de lograr él vínculo entre ambas.

En los documentos básicos que establecen la política con relación al Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica, se plantea (CITMA, 1995):

"El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica que se aspira a diseñar y aplicar en el país persigue, en primer lugar, colocar en el centro mismo a la producción de bienes y servicios, sobre bases de eficiencia y competitividad, que conduzcan a una economía moderna y a su inserción ventajosa en el contexto internacional".

"Esta concepción novedosa de la organización de la ciencia y la innovación tecnológica, adoptada ya por muchos países de la región, desborda el alcance inicial de esta actividad circunscrito entonces a la investigación-desarrollo, y le concede un papel protagónico a la empresa, como demandante natural de ciencia e innovación tecnológica, ante la presión de los mecanismos del mercado".

Cuando se va a la búsqueda de un modelo, hay que tener presente la manera en que se da el vínculo universidad-empresa, el que puede expresarse como se muestra en la Figura 2.

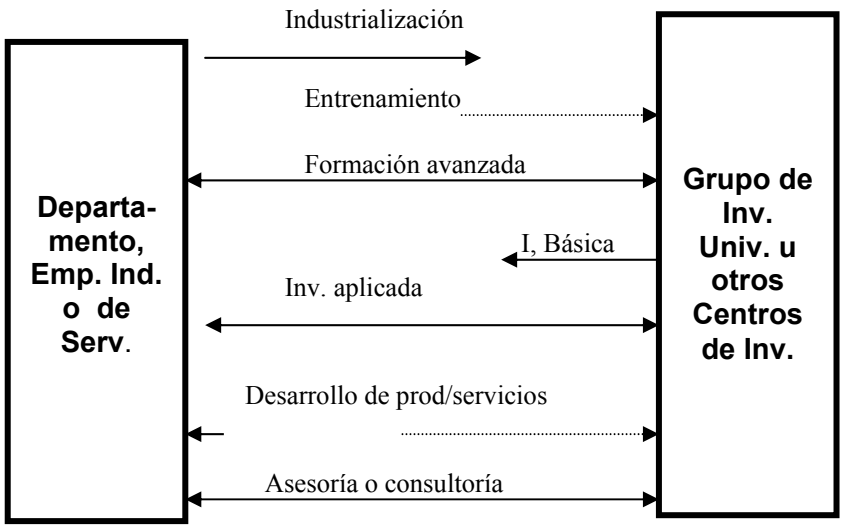



Figura 2. Formas de vínculo universidad–empresa.

Se puede observar como ve la empresa a los diferentes centros de investigación, y a la inversa, como ven los centros de investigación a las empresas. Para ambos existen algunos aspectos en los cuáles los intereses no son totalmente coincidentes como: la empresa no llega a completar los intereses de industrialización con los centros de investigación, y éstos a su vez no pueden cumplimentar sus intereses de investigación básica con respecto a la empresa.

También en ambos casos, los intereses relacionados con los procesos de entrenamiento y desarrollo de los productos y servicios se quedan incompletos, mientras que los aspectos coincidentes son la formación avanzada, la investigación aplicada, la asesoría y la consultoría.

El modelo propuesto se muestra en la Figura 3:

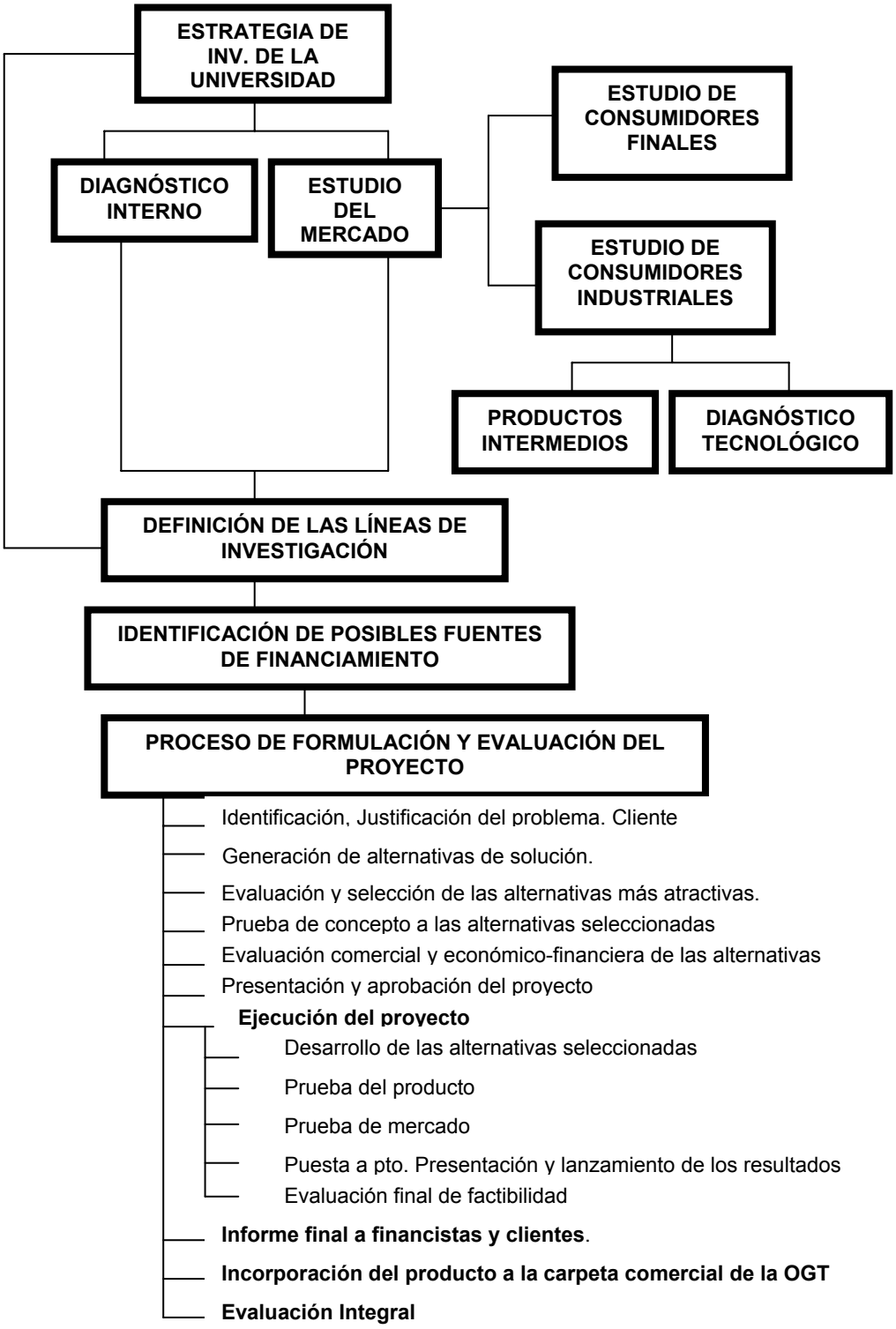



Figura 3. Modelo de un sistema de marketing en las investigaciones universitarias

**Paso no 1. Diagnóstico interno**

El objetivo de este momento es identificar cuales son las posibilidades reales que tiene la universidad atendiendo a los grupos y centros de investigación de que dispone.

Para efectuar este análisis se utilizará, como técnica fundamental, la generación de ideas por parte de los miembros de cada grupo; aquí se trata de definir hacia que posibles segmentos pueden estar dirigidos los esfuerzos de búsqueda de oportunidades para desarrollar nuevos productos o tecnologías.

**Paso no 2. Estudio del mercado**

Ambos pasos anteceden al proceso de acercamiento que ejecuta la universidad en la búsqueda del vínculo con la empresa; así, a las etapas conocidas en el proceso de acercamiento entre la universidad y la empresa, se le adiciona una a la que se le ha llamado *ANTES.*

El objetivo de este paso es "identificar oportunidades de mercado".

Las características de los instrumentos que se apliquen varían en dependencia del tipo de producto, y los gastos asociados a estos estudios de mercado deberán formar parte de los costos asociados a la formación del precio para la venta de la nueva tecnología.

En los casos de "nuevas tecnologías" se parte de que la empresa ya ha realizado un estudio que permita evaluar cuales son las posibilidades de posicionamiento en el mercado del producto a que dará origen la nueva tecnología; sin embargo, la práctica ha demostrado que en Cuba, en la mayoría de los casos, esto no sucede puesto que, como se expuso anteriormente, no están dadas todas las condiciones para la asimilación de una filosofía de marketing en el ámbito empresarial. De esta forma, si la universidad realiza *a priori* el estudio del mercado, posee mayores argumentos de venta.

Atendiendo a los tipos de productos derivados de las investigaciones en las universidades, este análisis asume tres puntos de vista, dos de los cuales se integran en el estudio de los consumidores industriales:

A - Estudio de consumidores finales

El objetivo de este paso consiste en identificar las necesidades de estos consumidores que pueden ser satisfechas a partir de crear atributos al producto; por consiguiente, han de estudiarse los motivos que pueden inducir a la compra a través de una investigación de mercado.

El conocimiento de las necesidades de los compradores constituye un estímulo importante para la investigación y el desarrollo. Su función es investigar las

características técnicas que permiten identificar las necesidades del mercado aun no satisfechas o mejorar el rendimiento de los productos existentes, dando de este modo una “ventaja competitiva”. Aquí, en la búsqueda de cualidades distintivas, es donde está la importancia de la interrelación investigación/desarrollo-marketing estratégico.

B - Estudio de consumidores industriales

a) Productos tangibles para consumo intermedio

Este mercado es el de mayor interés por parte de la universidad, ya que la mayoría de sus resultados están vinculados a este tipo de mercado.

Este paso tiene similares objetivos al anterior; sin embargo, los métodos utilizados varían puesto que el mercado industrial presupone un mercado de especialistas donde la valoración de los atributos del producto es mucho más profunda, por cuanto la compra implica mayores riegos desde el punto de vista económico.

Por tanto, aquí el análisis realizado es básicamente “funcional” y se centra en el estudio del comportamiento del usuario del producto, con el fin de identificar el tipo de problemas que encuentra cuando lo utiliza; cada problema o dificultad evocada puede dar a la luz una idea de modificación o de mejora.

La calidad del producto constituye aquí un elemento decisorio importante, ya que el riesgo de introducir en la fabricación elementos de poca calidad es muy fuerte, puede disminuir la calidad del producto terminado e influir directamente en la venta de estos. Por esta razón, el proceso de venta a consumidores industriales es largo y sumamente cauteloso, sobre todo cuando se trata de realizar una primera venta del producto.

En Cuba existe una buena oportunidad de mercado en este segmento, vinculada a verificar los beneficios cualitativos de una innovación que resulta de la aplicación de nuevos componentes y/o procedimientos de fabricación y en la búsqueda por lograr la sustitución de importaciones a partir del uso de recursos naturales, activando los recursos locales del territorio.

b) Diagnóstico tecnológico de las empresas

A partir de este análisis es posible prever cuáles son las necesidades de las empresas en términos de mejoras tecnológicas.

Se parte de que la empresa haya realizado un diagnóstico, a partir del cuál identificó donde están sus puntos débiles en cuanto al uso de la tecnología, o habiendo realizado un estudio de mercado, está a la búsqueda de mejoras tecnológicas que le permitan mejorar o producir nuevos productos.

Esto presupone que la empresa ha realizado una investigación de mercado, a partir de la cual ha identificado cuáles son los atributos que incorporándosele al producto provocarán una reacción favorable de los consumidores, sean estos del mercado final de consumidores o del mercado industrial, y a partir de aquí, puede ejecutar una innovación de producto o de proceso.

No siempre, y más bien en general, las empresas hoy día aun no han incorporado al proceso de dirección la gestión de los recursos tecnológicos que maneja, por lo que no ejecutan eficazmente las funciones indispensable para ello. Por tanto, es común verificar que en la empresa no se dispone de una estrategia tecnológica que sustente la estrategia corporativa.

Aquí existe una oportunidad para las universidades, en tanto las mismas sean capaces de crear grupos multidisciplinarios a la hora de decidir la posible investigación, ya que ella cuenta con personal especializado que incluye especialistas en marketing, economía en general y de las ciencias técnicas, que pueden integrarse en un grupo de trabajo; de esta forma es posible establecer el vínculo con la empresa desde el momento de la realización del propio diagnóstico tecnológico.

Atenuar el riesgo de la innovación presupone, entre otras cosas, un vínculo muy directo entre los investigadores y las personas encargadas de ejecutar la función de marketing.

Teniendo en cuenta esto, el proceso debe comenzar con el contacto con el cliente, donde se establece una relación con el problema que debe ser resuelto. Generalmente, el cliente tiene un problema pero desconoce qué se necesita para resolverlo, de manera que el investigador debe identificar la necesidad antes de continuar el proceso iniciado.

Con respecto a las investigaciones existen dos tipos de clientes, el “espontáneo” que, por supuesto, es él más conveniente, el ideal, pero es el que menos abunda. Es el que tiene una necesidad y se interesa en solicitar quien se la resuelva. Está dispuesto a invertir, bajo determinadas condiciones, en un proyecto de investigación que le solucione su necesidad, y si encuentra al investigador adecuado, establece con él los nexos correspondientes. Dentro de la categoría de cliente “espontáneo” existe también el que está a la caza de negocios. Realiza las llamadas inversiones en “investigaciones a riesgo”, que tengan posibilidades de convertirse en un producto comercial rentable.

El cliente **“**inducido” es el que normalmente existe en la práctica diaria. Ese es el que hay que descubrir y convencer; tiene una necesidad, pero no la conoce; no se ha planteado resolver el problema por la vía de la investigación o no sabe que puede obtener mejoras en su actividad por la vía de la investigación.

**Paso no 3. Definición de las líneas de investigación**

Este es el momento de compatibilizar las posibilidades que tiene la universidad, en términos de desarrollo científico, y las oportunidades que le ofrece el mercado.

Al mismo tiempo, han de tenerse en cuenta las estrategias que en este sentido tenga trazadas la universidad, para establecer la coherencia con su misión y el impacto que deba provocar en el entorno.

Los métodos utilizados deberán ser, preferentemente, las técnicas grupales de generación de ideas, en las que participen los investigadores conjuntamente con los que han realizado el estudio de las necesidades.

**Paso no 4. Identificación de posibles fuentes de financiamiento**

El objetivo de este paso consiste en identificar las fuentes que permitan proveer de ingresos a la universidad para desarrollar la investigación, siendo óptimo este paso cuando se logran los recursos necesarios para completar el proceso de innovación.

Los pasos anteriores sirven de base para contribuir a estos fines, por cuanto estos han permitido ubicar cuales empresas pueden ser los posibles clientes y constituir una posibilidad de financiamiento conjunto, si se logran interesar en la idea, o buscar otras alternativas vinculadas a los organismos de la Administración Central del Estado u otras fuentes que puedan estar interesadas, incluyendo la propia universidad.

**Paso no 5. Proceso de formulación y evaluación del proyecto**

A partir de aquí, se trata de adecuar la metodología vinculada al desarrollo de los nuevos productos. Schnarch (1991) propone para este análisis la interrelación de las variables que participan en el proceso, como se muestra en la Figura 4:

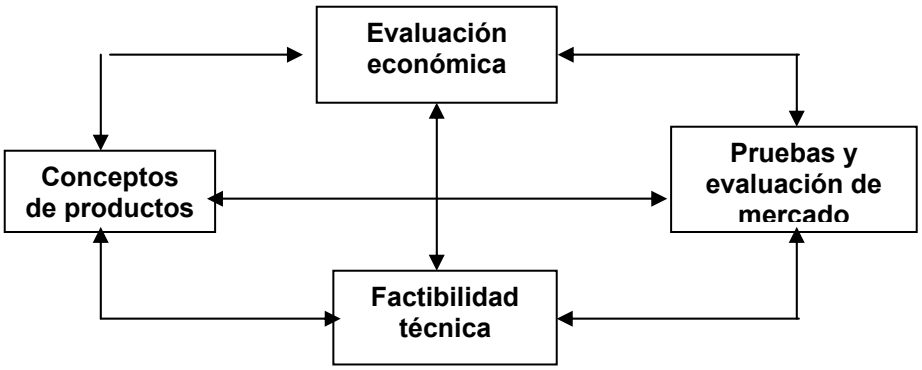



Figura 4. Proceso de desarrollo. Variables interactuantes

La universidad ha utilizado en este proceso el análisis de las variables factibilidad técnica y evaluación económica, y el elemento más débil ha sido el de evaluación de mercado, aspecto en el que se centran los planteamientos siguientes.

Identificación. Justificación del problema. Cliente

El objetivo de este paso consiste en identificar con claridad el problema objeto de la investigación.

La mayor fortaleza de la universidad en este sentido, consiste en la posibilidad de utilizar grupos multidisciplinarios que permitan analizar el problema desde varios puntos de vista y con diferentes enfoques, por lo que en el mismo deberán estar presentes los investigadores que pueden aportar al tema y el personal que se ha ocupado de realizar los estudios de marketing; todos formarán parte del equipo de investigación, incluyendo, de ser posible, el personal de la empresa, si ya se ha logrado establecer con ésta los contactos correspondientes.

Generación de alternativas de solución

El objetivo de este paso consiste en generar las ideas con relación al nuevo producto, en correspondencia con los resultados obtenidos del estudio de mercado y del diagnóstico interno; las ideas están dirigidas básicamente a la posible solución del problema propuesto, y los métodos empleados pueden ser “intuitivos” o “racionales”.

En la práctica, estos métodos se complementan puesto que, en ocasiones, se encuentra una oportunidad a través de la investigación de mercados, pero después es necesario seguir desarrollando la idea a partir del uso de técnicas de estimulación del pensamiento creador en la búsqueda de la idea más original.

Es importante en este paso diferir los criterios de evaluación de las ideas, por lo que la conducción del grupo que participe en la generación de éstas es vital, siendo imprescindible que el facilitador asegure la protección de los participantes en cuanto al juicio de las ideas que se expongan.

Evaluación y selección de las alternativas más atractivas

El objetivo de esta etapa consiste en eliminar las ideas poco atractivas o aquellas que resultan totalmente incompatibles con los recursos o los propósitos de la universidad. No se trata todavía de un estudio de viabilidad, sino de una evaluación preliminar.

Para el caso de la universidad, resulta importante verificar los criterios de diferenciación, de manera que pueda tenerse en cuenta el grado de novedad de la nueva idea y la posibilidad de obtener financiamiento de algunas fuentes, tanto nacionales como internacionales, para desarrollarla; ello es posible realizarlo mediante la evaluación a través de criterios ponderados, en los que se sitúan los criterios

evaluativos y luego se ponderan en dependencia del total de criterios considerados para cada una de las ideas propuestas.

Prueba de concepto de las alternativas seleccionadas

El objetivo de este paso consiste en estimar el grado de aceptación que el concepto del nuevo producto tendrá en el mercado, o confrontar conceptos competitivos para verificar el grado de aceptación del consumidor.

Esta no resulta una prueba definitiva ya que está cargada de factores subjetivos, partiendo de la percepción de los entrevistados, por lo que los resultados han de manejarse con extremada precaución.

Sin embargo, dado el caso en que se trate de comercializar una tecnología con la empresa, este paso se sigue directamente con el personal técnico de la misma; se trata de verificar si los atributos logrados coinciden con sus expectativas, toda vez que en este caso son ellos los que están teniendo el contacto directo con el mercado. En cualquier caso, en este momento lo importante para la universidad es verificar "atributos", retroalimentar la idea del concepto, para proceder a su concepción al nivel de laboratorio.

Evaluación comercial y económico-financiera de las alternativas

En el análisis del mercado deberá hacerse una estimación de la demanda y los pronósticos de venta, para lo cual se utiliza como base la investigación de mercados realizada, ya que si el producto es realmente nuevo no se cuenta con datos históricos en los cuales se pueda apoyar un pronóstico de ventas; sin embargo, cuando se trata de una transferencia de tecnología o de la combinación de diferentes componentes relacionados con un producto con el cual se pretenda sustituir importaciones, sí resultan válidos los métodos de extrapolación, regresión múltiple y econométricos.

Para evaluar el atractivo de mercado resulta necesario aplicar, además, una serie de instrumentos que contribuyen al juicio sobre el posible éxito del producto; no se trata de utilizar todos los instrumentos que se exponen a continuación, sino que deben seleccionarse aquellos que puedan brindar mayor información sobre la posibilidad de llevar a cabo o no el proyecto, de acuerdo a su factibilidad comercial. Entre éstos instrumentos se sitúan la matriz de General Electric (también llamada matriz McKinsey por su autor), cuyo objetivo consiste en identificar las áreas de actividad que muestran mayor capacidad para generar recursos. En este caso el producto se considera como un área de actividad (Bib. Man. Prac. Marketing, 1995).

Además, se utiliza la matriz denominada Test de Omeara (Cruz, 1998), para lo cual se toman en cuenta un conjunto de factores, y a partir de una escala de valores, se determina continuar el desarrollo del producto, analizar cuidadosamente la continuación o paralizar o rechazar totalmente la idea.

Otra matriz empleada, y quizás una de las más conocidas, es la DAFO (Thibaut, 1994). Esta matriz posibilita la combinación de los aspectos positivos y negativos de la introducción del nuevo producto en el plano interno con los riesgos y posibilidades que enfrentaría en el plano externo.

El análisis económico se hará sobre la base de determinar el Valor Actualizado Neto, la Tasa de Recuperación y el Punto de Equilibrio.

Presentación y aprobación del proyecto

El objetivo de este paso consiste en concretar las fuentes de financiamiento a partir de los resultados alcanzados en los pasos anteriores; se trata de presentar el proyecto a diversas fuentes hasta conseguir la aprobación para la ejecución del mismo.

**Paso no 6. Ejecución del proyecto**

Desarrollo de la alternativa seleccionada

El objetivo de este paso es la obtención física del producto.

La mayor debilidad de la investigación en la universidad a este respecto ha consistido, precisamente, en llegar a la creación física del producto sin tener en cuenta los elementos planteados con relación al mercado. Es necesario que al menos se cuente con la información referida anteriormente.

El énfasis de este paso consiste en demostrar la viabilidad técnica del producto, a partir de la creación del primer prototipo para pruebas técnicas o serie 0, para hacer la prueba de mercado. Se trata de definir los principales parámetros, el flujo tecnológico, los riesgos de origen tecnológico y su posible previsión.

Además, llegar a la descripción cualitativa y cuantitativa de efluentes y emisiones que pudieran producirse durante la instalación y funcionamiento de la tecnología o solución propuesta y que afecten el medio ambiente, las principales medidas para la eliminación de los efectos provocados por el empleo de la tecnología seleccionada y los sistemas a emplear para su monitoreo.

Prueba del producto

El objetivo de este paso es someter el producto a prueba para comprobar si están presentes en él los parámetros previstos, no solo en referencia a las pruebas de laboratorio o de planta piloto, sino también desde el punto de vista del consumidor.

Generalmente, la mayor responsabilidad en este paso la tiene la empresa, la cual a partir de aquí podrá definir los elementos esenciales para prever una estrategia con relación al producto; no obstante, la universidad deberá mantenerse al tanto para, sobre todo, corregir los atributos que definan la calidad y aceptación del producto.

Prueba de mercado

El objetivo de esta etapa es someter a prueba el producto ante un grupo mayor de consumidores, para corregir las posibles insuficiencias que pueda tener el producto.

Aquí es válido utilizar como técnica (puede emplearse desde el paso anterior), la matriz de posicionamiento o percepción del producto, cuyo objetivo consiste en mostrar, numérica o gráficamente, cómo los consumidores perciben un determinado producto en función de determinados criterios o beneficios de evaluación (Thibaut, 1994).

Este instrumento es aplicable además en el primer paso, en la búsqueda de oportunidades de mercado, sobre todo para identificar nichos de este (necesidades no cubiertas) o atributos en los que hay que trabajar más fuertemente para lograr más tarde el posicionamiento adecuado.

Puesta a punto, presentación y lanzamiento de los resultados

Lo primero en este paso consiste en realizar un análisis de factibilidad técnica, que tiene como objetivo estudiar si las condiciones de laboratorio en las que se ha creado el producto son posibles de reproducir a escala industrial.

Para la universidad este aspecto resulta un tanto más complejo que cuando se trata de un nuevo producto creado por el propio departamento de I & D de la empresa, ya que para hacer este análisis necesita de criterios de ingeniería y de producción. Si se parte de que el contacto con la empresa con la que se pretende negociar la tecnología se ha producido de antemano y ya se ha logrado interesar a la misma, todo se facilita puesto que el análisis se realiza de conjunto e, incluso, esta tarea se designó de antemano. De no ocurrir de esta manera, tendrá que recurrir a expertos entre los que podrá consultar con otros especialistas de la universidad y solicitar, además, el criterio de personas vinculadas a la producción.

Requiere además, por supuesto, de financiamiento para completar el proceso de innovación que, de no poseerlo la propia empresa a que está dirigido el producto, tendrá que confeccionarse mediante un proyecto, adicionándole los datos referidos a los requerimientos técnicos y el presupuesto de inversión correspondiente.

El análisis de este paso contempla lo siguiente:

- Si se trata de que la Universidad va a asumir la producción y comercialización del producto deberá repasarse de nuevo lo siguiente:
  - estudios básicos realizados, tamaño y estructura del mercado, posicionamiento pensado para el producto, ventas, cuota de mercado y beneficios esperados,
  - precios, distribución y presupuesto de mercado para el primer año,
  - estrategia de marketing y la mezcla de marketing a través del tiempo,

- protección del nuevo producto.

En resumen, sobre la base de estos elementos ha de diseñarse un plan operativo de marketing que contemple como actuar con relación a las variables controlables, es decir el producto, el precio, la distribución y la promoción, dándole respuesta a las preguntas ¿cuándo?, ¿dónde?, ¿quién? y ¿cómo?

- Si la Universidad va a negociar la tecnología, pero desde el inicio se ha establecido un nexo con la empresa interesada y se han realizado los pasos anteriores de forma conjunta, le toca a la empresa asumir el lanzamiento y establecer en consecuencia el plan operativo de marketing, pero la universidad contribuirá aportando elementos clave para el diseño de la mezcla.

Al propio tiempo, establecerá los elementos que constituyen la ampliación necesaria de su producto tecnológico, esto es, el entrenamiento al personal que se ocupará de implementar la tecnología, así como la constante atención al proceso en tanto este se estabilice, encargándose de corregir las fallas que se puedan presentar en el proceso.

En este proceso de negociación se fija claramente el procedimiento a seguir para la protección del nuevo producto y el precio a que se va a cerrar esta negociación, que incluye además del costo de la investigación, lo referente a los trabajos que en materia de marketing o de ingeniería de producción se hayan llevado a cabo, el entrenamiento del personal, así como la garantía de atender todo el proceso en tanto este se estabilice. Puede incluirse en la oferta el trabajo de marketing relacionado con el lanzamiento del producto, teniendo en cuenta la inexperiencia que en este campo existe en la mayoría de las empresas del país, sobre todo las que están situadas en el interior del mismo.

Como es de suponer, el marketing operativo para la universidad se realiza de forma directa y en él han de participar la estructura creada para la comercialización de tecnologías (OTRI u otras variantes), coordinando el trabajo de negociación de la tecnología, y el propio investigador al tanto de la retroalimentación que puede darle la oportunidad de mejorar el producto creado.

- Por último, si la Universidad creó la tecnología para el nuevo producto pero sólo tenía identificado el cliente potencial, entonces el trabajo de venta de éste requiere de un mayor esfuerzo; se trata de convencer a ese cliente potencial de los beneficios de escalar al nivel de la producción el nuevo producto. Servirá entonces como argumento de ventas el trabajo que se haya venido realizando conforme se cumpla esta metodología.

Aplicar el enfoque de marketing al proceso de investigación contribuye a disminuir la incertidumbre, que hace más grande el riego de la inversión para asimilar

una innovación que va a depender del grado de originalidad de los conceptos y de su complejidad (riego de mercado), además, por supuesto, del riego tecnológico.

El trabajo de la estructura encargada de la comercialización en las universidades tiene que ser más fuerte, llevando a cabo una constante comunicación con la empresa seleccionada, en estrecha vinculación con los investigadores que han desarrollado el proceso y ejecutando las funciones que se detallan más adelante.

Evaluación final de factibilidad

El objetivo de este paso consiste en realizar la evaluación económico-financiera final del proyecto y realizar las comparaciones correspondientes con los análisis de factibilidad realizados preliminarmente; se realiza el ajuste necesario en los costos generales y se calculan los flujos de efectivo para determinar el valor actualizado neto y el período de recuperación de la inversión propuesta.

**Paso no 7. Informe final a financistas y clientes**

El objetivo de este paso consiste en elaborar el informe final, contentivo de los resultados alcanzados con la ejecución del proyecto, los principales aciertos en términos de mercado y la factibilidad técnica y económico-financiera, demostrando la viabilidad del proyecto en términos de eficiencia y eficacia por la solución del problema propuesto.

**Paso no 8. Incorporación del producto a la carpeta comercial de la oficina de gestión y transferencia de tecnologías**

El producto quedará incorporado a la carpeta comercial de la oficina de interfase, quién deberá promoverlo para la venta.

**Paso no 9. Evaluación final**

El objetivo de este paso consiste en evaluar la efectividad con que se ha ejecutado la función de marketing, acorde con los conocimientos, técnicas y métodos existentes, según la actividad, y que los productos de la Universidad sean competitivos, en correspondencia con el uso de estas técnicas.

El primer paso consiste en evaluar los resultados en cuanto a cómo ha evolucionado la introducción de productos y/o tecnologías en el mercado, cómo han contribuido estos resultados a alcanzar nuevas fuentes de ingresos en correspondencia con el esquema de autofinanciamiento parcial vigente en el Ministerio de Educación Superior, cómo se han comportado las políticas establecidas en cuanto a los productos, el precio, la distribución y la promoción; los medios empleados y el financiamiento utilizado en los mismos, la organización general, la competencia del personal, los sistemas de información utilizados y la contribución a la consolidación de la imagen de

la Universidad en el entorno a través del apoyo al impacto del proceso de investigación en el ámbito territorial y nacional, si hubiere tenido alguna participación.

Este proceso de evaluación deberá poner de relieve los puntos débiles, sobre los que hay que trabajar para conseguir mejores resultados.

Una particularidad de la universidad consiste en que la aceptación de un producto y/o tecnología por parte de una empresa contribuye a crear lazos más sólidos entre ambas instituciones, los que generan nuevas ventas de otros productos o de servicios asociados y, poco a poco, la credibilidad de esta va creciendo ante los ojos del empresario, si juntos van teniendo éxitos.

**Algunos elementos organizativos necesarios para la implementación del modelo propuesto.**

El análisis de las condiciones cubanas permite establecer una serie de premisas y particularidades que facilitan el uso del modelo propuesto. Estas son:

- No hay contradicciones antagónicas entre los intereses de los tres actores principales: gobierno, universidades y empresas. Se habla de que en América Latina no se ha logrado organizar adecuadamente este tipo de acciones (refiriéndose a las relaciones universidad-empresa) porque el sector empresarial, crecido al amparo de condiciones muy particulares, no ha podido plantear de forma coherente una estrategia sobre el tema. En Cuba las condiciones son diferentes, puesto que universidad y empresa responden a un mismo objetivo al nivel de la economía nacional.

- Existe una fuerte voluntad política para desarrollar la docencia y la investigación.

- Las universidades forman un sistema organizado y dirigido a través del Ministerio de Educación Superior (MES), la ciencia forma un sistema organizado y dirigido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y ambos son subsistemas del Sistema Único de la Economía Nacional.

- La universidad y sus centros de investigación se engarzan al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

- Está creada en cada universidad la unidad de interfase, que tiene como función principal servir de agente de ventas de los productos universitarios vinculados a los resultados de la ciencia y establecer el nexo entre la universidad y el sector productivo.

- El MES está implementando el Modelo de Gestión Económico-Financiera, dentro del cual se integra el Sistema de Comercialización de los Productos Universitarios.

- Está planteado implementar un nuevo Sistema de Ciencia y Tecnología con enfoque *market pull* (halado por la demanda).

- Existe un importante desajuste entre la oferta y la demanda tecnológica; por tanto, no podemos hablar de filosofía de la producción ni es posible continuar con el enfoque lineal, sino que es necesario utilizar la filosofía del marketing.

- El hecho de que en Cuba se aspire al modelo de producción socialista condiciona, como máximo interés, que los resultados científicos se conviertan en objeto de publicación y que se multiplique la introducción de estos a la práctica en todo el país, lo que se traduce globalmente en beneficio de la sociedad.

- La universidad ofrece con mucha mayor facilidad que otros centros de investigación, la posibilidad de crear grupos multidisciplinarios para la investigación.

- La universidad es un centro de I & D, pero su función no está limitada solamente a desarrollar la propia organización, sino que sus resultados se convierten en un producto para la venta, a fin de desarrollar y transformar la realidad que la rodea; no puede, por tanto, desechar la investigación básica puesto que ella tiene que contribuir a empujar el desarrollo.

- La existencia de los Polos Científicos constituye una fuerza facilitadora para integrar los esfuerzos científicos del territorio.

- Las universidades tienen una alta participación en los resultados de Ciencia y Técnica del país.

El Sistema MES ejecuta actualmente la comercialización de los resultados científicos a través de las organizaciones empresariales MERCADU y CIH (Centro Internacional de La Habana), este último asociado a la transferencia de tecnología vinculada a los procesos de dirección, a través de consultorías.

En cada provincia existe al menos una universidad, que tiene la responsabilidad de conocer la realidad que la rodea, lo que constituye su ámbito de influencia; el segmento de mercado que mayor relevancia debe tener para ella son los clientes locales, teniendo que conseguir mantenerse bien imbricada en el tejido productivo donde está insertada.

En este caso, el conocimiento de las características productivas de la región marca las investigaciones de la universidad.

La interfase actúa sobre dos clientes: 1) el profesor y 2) la empresa.

El profesor está llamado a “producir”; por tanto tiene que saber “que producir”, pero el no debe salir de la universidad a buscar cuales son esas necesidades de la producción, ni a vender sus resultados (lo cual no excluye que pueda hacerlo, sobre todo si ya ha realizado contactos anteriores con la empresa). Esa es función de la Oficina de Comercialización (en estrecha coordinación con los profesores-investigadores), cuyas funciones se detallan a continuación:

1. Captar, procesar y aportar información de mercado a las diferentes unidades universitarias, que tengan como fuente la realización de estudios de mercado. Identificar la demanda del entorno y establecer un sistema de retroalimentación que permita vigilar los cambios producidos en la misma..

2. Integrar la actividad de varias unidades de la universidad y de otros CES y entidades, en función de la demanda de los clientes.

3. Diseñar y gestionar estrategias de protección industrial para productos y servicios.

4. Elaborar las carteras de productos, estrategias comerciales y planes de negocios de productos y servicios.

5. Realizar evaluaciones comerciales y de factibilidad técnico-económica que reduzcan la incertidumbre sobre la posibilidad de comercialización y aumente el poder de negociación de la universidad.

6. Planificar y controlar la ejecución de cada producto o servicio comercializado, confeccionando un expediente donde aparezca toda la información relativa al servicio, incluyendo los resultados del control de la calidad con los clientes.

7. Formar precios para cada producto o servicio específico comercializado

8. Realizar la contratación de productos y servicios, flexibilizando los procedimientos administrativos y burocráticos de negociación y contratación, así como los plazos de ejecución, con el fin de adecuarse a los criterios de eficiencia empresarial.

9. Coordinar, contratar o subcontratar los servicios de apoyo para la prestación de los servicios.

10. Subcontratar especialistas en otros CES y entidades, tanto a nivel nacional como internacional, para complementar los servicios y productos demandados.

11. Analizar y evaluar las potencialidades de ofertas de productos y servicios universitarios.

12. Desarrollar planes de marketing (mezcla), considerando las ventajas competitivas en correspondencia con las fortalezas y debilidades internas y las amenazas y oportunidades que le brinda el entorno para cada producto.

13. Diseñar estrategias promocionales para productos y servicios universitarios. Explotar la imagen de calidad y el sello de la universidad.

14. Desarrollar acciones concretas de publicidad, promoción de ventas y venta personal

15. Desarrollar acciones de marketing interno que fomenten una actitud de acercamiento e interés por parte de los profesores e investigadores hacia los clientes. Retroalimentar sistemáticamente las acciones desarrolladas por la oficina con los profesores e investigadores.

16. Potenciar los servicios de postventa en el caso de la negociación de la tecnología, donde se generan relaciones a más largo plazo.

17. Gestionar el desarrollo comercial de los productos resultados de las investigaciones.

18. Gestionar proyectos para el financiamiento de las investigaciones.

La universidad es un sistema y cada una de ellas, a su vez, forma un subsistema integrado al sistema MES. Estructuralmente, las condiciones están creadas, de manera que lo importante está en las funciones que deberá asumir cada uno de los dispositivos que lo forman.

Cada interfase vinculada a una universidad deberá interactuar directamente en la búsqueda y solución de las necesidades que, en el orden científico-técnico, demanda el territorio; cada una de ellas interactúa con las demás, aunando esfuerzos cuando, una vez identificada la oportunidad, la búsqueda de soluciones requiera del concurso de varias disciplinas en las que la competencia de otra universidad sea superior, que tendrá su concreción en el Polo Científico-técnico de ser necesario. Esa relación se da directamente a través de MERCADU, dispositivo que asumirá funciones para integrar estos esfuerzos, y que además estará a cargo de identificar las necesidades vinculadas a Programas Nacionales, facilitando proyectos cuya decisión depende de instancias superiores a las cuales a la universidad le cuesta trabajo acceder, o a proyectos que trasciendan el marco territorial, realizando la prospección para el posicionamiento de productos en el exterior y en los que, en no pocos casos, debe solicitar el concurso de varias universidades. En resumen, le corresponde a este dispositivo dirigir la ejecución de la función de marketing relativa a las investigaciones universitarias. Visto a través de un esquema se comporta tal como se muestra en el Anexo 2.

Desde luego, no es posible que cada oficina de interfase tenga un equipo completo de especialistas, lo que originaría un gasto innecesario para la universidad; luego, se propone que las Facultades de Economía de cada CES asuman el desarrollo de este trabajo, utilizando a los estudiantes en el ejercicio de la disciplina de Marketing, a través de la práctica de producción y los trabajos de Diploma, orientados, por supuesto, por el colectivo de profesores que integran la disciplina. En el caso de los Politécnicos pueden valerse de las universidades contratando este servicio.

Asimismo, las Oficinas de Transferencia de Tecnología deberán ejecutar las funciones detalladas anteriormente, en estrecha coordinación con el personal existente en las Facultades de Economía, cuyos profesores pueden formar parte de los equipos

multidisciplinarios de investigación en la valoración de las diferentes alternativas de proyectos.

Esto multiplica las posibilidades y pone en marcha al propio dispositivo de la universidad, dándole incluso la oportunidad de perfeccionar su gerenciamiento, enriqueciendo las estrategias de desarrollo, y sobre todo, contribuyendo a hacer más fuerte el impacto sobre el entorno que la rodea, cumpliendo su papel de agente de cambio para la sociedad. Con esto, contribuye a resolver los problemas del sector productivo vinculados al diseño de nuevos productos, en correspondencia con las exigencias de los consumidores finales, o de nuevos procesos para mejorar la eficiencia, o facilitar la transferencia de una tecnología, lo que incluso puede derivar en nuevos procesos productivos cuya dirección esté vinculada a la universidad en algunos casos, integrándose a los Polos Científicos territoriales, lo que acelera la introducción de los resultados y permite un uso más racional de los recursos financieros.

Así, se hace imprescindible ofertar paquetes completos para darle coherencia el sistema. Visto a través de un esquema, sería tal y como aparece en el Anexo 3.

La existencia de un sistema de centros vinculados al Ministerio de Educación Superior, constituye una fortaleza importante para completar el proceso de innovación de algunos productos.

A las universidades territoriales se les hace muy difícil financiar la investigación, la producción y la comercialización de productos resultados de las investigaciones. De hecho, donde más desarrollo ha tenido esta actividad es en la Universidad de la Habana (UH) y en el Instituto Politécnico Superior “José A. Echeverría” (ISPJAE); sin embargo, el MES posee una mayor cantidad de recursos financieros, y de hecho, actualmente otorga préstamos que los CES han utilizado mayoritariamente en inversiones. En la actualidad estos préstamos se han extendido a financiar el desarrollo de algunos productos cuyo estudio ha demostrado que tienen una alta probabilidad de posicionarse en un mercado, fundamentalmente propiciando exportaciones, en un loable esfuerzo por conseguir el completamiento del proceso de innovación desde la universidad. Por tanto, es posible plantear para un futuro que en algunos casos asuma el riesgo y decida financiar la producción y comercialización de determinados productos creando complejos productivos, algo similar a las incubadoras de empresas o a los parques tecnológicos, en dependencia de que asuma solo el riesgo o lo comparta con alguna institución empresarial.

Aún cuando no pudiera desarrollarse una producción masiva, si las condiciones del producto y el mercado permitieran asumir una estrategia de crecimiento, por lo menos contribuiría a otorgar mayor credibilidad a las tecnologías creadas, facilitando su venta y generando mayores ingresos para el desarrollo del sistema.

La implementación de este modelo deriva por supuesto una serie de acciones, entre ellas:

- incorporar la “cultura de mercado” (siendo esta, hoy día, una de las barreras fundamentales entre la universidad y la empresa) para todos los integrantes de las universidades en general, pero especialmente para los gestores de la ciencia y los propios investigadores; esto conlleva, en primer término, a una preparación inmediata en los conceptos vinculados con la filosofía y herramientas del marketing, que incluye la posibilidad de introducir en todas las carreras algunos contenidos referidos a este tema, para los futuros investigadores.

- implementar el vínculo entre las Facultades de Economía y los diferentes grupos de investigación.

- implementar los vínculos entre todas las universidades y entre estas y MERCADU.

- preparar a los integrantes de las oficinas de transferencia de tecnologías.

- definir o ampliar las funciones para los elementos que participan en la ejecución del modelo propuesto.

El Centro Internacional de La Habana (CIH), como se planteó anteriormente, forma parte de este sistema, pero su actividad está dirigida esencialmente al servicio de consultoría. Su relevancia está en la manera en que hace transferencias de tecnologías vinculadas a los procesos de dirección de la ciencia y a la solución de los problemas precompetitivos vinculados al corto plazo.

## Referencias


Andino, M. **Un modelo de vinculación universidad-empresa en Cuba y experiencias de su aplicación: El Centro de Estudios de Tecnologías de Avanzada.** IBERGECYT’97. GECYT, La Habana, 1998.

Aparecido, S. **Nuevas formas de vinculación universidad-sector productivo: Experiencias con incubadoras y parques tecnológicos latinoamericanos.** CINDA. Colección Ciencia y Tecnología No 38. Santiago de Chile, 1994.

Brisolla, S.N. y Sáenz, T.W. **Consideraciones y propuestas sobre la innovación tecnológica en América Latina: innovando a la política de innovación**. IBERGECYT’97. GECYT, La Habana, 1998.

Biblioteca de Manuales Prácticos de Marketing. **Instrumentos de análisis del Marketing Estratégico.** 1995.

Boda, A. **La transferencia tecnológica universidad-empresa. Una experiencia cubana.** Rev. Cub. Educación Superior No 3, CEDES-UH, 1995.

CINDA/PNUD. **Manual para la gestión de proyectos de investigación con participación académica y empresarial.** Proyecto CHI/87/034. Gestión Tecnológica.

CITMA. **Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.** Dir. Política Científica y Tecnológica. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana,1995

Conesa, F., Fernández, I. y Gutierrez, A. **Evolución del papel de las oficinas de transferencia de resultados de investigación en el sistema español.** IBERGECYT'97. GECYT, La Habana, 1998.

Cruz, I. **Fundamentos del marketing.** Documento interno. MES, La Habana, 1998.

Dean, J.C. **Desarrollo, innovación, universidad y sector productivo: las transformaciones en marcha.** Programa CYTED, 1995.

Dos Santos, S. **Nuevas formas de vinculación universidad-sector productivo: Experiencias con incubadoras y parques tecnológicos latinoamericanos.** CINDA. Colección Ciencia y Tecnología No 38, Santiago de Chile, 1994.

García, E. **Surgimiento y evolución de la política de ciencia y tecnología en Cuba (1959-1995).** IBERGECYT'96. GECYT, La Habana, 1996.

Kotler, P. **Fundamentos de mercadotecnia.** Prentice-Hall Hispanoamericana. C. México, 1994.

Lambin, J.J. **Marketing estratégico.** Mc Graw-Hill. C. México, 1991

Martinez, C. **Desarrollo de los modelos de vinculación universidad- sector productivo.** CINDA. Colección Estudios e Informes. Santiago de Chile, 1993.

Medellin, E. **Transferencia de Tecnología de la Universidad al sector productivo.** IBERGECYT'96. GECYT, La Habana, 1996.

PCC. **Resolución Económica.** V Congreso del Partido Comunista de Cuba. La Habana, 1997.

Sebastián, J. **La cooperación científica y tecnológica como instrumento para la integración en América Latina.** IBERGECYT'96, GECYT, La Habana, 1996.

Schnarch A. **Nuevo producto. Estrategias para su creación, desarrollo y lanzamiento**. Mc Graw Hill, C. México, 1991.

Solleiro, J.L. **Gestión de la universidad–sector productivo. México.** CINDA. Colección Ciencia y Tecnología No 34. C. México, 1990.

Thibaut J.P. **Manual de diagnóstico en la empresa.** Ed. Paraninfo S.A., Madrid, 1994.

Villosiada, J. **Hacia una nueva planificación estratégica del sistema público de innovación: sus implicaciones en la cooperación universidad-empresa y en el empleo.** IBERGECYT'98. GECYT, La Habana, 1999.

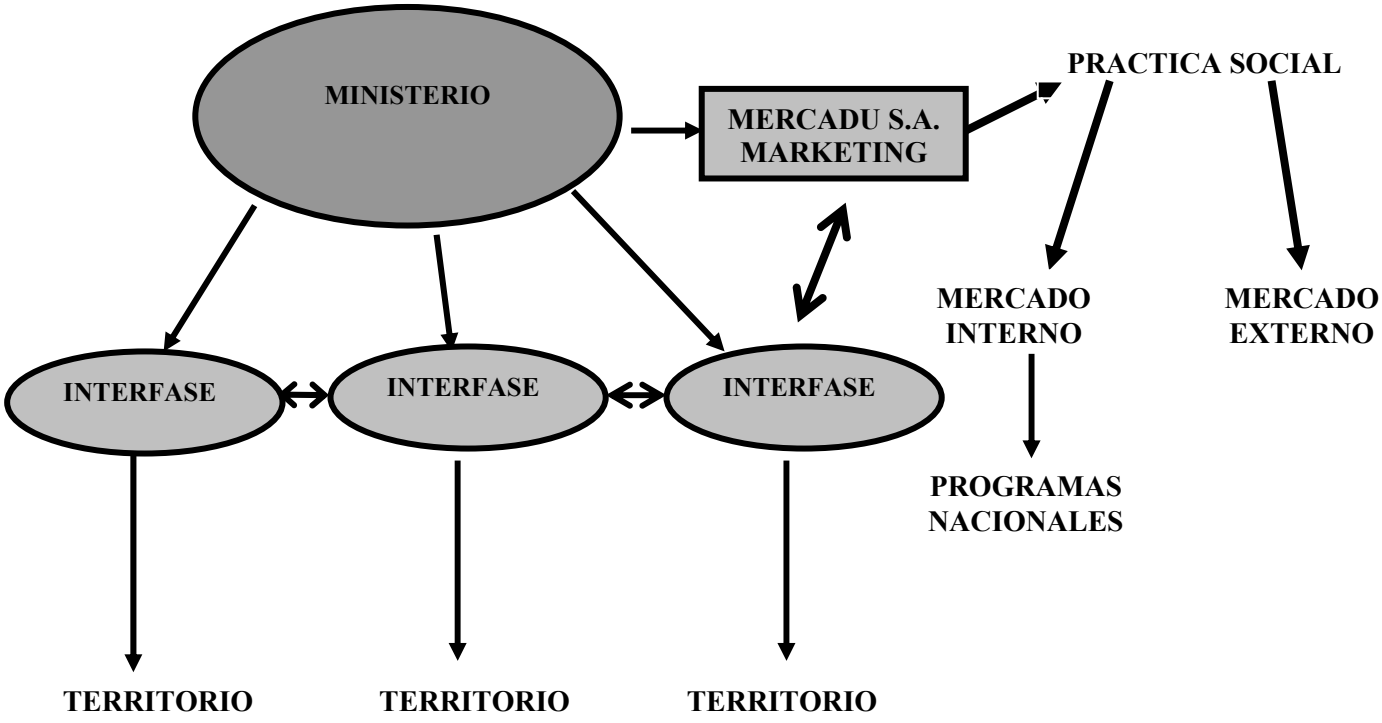
**ANEXO 1**

# ACTORES DEL SISTEMA DE INNOVACIÓN

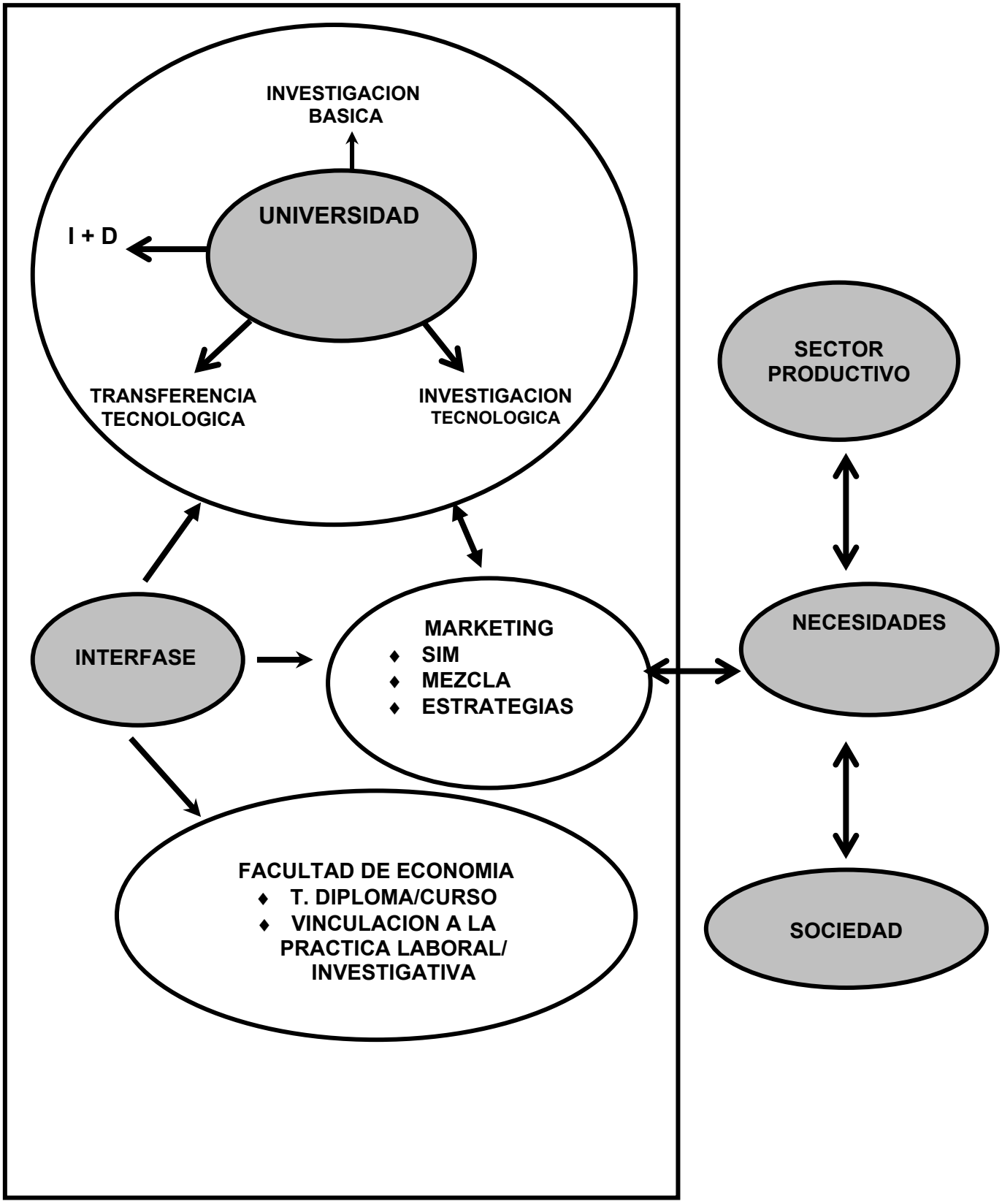



Fuente: Villosiada (1996)

## ANEXO 2


MINISTERIO
MERCADU S.A.
MARKETING
PRACTICA SOCIAL
MERCADO
INTERNO
MERCADO
EXTERNO
INTERFASE
INTERFASE
INTERFASE
PROGRAMAS
NACIONALES
TERRITORIO
TERRITORIO
TERRITORIO

**ANEXO 3**


INVESTIGACION BASICA
UNIVERSIDAD
I + D
TRANSFERENCIA TECNOLOGICA
INVESTIGACION TECNOLOGICA
SECTOR PRODUCTIVO
INTERFASE
MARKETING
SIM
MEZCLA
ESTRATEGIAS
NECESIDADES
FACULTAD DE ECONOMIA
T. DIPLOMA/CURSO
VINCULACION A LA PRACTICA LABORAL/ INVESTIGATIVA
SOCIEDAD

# GESTION DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR

***Boris Tristá Pérez***
***Universidad de la Habana***

**Desarrollo del vinculo universidad-sector productivo**

Los procesos de transferencia de tecnología son relativamente recientes para las Instituciones de Educación Superior (IES).

Por una parte, la cultura académica con respecto a la investigación privilegiaba el avance desinteresado del conocimiento y la satisfacción en el reconocimiento de los colegas, sin tener en cuenta posibles impactos sociales o económicos.

Por otra parte, los sectores empresariales aún no habían reconocido al conocimiento como un factor de competitividad, entre otras razones por el costo relativamente bajo de la fuerza de trabajo, los límites geográficos de los mercados y la distancia temporal que separaba cualquier descubrimiento científico de su aplicación en la práctica social.

Con la conclusión de la II Guerra Mundial no sólo se produce una extensión notable de los mercados, sino que además, la contribución de la Ciencia y la Tecnología al esfuerzo bélico de los países beligerantes resaltó las posibilidades del conocimiento para la industria y los servicios.

Por supuesto, la dinámica de vinculación entre la universidad y la empresa se manifestó de distintas maneras de acuerdo con el nivel de desarrollo de cada país.

En los países desarrollados, las empresas comenzaron a desempeñar un papel más activo en la búsqueda de aportes del conocimiento a sus beneficios que, en particular, fueron aprovechadas por las universidades privadas más atentas a las demandas del mercado que las públicas.

En el caso de América Latina, la relación universidad-empresa comienza una primera etapa a finales de los años '50, estrechamente vinculada a los criterios básicos del modelo desarrollista.

Esta primera etapa, a la que algunos autores denominan "vinculacionismo", se caracterizó por la centralización de la responsabilidad por la interacción en las unidades de investigación, a diferencia de las experiencias de los países desarrollados donde la dinámica productiva distribuyó las responsabilidades.

La idea subyacente era que el relacionamiento exitoso de las unidades científicas con las unidades de producción derivaría en un desarrollo tecnológico autogestionado.

Una de las característica del "vinculacionismo" fue su circulación por carriles informales. No se tendió a crear unidades que, exclusiva y explícitamente, dieran cuenta de la relación con el sector productivo, sino que distintas dependencias académicas, grupos de investigación o docentes individuales entablaron con el "exterior" relaciones espontáneas y descentralizadas.

Es de notar que la mayor parte de los desarrollos industriales generados se orientó a la satisfacción de la demanda realizada por las empresas del Estado. La venta y prestación de servicios al sector privado se restringió, normalmente, a tareas de control de calidad y resistencia de materiales.

Por esta razón, las actividades de "vinculacionismo" no se orientaron, en términos generales, por fines económicos. Antes bien, se trató del cumplimiento de compromisos ideológicos o políticos-económicos, sociales o nacionales.

El accionar de las IES respondía a una visión caracterizada como ofertista (*science push*), donde la generación de conocimientos se hacía a partir de prioridades definidas internamente, sin participación de agentes de la producción, o en otros términos, la generación de una oferta tecnológica local, pero a diferencia de los países desarrollados, sin una demanda local como contrapartida concreta para esa oferta.

Por otra parte, el proceso por el cual, en mayor o menor grado, pasaron los países latinoamericanos, se caracterizó por la incoherencia entre la política explícita de Ciencia y Tecnología y la política implícita. Esta última, derivada de las determinaciones de las políticas económicas, industriales, etc., y generalmente cortoplacistas, apuntaba a un estilo de desarrollo que implicaba una considerable dependencia tecnológica. El objetivo de generar rápidamente desarrollo económico y modernización era visto como preferentemente realizable a través del flujo de capital y la transferencia de tecnología asociada con la radicación de empresas transnacionales.

Esta vía de desarrollo tecnológico generó la posibilidad de que, tanto las empresas extranjeras como las locales, prescindieran de la vinculación con las instituciones locales de Ciencia y Tecnología. De ese modo, "vinculacionismo" y transferencia de tecnología resultaron elementos netamente excluyentes. El deseo de estimular el desarrollo tecnológico funcionó en detrimento de la producción local de tecnología.

Es importante destacar que las críticas realizadas en aquel momento a la política de transferencia, partían de una visión mecanicista del cambio tecnológico, en el sentido de que el desarrollo local de tecnología era visto como sustituto de la transferencia de tecnología. No se percibió de forma suficientemente clara la complejidad de los procesos de innovación.

En conclusión, el "vinculacionismo" universitario chocó contra las lógicas de las trayectorias tecnológicas de los sectores productivos locales. El intento aislado de la universidad no alcanzó a revertir el comportamiento tecnológico de las empresas. La disposición unilateral no fue suficiente para alterar las lógicas dominantes de los actores económicos en los modelos de acumulación vigentes durante el período.

Las limitaciones del "vinculacionismo" clásico dieron lugar a la aparición, a finales de los años 80, de una nueva ola de intentos vinculacionistas (“neo-vinculacionismo”) que intentaban responder, en mayor medida, a los avances de la teoría de la innovación.

A diferencia del modelo anterior, el neo-vinculacionismo no cuenta, en principio, con la iniciativa estatal para la realización de estos cambios. El mercado reemplaza a las directivas gubernamentales en el direccionamiento de la actividad.

En tanto el vinculacionismo postulaba -a partir del modelo lineal de innovación- la funcionalidad de unidades "mediadoras" de difusión entre universidades (generadoras de saberes científicos) y empresas productivas, en el neo-vinculacionismo -de raíz sistémica- las interacciones deben ser directas. Las universidades pueden -o deben, en los planteos más radicalizados- dejar de actuar como proveedores gratuitos de conocimiento de libre difusión, para pasar a ser un actor más en el proceso de privatización del conocimiento, a través de la realización de *joint-ventures* y de la patentización y cobro de derechos por el resultado de la investigación por ellas realizada.

El neo-vinculacionismo plantea, por tanto, la necesidad de un grado mayor de formalización de las interacciones universidad-empresa.

La primera manifestación de esta relación fue expresada ya en los '60, dentro de la matriz del paradigma, aún lineal, *demand pull,* para luego complejizarse a partir de estudios de innovaciones intraplanta, y arribar a fines de los '80, a modelos sistémicos, interactivos.

En las teorizaciones evolucionistas, el *locus* de la innovación es la firma. La vinculación con el mercado otorga a las empresas una particular dinámica innovativa, a partir de la búsqueda de mayor competitividad. Las universidades y los institutos de investigación del Estado configuran un entorno necesario para subsidiar esa dinámica. En las conceptualizaciones más abarcativas, esas instituciones se interrelacionan en redes, o conformando "sistemas nacionales de innovación".

La centralidad de las producciones *science-based* en la nueva configuración económica llevó la atención hacia las relaciones entre las unidades productivas y los centros de I+D. De la calidad de la interacción inter-institucional dependería la competitividad y el éxito o fracaso en el mercado globalizado. La adecuación de las estructuras universitarias a las demandas del sistema productivo genera, como contrapartida, un flujo de fondos que permitirá la gestación de "círculos virtuosos" y "sinergismos". Tanto las empresas como las universidades perciben los beneficios del cambio, las primeras, al verse favorecidas por una mayor competitividad, las segundas, al integrarse a la sociedad a partir de un "nuevo contrato social". Una de las expresiones más difundidas de esta concepción es el modelo "Triple Helix", según Etzkowitz en 1994 y 1995.

Estos planteos trajeron aparejadas propuestas para un redireccionamiento (en algunos casos planteado como "revolucionario") de la actividad universitaria. Desde

esta perspectiva, la estructuración vigente (llamada "tradicional") de las unidades académicas se juzgaba inadecuada para responder a los desafíos de la innovación.

El punto de partida fue que la institución debía responder al mismo tiempo y con excelencia, a demandas diversas, para lo cual debía tener en cuenta que los requerimientos operacionales para el desarrollo de investigación básica, I+D, educación de pre y postgrado convencional y educación continua, son diferentes en aspectos tales como:

- Grupos de clientes distintos en cuanto a sus expectativas, necesidades, demandas y marcos de tiempo.
- Diferentes tipos de relaciones con los clientes.
- Diferentes grados de predictibilidad y rutinización de las actividades.
- Diferentes demandas al *staff* universitario, lo que puede implicar el requerimiento de diferentes juegos de capacidades para desempeñar las distintas funciones, capacidad para enfrentar la ambigüedad y el riesgo, orientación al mercado o la disciplina, etc.

Es evidente que para lograr esos múltiples propósitos era necesaria una estructura organizativa diferenciada cuyos principales elementos se muestran en la Figura 1. Estos son:

1. Un centro de disciplinas académicas organizadas en departamentos y facultades, con el propósito de procesar estudiantes de pre y postgrado y llevar a cabo investigación académica convencional.

2. Una serie de organizaciones satélites especializadas, más allá de las facultades y departamentos, que se establecen con el propósito expreso de realizar educación e investigación multidisciplinaria, explorar comercialmente la experticia académica y lograr relaciones especiales con clientes y financista.

A continuación, se presenta una consideración detallada de algunas de estas organizaciones satélite.

Unidades especializadas

La base para la creación de estas organizaciones es la idea de que los procesos académicos normales y las fronteras entre departamentos disciplinarios son menos efectivos, para los propósitos de vinculación con el sector productivo, que los institutos de investigación y laboratorios.

Se espera que estas organizaciones demuestren su capacidad de supervivencia en términos de nivel de actividad, ingresos y credibilidad académica. Sus modos de operación deben ser flexibles y deben operar en marcos flexibles, fundamentalmente sobre la base de proyectos.

Aunque estas unidades deben operar con sus propios ingresos, necesitan una inversión institucional inicial y el respaldo de la institución como garantía de calidad.

| | Naturaleza de la actividad | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Transferencia de conocimientos** | **Solución de problemas** | **Explotación de invenciones** | **Cliente de una actividad particular** | **Grado de riesgo para la universidad** | **Formas organizacionales apropiadas para realizar la actividad** |
| Producción de:<br>• Graduados<br>• Publicaciones | •<br>• | | | Estudiantes<br>Académicos<br>Pares | Bajo | Departamentos universitarios convencionales |
| Provisión de:<br>• Servicios educativos a la industria (seminarios, conferencias)<br>• Consultoría<br>• Contratos I + D | •<br>•<br>• | •<br>• | | Empleadores<br>Financistas<br>Gobierno | | - Institutos y Centros de Investigación.<br>- Unidades de vinculación.<br>- Parques tecnológicos.<br>- Centros de Investigación cooperativa.<br>- Incubadoras de empresas. |
| Actividad comercial dura<br>• Licencias de tecnología<br>• Producción | | | •<br>• | | Alto | Empresas suaves<br>Empresas duras |

Figura 1. Formas organizativas apropiadas para distintos tipos de actividad universitaria

Unidades de vinculación

La tecnología, igual que cualquier otro producto, no puede ser comercializada si no tiene un cliente o clientes interesados en su adquisición.

En el caso de los productos del conocimiento existen diversos tipos de clientes, que requieren tratamientos distintos.

El primero de ellos puede denominarse cliente espontáneo y puede ser una empresa o una agencia financista. Es el que tiene una necesidad y está interesado en buscar quién se la resuelva. Para este tipo de cliente lo principal es encontrar el lugar que le ofrezca las mayores ventajas en cuanto a costo, plazo y probabilidad de éxito, por lo que con estos clientes, deben realizarse acciones encaminadas a:

- Mostrar la capacidad académica de la institución y sus unidades.
- Presentar una imagen de logro de resultados.
- Negociar adecuadamente plazos y costos.

El segundo tipo de cliente es el de capital de riesgo, que invierte en tecnologías o productos con potencial comercial rentable. En este caso las acciones principales deben encaminarse a:

- Identificar fuentes de capital
- Identificar resultados de investigación con potencial comercial
- Negociar adecuadamente el proceso de transferencia.

El tercer tipo de cliente es el denominado inducido. Es el que hay que descubrir y convencer. Normalmente surge de acciones de vinculación básicas como consultorías, programas de educación continua o servicios científico-técnicos. En este caso, mediante estas acciones de vinculación, debe ayudársele a identificar problemas que lo convierten en un cliente espontáneo.

Aunque presentadas sucintamente, estas acciones involucran un gran número de tareas, entre ellas:

- Protección legal de invenciones;
- Promoción de productos;
- Análisis de factibilidad económica;
- Elaboración de contratos;
- Búsqueda de organizaciones financistas o capitales de riesgo,

y otras que, según demuestra la experiencia, los investigadores no quieren o no están preparados para asumir.

De ahí la importancia de crear unidades de vinculación que puedan no sólo asesorar, sino llevar a cabo muchas de estas tareas. Estas unidades no pueden ser una estructura puramente administrativa ni puramente comercial, ni pueden sustituir al investigador. Deben tener una buena capacidad de gestión y comunicación, respaldo científico y autoridad de representación. Deben inspirar confianza lo mismo al investigador que al cliente o a las organizaciones financistas.

Una forma específica de materializar esta vinculación son los denominados parques científicos.

Los parques científicos se constituyen en espacios geográficos determinados, en donde se alojan empresas de base tecnológica que interactúan con universidades y centros de investigación. Se aproximan más al concepto de un proyecto inmobiliario, que agrupa además de empresas, centros de investigación, institutos gubernamentales, empresas de servicios sofisticados y otras organizaciones.

Los parques científicos ofrecen un ambiente positivo para el desarrollo de empresas de base tecnológica. En estos casos, la proximidad con la universidad facilita un acceso fácil a la investigación y a la experticia del claustro. Al mismo tiempo, las empresas localizadas en parques científicos representan mecanismos convenientes

para la comercialización de la investigación universitaria. Además, estas empresas son fuente de trabajo de tiempo parcial para los estudiantes, así como oportunidades de consultoría para los profesores.

Sin embargo, los parques tecnológicos requieren una inversión significativa en infraestructura para ser exitosos. Frecuentemente, la magnitud de estas inversiones está más allá de la capacidad de las universidades y requiere del apoyo del Estado y los gobiernos locales en el proceso de formación de capital.

En los EE.UU. existen aproximadamente 200 parques tecnológicos afiliados a universidades, incluyendo los que están en etapas de planeamiento y desarrollo. Esta cifra constituye un incremento dramático con respecto a los 18 existentes en 1970. El rápido crecimiento del número de parques tecnológicos fue fundamentalmente un resultado de los ´80, pero su ritmo se redujo a partir de las modificaciones de la legislación impositiva en 1986, que disminuyó los incentivos financieros a los desarrollos de alto riesgo en proyectos inmobiliarios.

Los parques tecnológicos exitosos han requerido una cuidadosa orquestación entre las universidades, las comunidades y las agencias de desarrollo económico, estatales y regionales. El tiempo requerido para desarrollar completamente un parque tecnológico es de aproximadamente 20 años, y en muchos casos muestran una fase inicial muy lenta que puede durar entre 6 y 8 años. De ahí que estas iniciativas requieren inversiones en infraestructura de largo plazo y, sobre todo, paciencia.

Asociados o no con parques científicos, se pueden presentar otras dos formas de vinculación, los denominados Programas o Centros de Investigación Cooperativos y las incubadoras de empresas.

Los Programas de Investigación Cooperativos son un conjunto de grandes (multimillonarios) proyectos de investigación, basados en acuerdos a largo plazo entre una empresa o grupo de empresas con una o más universidades en torno a un tema considerado estratégico. Los Centros de Investigación Cooperativos son equivalentes a los programas, pero con una institucionalidad propia.

Las incubadoras de empresas se constituyen con el propósito de prestar asistencia en el establecimiento de nuevas empresas de base tecnológica que, en algunos casos, surgen del interés de los docentes de producir y comercializar sus propios resultados.

Para poder cumplir esta función, es preciso querer y poder mantener condiciones prefijadas y controladas, propicias para el establecimiento de nuevas empresas. Así, la incubadora de una nueva empresa trata de dar forma y sustancia, esto es, estructura y credibilidad, a empresas que se han de establecer o están recién establecidas, manteniendo condiciones controladas para ayudar a cultivar empresas nuevas. Las "condiciones controladas" incluyen cuatro tipos de sistema de apoyo: secretaría, asistencia administrativa, asistencia en medios e instalaciones y asesoramiento comercial (gestión, comercialización, contabilidad y finanzas). La incubadora procura además, ampliar las posibilidades del empresario para entablar contactos mediante afiliaciones con el sector privado, universidades, entidades públicas e instituciones sin

fines de lucro. La expectativa es que el sistema pueda tener como resultado empresas viables que generen desarrollo económico, diversificación tecnológica, puestos de trabajo, utilidades y productos que se impongan en el mercado.

Aunque ha habido algunos éxitos notables en este sentido como Hewlett-Packard y Sun Microsystems, surgidos de la Universidad de Stanford y que contribuyeron a desarrollar el complejo de computación y telecomunicaciones del Silicon Valley, la gran mayoría de las incubadoras de empresas universitarias muestra poco o ningún éxito.

Sin embargo, esta iniciativa representa un mecanismo viable para la creación de actividades de negocios y para el beneficio de la institución académica.

Empresas comerciales

Una alternativa particular de gestión tecnológica es la creación de unidades o empresas universitarias que comercializan, de forma directa, los resultados del trabajo académico, tanto en forma de licencias como de productos o servicios.

La comercialización en forma de licencias se realiza, por lo general, en las denominadas oficinas de propiedad intelectual.

Según el informe publicado en el Chronicle of Higher Education (26|1|94), 98 de las universidades de investigación líderes en EE.UU. recibieron más de 172 millones de dólares por ingresos provenientes de *royalties*.

En comparación, los derechos legales asociados con la patentización y licenciamiento sumaron 38 millones en 1992. Además, existe un retraso promedio de 5 a 7 años desde el momento en que una tecnología es patentada y se comienzan a percibir pagos de *royalties* significativos.

Por estas razones, las universidades que establecen oficinas de propiedad intelectual deben estar preparadas para invertir sustancialmente en costos de arrancada antes de recibir algún beneficio.

Es necesario destacar que la gestión efectiva de la propiedad intelectual tiene beneficios colaterales para las universidades:

- Facilita el cumplimiento de su mandato social de contribuir al desarrollo socioeconómico.
- Genera fondos industriales para la investigación.
- Complementa los ingresos de los investigadores (reduciendo así la probabilidad de que busquen posiciones mejor pagadas en la industria), asignándoles un porcentaje de los pagos de *royalties* generados por sus investigaciones.[*]

[*] En general, los profesores inventores en EE.UU. reciben entre el 20% y el 40% de los pagos de royalties, mientras que el resto se comparte entre los fondos de investigación universitarios y la escuela o departamento del profesor.

La creación de empresas universitarias, además de ser una alternativa de financiamiento, facilita una integración sistémica del ciclo investigación-desarrollo-producción-comercialización.

Sus principales problemas radican en la necesidad de comprometer fondos universitarios con este propósito, la inexperiencia institucional en actividades de producción y comercialización y el posible choque de la cultura empresarial requerida por estas iniciativas y la cultura académica tradicional.

Por esta razón, las empresas universitarias se han desarrollado al amparo de las denominadas fundaciones, que aunque vinculadas a la universidad funcionan con independencia de las mismas.

De hecho, la mayoría de las empresas constituidas en universidades latinoamericanas son más de servicios que industriales, aunque algunos productos, sobre todo los obtenidos en plantas piloto ya existentes en la institución, también han permitido generar algunos ingresos.

La experiencia cubana no ha tendido tanto a la creación de empresas como a la inclusión en los centros de investigación de las actividades de producción y comercialización, lo que ha tenido un relativo éxito para el caso de procesos de alto valor agregado, con volúmenes de producción pequeños y alta demanda en el mercado, aunque es conveniente destacar que estas iniciativas no han estado exentas de los problemas relacionados anteriormente.

**Experiencias del neo-vinculacionismo en América Latina**

Es posible percibir en América Latina, durante la última década, una serie de cambios en la orientación de la política científica y tecnológica. En muchos países de la región aparecen intentos de dinamizar la relación entre unidades de investigación y unidades productivas, en un marco estratégico diferente del que caracterizó las políticas estatales durante las décadas del '60 y '70.

Las diferentes iniciativas apuntan a generar sinergias inter-institucionales en aras de una mayor competitividad de las unidades productivas en un mercado globalizado. Con este fin, se ha promovido la gestación de polos y parques tecnológicos e incubadoras de empresas, por una parte, y se han creado líneas de crédito para el fomento de la innovación, por otra.

Sin embargo, el análisis de algunas de las experiencias concretas parece colocar en tela de juicio la viabilidad de estas iniciativas latinoamericanas. Por ejemplo:

a) En un estudio sobre 5 casos de intentos de gestación de polos tecnológicos en Brasil, según Gomes (1996), radicados en las ciudades de Campina Grande, Sao Carlos, Sao José dos Campos, Florianópolis y Campinas, se llegó entre otras, a las siguientes conclusiones:

> "...los resultados de la investigación de campo apuntan a señalar la fragilidad político-institucional y la vulnerabilidad de las iniciativas, y los modestos

resultados presentados por esas instituciones en cuanto a sus objetivos: creación y fortalecimiento de empresas de base tecnológica" (p. 127)

"Las evidencias empíricas presentadas apuntan a la existencia de limitaciones de carácter estructural en esos intentos, hecho que los obliga a desempeñar un papel mucho menos expresivo para la promoción del desarrollo local/regional de lo que comúnmente se procura atribuir" (p. 111).

"No obstante el entusiasmo inicial, se verificó a lo largo del tiempo un proceso de desgaste, que resultó en un menor compromiso y la dilución de la representatividad institucional de las unidades de coordinación" (p. 119).

"Las iniciativas presentan una baja capacidad de movilización y coordinación institucional" (p. 121).

"El Consejo Nacional de Investigación, después de fomentar la estructuración, a mediados de los '80, de cinco entidades de coordinación de polos tecnológicos, no creó instrumentos apropiados de acompañamiento y evaluación de las iniciativas. Muchas de ellas fracasaron" (p. 124).

b) En un estudio sobre el Programa Nacional de Parques Tecnológicos del CONICYT, en Venezuela, Palacios (1996) concluye:

"El Programa Nacional de Parques Tecnológicos no fue concebido bajo la realidad científica, técnica, financiera y económica del país" (p. 54).

"...inexistencia de condiciones básicas y determinantes que posibilitaran el desarrollo de los Parques Tecnológicos" (p. 54).

"...insuficiente cultura tecnológica para el diseño y elaboración de este instrumento de Política Tecnológica" (p. 56).

En cuanto a las experiencias individuales, el informe señala:

- Parque Tecnológico de Sartenejas (PTS)

"...se han generado problemas de financiamiento para la construcción de la infraestructura donde funcionaría la unidad de gestión; insuficiente capacidad científico-técnica instalada para responder a las demandas del sector productivo. Estos problemas están aunados con la poca claridad de misión y objetivos" (p. 56).

- Parque Tecnológico de Barquisimeto (PTB)

"...ha sido uno de los parques que ha mostrado mayor desarrollo, claro está, con una modalidad de funcionamiento particular, ya que sus objetivos están enfocados solamente a la realización de actividades de consultoría y asesoría. En este sentido, la concepción inicial de esta propuesta estuvo fundamentada en el desarrollo de la capacidad científica, técnica y productiva del sector industrial de la región. (...) este parque desarrolla sus actividades más hacia consultorías y asesorías que hacia la asistencia técnica a las empresas mediante las capacidades existentes en las universidades de la región" (p. 57).

– Parque Tecnológico de Mérida (PTM)

"Se han realizado innovaciones incrementales con el grupo de tecnología biomédica del CITEC (...). También se ha logrado producir una gran cantidad de unidades (500) hasta el año pasado de productos biomecánicos y de instrumentación (...). Otro aspecto a mencionar, y quizás el más relevante de estas conclusiones, es el referente a la relación del CITEC con el parque Tecnológico de Mérida. Si bien es cierto que este centro de innovación se constituiría en una semilla para la incubación de empresas de desarrollo tecnológico del parque, se puede observar en el presente que el mismo realiza sus actividades con aportes de la Universidad de Los Andes (...). El CITEC sigue funcionando en la ULA y no en instalaciones del PTM (...). Persiste la confusión desde el punto de vista legal y práctico que tiene actualmente el CITEC frente a los objetivos del Parque Tecnológico de Mérida" (p. 58).

"...a la par de no existir un tejido industrial en la región que demande los productos del CITEC, el PTM intenta comercializar los mismos en el resto del país, aparentemente con algo de éxito" (p. 59)

c) En México, el Centro para la Innovación Tecnológica (CIT) de la Universidad Autónoma de México (UNAM) cerró su ejecución 1996 habiendo logrado concretar sólo cuatro contratos de transferencia de tecnología (en 1995 fueron sólo dos): un equipo para obtener y analizar líquido ruminal y orina, un amplificador de oleaje mediante resonancia, una columna de flotación de minerales y un sistema para controlar el acceso de personal mediante código de barras (Secretaría de Transferencia de Tecnología, 1996, pp. 3 y 4).

d) En un análisis de los programas surgidos en los '90 para la promoción de la actividad innovativa en Argentina, Chudnovsky y López (1996) especifican:

– Subprograma Innovación Tecnológica SECyT-CONICET

"Este Subprograma -que involucra aproximadamente U$S 86 millones- tiene por objeto vincular los centros de investigación con las empresas productivas y financiar proyectos de desarrollo científico y tecnológico presentados por instituciones públicas del sector. Comprende: a) subvención, con retorno en caso de éxito, a proyectos de innovación tecnológica efectuados por Unidades de Vinculación (W) con aval empresario (proyectos de vinculación tecnológica – PVT); b) subsidio a proyectos de I+D (PI+D) a cargo de institutos del CONICET, con transferencia inmediata de resultados al sector productivo y evaluación económica positiva. Recientemente se realizó la primera convocatoria de proyectos en el marco de este programa, encontrándose en marcha el proceso de evaluación. El contraste entre ambas líneas no pudo ser más notable: mientras que para los PI+D se registraron alrededor de 500 presentaciones -muestra de la notable avidez de fondos que existe en las instituciones de C y T-, para los PVT sólo se anotaron 7 proyectos." (pp. 56 y 57).

– Fondo de Riesgo Compartido (FRC)

"El FRC brinda apoyo financiero a las actividades de I+D, transferencia de tecnología y asistencia técnica requeridas por empresas, preferentemente PYMES, realizadas por institutos o grupos de investigación del CONICET -o jurídicamente relacionados con él-, con administración de las W. La primera convocatoria se realizó en 1994, sin que se presentara ningún proyecto". (p. 57)

**Consideraciones finales**

En concordancia con las determinaciones globales del modelo neoliberal de Estado, la función de promover la generación de saber científico e innovaciones tecnológicas escapa del ámbito estatal para insertarse en una problemática esfera público-privada. El Estado latinoamericano avanzó en la última década en la línea de restricción de su función de C & T. Tres indicadores muestran esto claramente: a) no se tendió a la creación de nuevas instituciones; a lo sumo se fragmentan sectorialmente las ya existentes; b) el presupuesto de los sistemas de I+D nacionales se encuentra en estado estacionario; c) se están instrumentando políticas de desestatización de unidades de I+D. Estas últimas reflejan con claridad el nuevo sentido común. Las instituciones desestatizadas que resulten funcionales al sistema lograrán una exitosa vinculación con las unidades productivas que, como contrapartida, financiarán su actividad; por lo tanto, sobrevivirán. En el caso de aquellas que no logren hacerlo, se deberá interpretar que si el mercado no las sostuvo, se debió a que no eran funcionales, y si no eran funcionales, no existía justificación para gastar en ellas. El Estado aparece así como un protector del dinero de los contribuyentes. Esta lógica -por simplista, poderosa- resulta difícil de responder en sus propios términos.

Para el nuevo patrón de intervención, ya no son los institutos públicos de investigación o los centros de I+D de las empresas estatales, los elementos que irían a propiciar, mediante su acción de interfase, la anhelada vinculación entre universidad y empresa. Siendo la empresa misma el nuevo *locus* de la innovación, se exime al Estado de realizar políticas activas de C&T; cuando más, se le asigna un papel de facilitador.

La implementación del neo-vinculacionismo implica en la práctica, la aparición de dos epifenómenos: a) la supuesta existencia de una nueva fuente de financiación para la investigación universitaria es utilizada como argumento, por parte de los gobiernos, para no realizar mayores inversiones; b) frente a la indefinición de políticas globales de investigación generadas por las propias universidades, la demanda de las empresas implica el direccionamiento de las mismas hacia objetivos de corto plazo y, normalmente, escasa trascendencia. Apoyar iniciativas neo-vinculacionistas también resulta funcional al nuevo patrón de intervención. La universidades pasan a comportarse con la lógica de -y pueden ser tratadas como- unidades productivas privadas. Esta política tiende a presentarse como "única alternativa viable" al viejo problema de la utilidad social de la investigación universitaria, tomando a la universidad como única responsable de una relación que, en realidad, la excede largamente.

La creación pragmática de incubadoras de empresas o polos tecnológicos, justificada por el viraje ideológico librecambista de los '80, deja sin responder -o delega a las "fuerzas naturales del mercado"- cuestiones ya abiertas en el modelo ofertista-vinculacionista de los '60-70. ¿La sola presencia de las incubadoras es condición suficiente para generar un ciclo de innovaciones autosustentado? ¿La generación de mecanismos de interfase por parte de universidades es condición necesaria y suficiente para un relacionamiento exitoso entre unidades académicas y empresas? ¿Las experiencias son compatibles con la lógica del contexto socio-económico? O de otro modo, ¿son viables los experimentos neo-vinculacionistas latinoamericanos, fuera o aún en contra de una política sectorial, industrial o económica que los ampare?.

El intento de transducción de teorías explicativas de experiencias extra-regionales a las concretas condiciones de la realidad latinoamericana presenta no pocas dificultades, máxime si se tiene en cuenta que la matriz de la teorización a transducir es sistémica. En el planteo "racionalista" de Triple Helix, cualquier gobierno con cualquier set de empresas puede interactuar con cualquier set académico. Esto no deja de ser lógico, dado que Etzkowitz genera su análisis a partir de sistemas económico-productivos que presentan elevados índices de interacción y convergencia de intereses. Si se pueden presentar experiencias exitosas en los países industrializados integrados al mercado mundial, esto se debe a que, en realidad, las relaciones universidad-empresa se insertan en lógicas globales de los modelos de acumulación en las que resultan funcionales. Es más, si en los últimos años se ha acentuado la atención sobre esta relación en particular, esto responde a la percepción de que la competencia entre esos países demanda una aceleración del ritmo de innovaciones. Y aún más, si los gobiernos intervienen más acentuada y explícitamente sobre la dinámica de generación de innovaciones, es porque perciben que los mecanismos inductores del mercado son insuficientes para direccionar la actividad.

Pero en la transducción latinoamericana, cabe preguntarse si estos gobiernos pueden interactuar con estas empresas para generar relaciones sinérgicas con estas universidades.

Las "exitosas experiencias utilizadas" provocan, en el medio local, cierto grado de fascinación y entusiasmo. En las visiones pesimistas, se presentan como la única salida viable para las economías subdesarrolladas en el marco de la globalización.

Tal vez por esto, en los análisis neo-vinculacionistas locales la atención se centra en el único actor de la "triple hélice" sobre el cual parece posible actuar, el más permeable, el más "racionalizable": la universidad. En la práctica, el neo-vinculacionismo estratégico coloca como "punto de partida" de la reestructuración productiva la "revolución académica".

En un estudio realizado por el Instituto Internacional de Planeamiento Educacional de la UNESCO sobre este vínculo, en países de Europa Occidental, se reconoce que los gobiernos han creado a nivel nacional o transnacional, programas que estimulan, financiera o fiscalmente, la creación de estructuras universitarias adecuadas para cooperar con la empresa. Asimismo, han facilitado el acceso a recursos

financieros para proyectos conjuntos en algunas áreas de la investigación aplicada y han aportado su cooperación a la renovación de los programas de enseñanza. Por último, han eliminado los obstáculos y restricciones legales al trabajo que realiza en el exterior, el personal de la educación superior, así como las actividades comerciales en las IES.

Al mismo tiempo, este estudio reconoce insuficiencias significativas en las IES. Entre ellas:

- Las unidades de vinculación todavía no son plenamente reconocidas por la mayoría de los profesores-investigadores, y corren el riesgo de encontrarse marginadas de los centros académicos de decisión. Además, asumen tareas de gestión rutinarias (tales como firma de contratos, gestión de propiedad intelectual, etc.) que han terminado prevaleciendo sobre las iniciativas más dinámicas de comunicación.

- Existe reticencia por parte de los profesores, pues la investigación aplicada es considerada menos prestigiosa que la investigación básica. La cooperación con las empresas se subestima frecuentemente y raras veces se la toma en cuenta para la promoción profesional.

- El carácter interdisciplinario de muchos proyectos de investigación aplicada ha sido, y sigue siendo, una dificultad que la mayoría de las IES deben superar.

Evidentemente las instituciones de enseñanza superior latinoamericanas deben evolucionar, pero ¿en este sentido, exactamente? ¿Según esta normativa? Aún concordando con la idea de que las universidades pueden realizar un aporte sustancial al desarrollo socio-económico, parece necesario preguntar ¿el cambio de las universidades será condición necesaria y suficiente?, ¿se tratará, simplemente, de generar un "cambio de actitudes", de gobierno y empresarios? o, en cambio, ¿se trata de la existencia de condiciones estructurales socio-político-económicas que determinan esas actitudes lo que hay que cambiar? De ser esto último ¿de qué serviría la alteración aislada de la universidad? o, mejor aún ¿qué resultados sinérgicos es posible esperar de la adecuación de las universidades a las condiciones socio-político-económicas de las empresas que actúan dentro de las fronteras de las naciones latinoamericanas?

Dadas estas alternativas, parece evidenciarse que en el neo-vinculacionismo subyace un alto grado de voluntarismo. ¿La racionalidad de los actores económicos locales admite hoy lo que rechazaba en otro formato? ¿por qué el neo-vinculacionismo lograría la generación de sinergismos con las trayectorias tecnológicas de las firmas locales?

Asumiendo un papel de subsidiariedad, que en la distribución de tareas de la doctrina liberal se le adjudica al Estado, la universidad debería tomar la iniciativa cuando el capital privado no se encuentra en condiciones de hacerlo. En la transducción local de los *links* de los complejos productivos de los países desarrollados, la responsabilidad de la universidad se expande desde la investigación básica hacia los prototipos industriales.

Paradójicamente, el neo-vinculacionismo, en lugar de promover un modelo interactivo de innovación, tiende a reiterar en la práctica las condiciones ofertistas del modelo lineal de innovación.

La cuestión de generar relaciones sinérgicas universidad-empresa no puede ser abordada bajo el supuesto de que dos cajas negras, gobierno y empresas, fueran a comportarse del modo deseado, convergente con las dinámicas que se impriman sobre la universidad, el único actor en acción.

No se trata de desestimar las posibilidades que genera la interacción de la universidad con el sector productivo, sino por el contrario, de dimensionarla a fin de generar “círculos virtuosos” reales; o en otros términos, de evitar su sobredimensionamiento mítico. La relación universidad-sector productivo es sólo un recorte conceptual de una realidad compleja, útil en términos analíticos bajo la condición de no olvidar que no es "el" proceso real.

# PERFECCIONAMIENTO DEL MODELO DE I+D EN CENTROS DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA UNIVERSITARIOS

*Rodrigo Ronda Martínez*
*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria*

## Introducción

Declarar que los centros de I+D deben tener un conocimiento profundo de la rama de actividad económica donde ellos actúan puede parecer, a primera vista, una perogrullada. Sin embargo, muchas veces se reduce esta necesidad a un estudio puntual de mercado para ver la factibilidad de introducir un determinado resultado. Pero lo que se pretende es poner en un sitio adecuado la necesidad de indagar sobre las características estructurales de la rama y cómo se dan o se introducen en ella los cambios tecnológicos. Como respuesta a estas necesidades las instituciones de investigación en América Latina están orientando sus programas de I+D hacia las demandas actuales, potenciales y futuras del mercado de productos y tecnologías. O sea, se ha pasado a los modelos de I+D basados en la demanda, en contraposición al modelo ofertista que tradicionalmente ha existido.

Por tanto, un modelo de I+D no es más que un modelo de solución de los problemas científicos de una organización. Se caracteriza en lo esencial por una organización por proyectos, con una orientación al cliente y al financista y por un balance positivo costo–beneficio. Además, implica una transferencia de conocimientos y/o tecnologías desde una óptica interdisciplinaria. Este modelo es la base del proceso innovador de cualquier organización.

Se define la “gestión tecnológica” como la gerencia proactiva y sistemática de todos los factores, acciones y herramientas asociadas con la adquisición o generación del conocimiento en la entidad, desde el momento inicial de concepción de un proyecto hasta la optimización de la participación del producto en el mercado.

La determinación de demandas tecnológicas, o “prospección tecnológica”, es un concepto que se ha introducido en la Gestión de Ciencia y Tecnología debido a la maduración de la investigación científica, a la declinación de los recursos financieros disponibles para la investigación y al crecimiento de las demandas por resultados que justifiquen las inversiones que se realicen. La prospección es pues, una técnica de planificación usada para ampliar la base de información disponible en la toma de decisiones. En este contexto, se define la “gerencia de proyectos” como el conjunto de actividades orientadas a ciertos fines y objetos aunados, a cambios transformacionales y de dirección, para el mejor desenvolvimiento de entidades y empresas.

Tradicionalmente la administración ha tenido una constante preocupación por la “eficiencia”, concebida como la habilidad para minimizar el uso de recursos en el logro de los objetivos organizacionales. Pero si bien la eficiencia es condición necesaria para la supervivencia y desarrollo de la organización, no es condición suficiente, puesto que

la organización está interrelacionada con su entorno altamente cambiante. La experiencia muestra que el éxito y la supervivencia a largo plazo de las organizaciones dependen mucho más de los progresos de la "eficacia", concebida como la habilidad para determinar objetivos apropiados, que de su eficiencia.

Los instrumentos de apoyo a la gestión tecnológica se dividen en apoyo a la gestión productiva y apoyo a las funciones de generación del nuevo conocimiento, los cuales están dirigidos a la identificación, evaluación y análisis de los principales problemas y hacia el desarrollo de aptitudes para solucionar los mismos, con recursos propios o externos. El desarrollo de estas capacidades, el análisis de problemas y la identificación de sus soluciones son, sin duda, la función medular del proceso de mejora continua y deben conducir a la generación de conocimientos.

En el presente trabajo se presenta el desarrollo de un proyecto dirigido a la instauración de un Sistema de Gestión de Proyectos en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), con el objetivo de obtener resultados más integrales y competitivos en la actividades científico-técnicas.

**Resultados**

Etapa 1. Diagnóstico de la situación actual

A partir de una capacitación a la Alta Gerencia (CAG) sobre Gerencia de Proyectos, se acordó la creación de una comisión para analizar la situación del modelo de I+D en el centro, integrada por investigadores de todas las áreas y especialistas de otras importantes actividades. Se capacitó al equipo en las técnicas de trabajo en grupo y sobre aspectos conceptuales de los modelos de I+D, sus elementos principales, el lugar que ocupan en el proceso innovador y sus principales características. El trabajo partió de plantearnos cuatro preguntas que nos permitieran hacer un diagnóstico del estado actual de nuestro modelo de I+D. Las preguntas fueron:

1 - ¿Existe o no un modelo de I+D en nuestro centro?
2 - ¿Está ese "modelo" basado en la oferta o en la demanda?
3 - ¿Hacemos en el centro lo que realmente debemos hacer?
4 - ¿Estamos bien?

Como resultado de la reflexiones hechas en torno a estas preguntas se llegó, en resumen, a las siguientes conclusiones fundamentales:

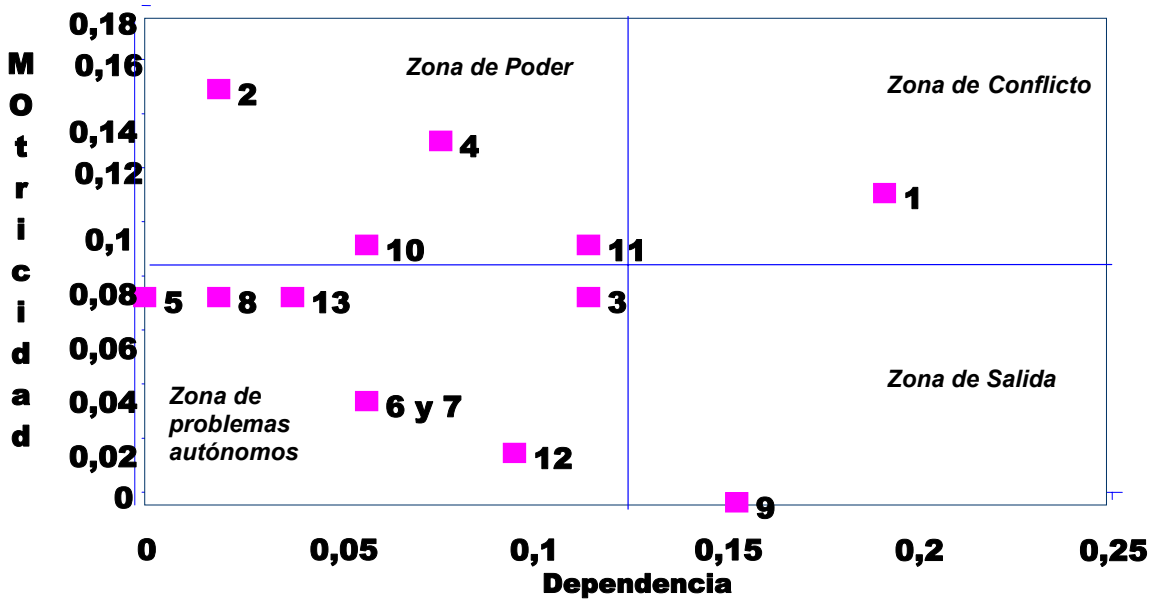
1 - El centro no cuenta con un modelo sistémico de I+D. Existen un conjunto de elementos que deben formar parte del sistema pero están dispersos.
2 - Las demandas muchas veces son subjetivas.
3 - No hacemos lo que realmente debemos hacer.
4 - Tenemos que cambiar.

A través de un ejercicio de tormenta de ideas, se identificaron los principales problemas que están provocando la situación actual de nuestro sistema de investigación-desarrollo, identificándose inicialmente 46 problemas, los cuales se sometieron a dos procesos de validación, teniendo en cuenta cuales podían estar contenidos en otros, sin perder de vista el significado de cada enunciado, de manera de poder tenerlos presente a la hora de definir las acciones a realizar para su solución, así como aquellos problemas en cuya solución pudiéramos nosotros incidir, siendo

descartados aquellos que escapaban a nuestra capacidad de solución. Como resultado de esta validación, quedaron definidos 13 problemas. Estos fueron:

1. Poca búsqueda y aprovechamiento del financiamiento.
2. Deficiente organización por proyectos.
3. No orientación al mercado.
4. Pobre identificación de las áreas de liderazgo.
5. Incultura de negociación y colaboración.
6. Múltiples actividades científicas y administrativas.
7. Baja explotación comercial del personal científico.
8. Deficiente evaluación del rendimiento científico.
9. Insatisfacción de las necesidades personales.
10. Atraso tecnológico en infraestructura e ICT.
11. Pobre utilización de las herramientas de la propiedad intelectual.
12. Pocas investigaciones básicas orientadas.
13. Actividad de apoyo que no satisface las necesidades de la investigación.

Con estos problemas identificados, se definió en el equipo de trabajo una matriz de relaciones, a partir de la dependencia entre los mismas. Los resultados de esta matriz de relaciones se introdujeron en un sistema automatizado (Mic-Mac), el cual ofrece el grado de Motricidad y el grado de Dependencia de cada variable y, a partir de estos, establecer las prioridades de los problemas identificados. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:




En la Zona de Poder se agrupan los primeros problemas que se deben resolver; la Zona de Conflicto comprende los problemas más complejos, pues tienen una alta motricidad, pero a la vez una alta dependencia y se deben resolver en segundo lugar. La Zona de Problemas Autónomos reúne aquellos que se deben resolver de manera independiente, pues tienen bajas motricidad y dependencia. Por último, la Zona de

Salida comprende los problemas que deben estar resueltos al resolverse los anteriores, por tener alta dependencia y baja motricidad, y si no están resueltos, entonces son los últimos.

De acuerdo a este sistema, el orden de solución es el siguiente:

| Orden de solución | Enunciado general | Motricidad | Dependencia |
|---|---|---|---|
| 1 | 2. Deficiente organización por proyectos | 8 | 1 |
| 2 | 4. Pobre identificación de áreas de liderazgo | 7 | 4 |
| 3 | 11. Pobre utilización cultura propiedad intelectual | 5 | 6 |
| 4 | 1. Poca búsqueda y aprovechamiento del financiamiento | 6 | 10 |
| 5 | 10. Atraso tecnológico en infraestructura e ICT | 5 | 3 |
| 6 | 3. No orientación al mercado | 4 | 6 |
| 7 | 8. Deficiente evaluación del rendimiento científico | 4 | 1 |
| 8 | 5. Incultura de negociación y colaboración | 4 | 0 |
| 9 | 13. Actividad de apoyo no satisface necesidades de la investigación | 4 | 2 |
| 10 | 7. Baja explotación comercial del personal científico | 2 | 3 |
| 11 | 12. Pocas investigaciones básicas orientadas | 1 | 5 |
| 12 | 6. Múltiples actividades científicas y administrativas | 2 | 3 |
| 13 | 9. Insatisfacción de las necesidades personales | 0 | 8 |

A partir de estos resultados, se elaboraron las acciones para resolver los problemas identificados en el orden de prioridad establecido. Durante la definición de las acciones para las cuatro primeras problemáticas, la Comisión pudo constatar que dichas acciones iban a permitir resolver también gran parte de los problemas restantes. Por tal motivo, el equipo identificó acciones para los demás problemas sólo en el caso que su solución no estuviese contenida en las acciones ya planteadas. Se elaboró un documento con todos los resultados y acciones propuestas y se presentó al CAG para su aprobación.

Las principales acciones, entre otras, estuvieron dirigidas a:

- Establecer el flujo del proceso de trabajo con los proyectos.
- Definir los criterios de evaluación de los proyectos.
- Establecer la organización por temas y definir las áreas de liderazgo.
- Garantizar el flujo de información sobre proyectos a los directivos.
- Creación de carteras de proyectos
- Crear equipo de evaluación de proyectos
- Garantizar capacitación y actualización en aspectos de Propiedad Intelectual.
- Establecer el sistema de evaluación por rendimiento.

Etapa 2. Diseño de un modelo sistémico de innovación tecnológica

Esta etapa responde a uno de los principales problemas identificados. Se realizó la estructuración de un Sistema Integrado de Gerencia de la Investigación-Desarrollo en el CENSA, que permitiera establecer la manera de organizar, abordar, controlar y evaluar la actividad científica en nuestra organización, de manera de lograr una mayor eficiencia y eficacia en la solución de los problemas científico-técnicos que demanda el entorno.

El Sistema se sustenta en tres principios básicos:

- El Proyecto, como unidad básica fundamental, imprescindible, para la ejecución de cualquier investigación en el centro.
- La Gerencia de Proyectos, como elementos modernos, relacionados, integrados y necesarios de trabajo con los proyectos.
- El CENSA, como organización a cuyos intereses responden las diversas áreas y líneas.

El Sistema concibe la clasificación de los proyectos siguiendo los criterios más generalizados de la literatura, y como está conceptualizado en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica cubano, en tres grupos:

| | |
|---|---|
| Creación científica, básicos o estratégicos | Dirigidos a alcanzar un determinado nivel de conocimiento. No necesariamente relacionados directamente con la obtención de un producto o servicio. |
| Desarrollo tecnológico | Orientados a la obtención de nuevos productos o procesos para su comercialización |
| Innovación tecnológica | Orientados a la producción, aplicación o mejoramiento de productos o procesos. |

A partir de esta clasificación, se plantea establecer en el centro tres Carteras de Proyectos. Una que contendría los proyectos que darán origen a productos, otra con los proyectos que darán origen a tecnologías y una tercera con proyectos de carácter básico que no tienen definido aún su salida productiva o de carácter estratégico que sólo contienen la parte básica del proyecto en cuestión, la cual no debe sobrepasar el 20 % del total de proyectos. Esta unión conceptual de proyectos permitiría, entre otras cosas, a la Alta Gerencia poder manejar, relacionada y tempranamente, las direcciones perspectivas de producción y comercialización del centro.

Un aspecto fundamental del Sistema es la estructuración de toda la base documental normativa, como sub-sistema del Sistema General de Aseguramiento de la Calidad (SGAC) del centro. Hasta el momento están elaborados los Procedimientos Normalizados de Operación (PNO) para:

- la elaboración y presentación de Proyectos de I+D:

Establece el contenido, formato y responsabilidades en la elaboración de los proyectos de I+D, tomando como referencia las diversas metodologías establecidas por distintos organismos nacionales e internacionales.

- la evaluación de Proyectos de I+D:

Establece los métodos, criterios y responsabilidades en la evaluación de los proyectos. Esta depende del tipo de proyecto (básico, de desarrollo tecnológico y de innovación tecnológica) y el momento en que se realice (ex - ante, durante y ex – post).

- la elaboración de Libretas para el Registro de Datos Primarios en una Investigación:

Regula la actividad de recogida de datos primarios durante una investigación cuando esta se ejecuta en libros o libretas de trabajo. Estos datos garantizarán la reproducción de un trabajo por parte de un especialista de la temática.

- la elaboración de Protocolos Generales de Proyectos de I+D, Servicios y otras Investigaciones:

Establece el contenido, formato y responsabilidades que deben establecerse en los Protocolos de Investigación, preparados como parte de proyectos de I+D aprobados o de cualquier trabajo experimental a realizar en el centro.

- la interfase investigación–producción en el desarrollo de un nuevo producto:

Establece la metodología general a seguir para la introducción de un nuevo producto en una línea de producción con vistas a apoyar la Gestión de la Calidad de la Organización y cumplimentar exigencias de los organismos reguladores nacionales.

- el Sistema de Gestión de la Innovación tecnológica:

Establece toda la gestión relacionada con los proyectos del CENSA. Describe las partes, formato y responsabilidades que integran el Sistema para la Gerencia de Proyectos y comprende la elaboración, presentación, selección y evaluación sistemática y final de proyectos; además, define las funciones, evaluaciones y responsabilidades de los Temas. Adicionalmente, contiene el flujograma del ciclo de vida de los proyectos desde la generación de la idea hasta su culminación (Anexo 1).

El SGAC establece la creación de una Comisión Central Evaluadora de Proyectos, que es la responsable de los análisis de factibilidad técnico-económica, la cual propone al CAG la aprobación, inclusión en alguna de las carteras, priorización o no aprobación o cancelación de los proyectos evaluados. Dicha Comisión definió los indicadores cuantitativos para la evaluación de los proyectos con destino a productos y con destino a tecnologías. El nuevo modelo fue presentado y aprobado por el Consejo Científico y el Consejo de Alta Gerencia del centro como Sistema Interno de Gestión de Innovación Tecnológica.

Etapa 3. Análisis de las principales líneas de investigación del centro

Otro de los principales problemas detectados fue la pobre identificación de las esferas de liderazgo de la organización, por lo que se acordó revisar las principales líneas de investigación y sus objetivos concretos de trabajo para los próximos años. En este sentido, se creó un grupo de trabajo del Consejo Científico del CENSA para que realizara un estudio de las diferentes líneas de trabajo existentes y propusiera al Consejo los Temas Fundamentales de investigación. Este equipo de trabajo definió los principios orientadores del trabajo, que fueron:

- La utilización de fuentes de información interna y externa.
- Los problemas para la investigación como lo esencial, no las disciplinas aisladas.
- Tomar como base para el análisis de la áreas de liderazgo:
  - la demanda social .
  - los recursos con que se cuenta.
  - el nivel de competitividad.

Se definieron cuatro fuentes de información para el análisis, que fueron:

. las entrevistas a líderes científicos del centro,
. las entrevistas a representantes de organismos y líderes externos,
. la evaluación de las líneas actuales y
. la literatura internacional

Se realizaron entrevistas a 13 líderes científicos internos, seleccionados a través de una encuesta a investigadores y especialistas, con el objetivo de identificar las áreas de liderazgo actuales, potenciales y futuras de la organización. Se efectuaron además entrevistas a directivos, representantes de varios organismos nacionales (Ministerios de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, de Agricultura, de Educación Superior, del Azúcar, de la Industria Alimentaria, del Instituto de Medicina Veterinaria y del Centro Nacional de Sanidad Vegetal) y a diferentes personalidades científicas del país. Además, se estudiaron varios documentos que recogen la proyección estratégica de varios organismos relacionados con nuestra esfera y otros del Instituto de Medicina Veterinaria y del Ministerio de Economía y Planificación. La información internacional fue tomada de bases de datos nacionales e internacionales y analizada en dos sentidos: actualidad de lo que hacemos y tendencias actuales de la ciencia.

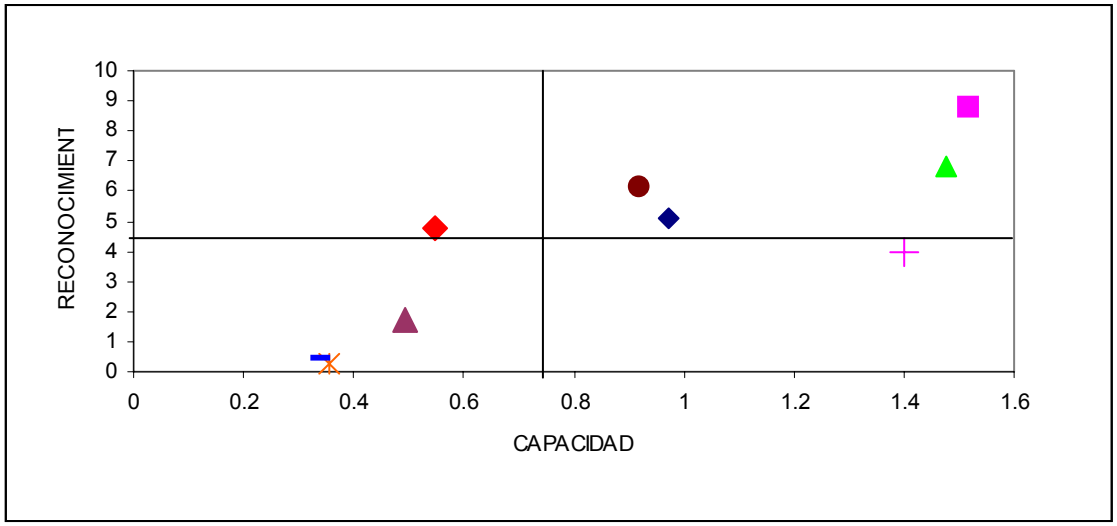
Para efectuar la evaluación de las líneas existentes, se desarrolló un método que consideró 14 indicadores de “salida”, agrupados en dos categorías, buscando integración para facilitar su análisis:

- CAPACIDAD (tomada como una medida interna)
- RECONOCIMIENTO (tomada como una medida externa)

Se efectuó una ponderación de los indicadores dentro de cada índice, teniendo en cuenta el nivel en que se obtuvo (centro, nacional o internacional) y su fuerza (Patente, Premio o Publicación).

En el cálculo del Índice de CAPACIDAD se tuvieron en cuenta, el Total de Investigadores, los Investigadores de Categoría Superior, los Doctores en Ciencia, el Total de Proyectos Nacionales contratados y de Proyectos Internacionales en ejecución. Para el cálculo del Índice de RECONOCIMIENTO se tuvieron en cuenta las Patentes obtenidas, los Premios provinciales, nacionales e internacionales recibidos, las Generalizaciones en ejecución y los Artículos publicados en revistas nacionales, en el extranjero y en revistas de AFI.

Se consideraron las 9 líneas de investigación existentes entonces y se tomaron los datos de los últimos 5 años , los cuales se procesaron en un sistema computarizado, obteniéndose, entre otros resultados, la siguiente expresión gráfica:




Los mejores resultados los presentaron las líneas de Medicamentos, Diagnóstico Animal y Vegetal, Calidad de la Leche y Vacunas Veterinarias, y los peores resultados, las líneas de Gerencia de Salud, Marcadores en Plantas y Reproducción

Con toda la información disponible, el equipo trabajó en su análisis e integración, se definieron las principales esferas y se estableció la matriz DAFO, así como las recomendaciones para cada una y los responsables de cada tema, lo que fue presentado y aprobado por el Consejo Científico del CENSA. El Consejo consideró utilizar cada dos años el modelo de evaluación propuesto en el análisis de los temas aprobados.

Los temas establecidos fueron:

1. Diagnóstico y control de enfermedades exóticas en animales.
2. Diagnóstico y control de enfermedades exóticas y cuarentenadas en plantas.
3. Producción y calidad de la leche.
4. Gerencia de salud animal.
5. Caracterización y manejo de enfermedades y plagas de cultivos agrícolas.
6. Desarrollo y evaluación de medicamentos veterinarios y de uso humano.
7. Vacunas veterinarias.

En los meses posteriores, cada uno de los temas presentó en el Consejo Científico del CENSA, sus objetivos a corto y mediano plazo, y ya a partir del año 2000, el balance científico anual en el Consejo Científico se efectúa en base a dichos temas. Se creó un Consejo de Temas, presidido por la Directora General e integrado por los Jefes de Temas, la Directora de GITPI y el Jefe del Grupo de Gestión de la Innovación Tecnológica. Este Consejo tiene la responsabilidad de trazar las políticas y las estrategias relativas a la actividad de Ciencia y Técnica que se presentarán al Consejo Científico.

Etapa 4. Evaluación del desempeño de los investigadores

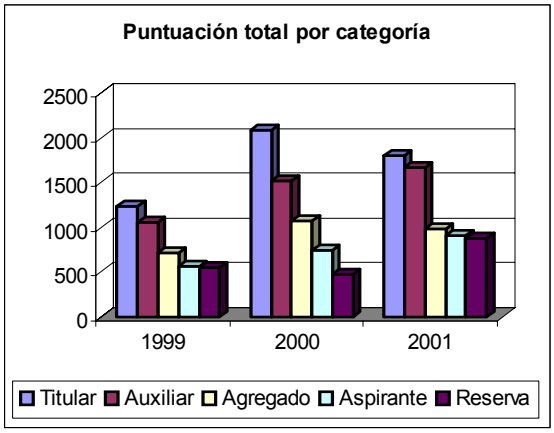
Esta fue otra de las acciones concebidas en el diagnóstico inicial. Se definieron aquellos indicadores que repercuten, en mayor o menor grado, en los resultados

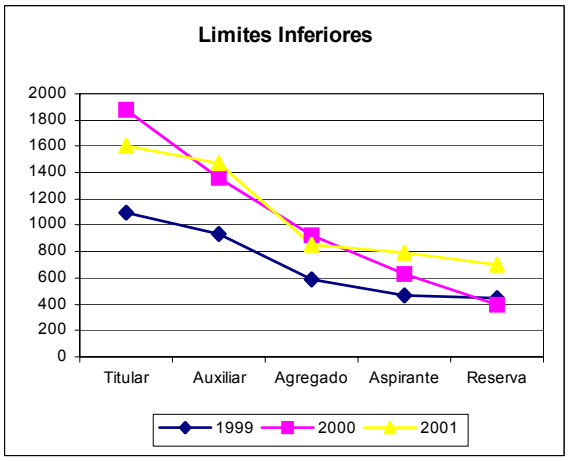
científico-técnicos. Se tomó la experiencia de otros centros, en particular del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), así como de la literatura internacional. Estos indicadores se organizaron en 6 grandes grupos que fueron:

- Producción científica
- Otros indicadores de la productividad científica
- Otras actividades científicas
- Superación postgraduada
- Participación en tribunales, consejos y comisiones
- Responsabilidades científicas, administrativas y políticas

Los valores asignados a cada indicador en particular (Anexo 1) corresponden a la unidad de la actividad en cuestión, por lo que la puntuación total sería el valor de la unidad multiplicado por la cantidad de unidades. La puntuación en cada indicador es de todo o nada. La evaluación es cuanti-cualitativa, en la que los elementos cuantitativos que aquí aparecen, aunque no son los únicos a tener en cuenta, son la base para la misma.

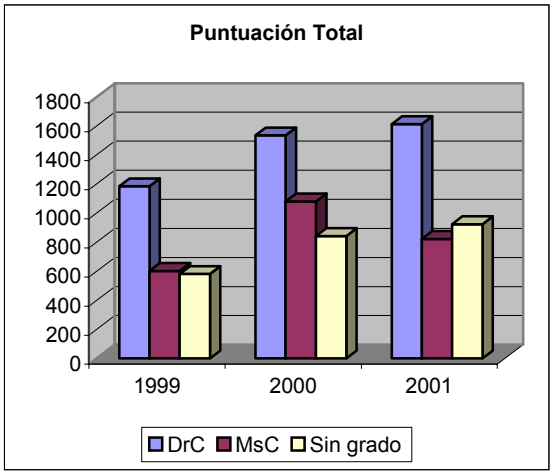
Este sistema se validó por primera ocasión en la evaluación del año 1999. Los resultados se analizaron en el CAG, definiéndose realizar una segunda validación con la evaluación del año 2000. Con los resultados del primer año, se efectuó un análisis de varianza por mínimos cuadrados, el cual mostró efectos altamente significativos ($P<0,0001$) de la Plaza o Categoría Científica, del Grupo Institucional y del Grado Científico ($R^2$ = 87%). El comportamiento de la puntuación total en los tres años utilizados, fue el siguiente:

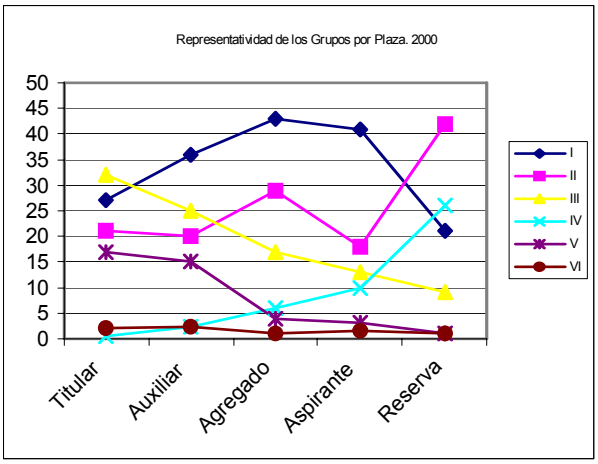



Como se observa, el comportamiento de los años 2000 y 2001 es superior al de 1999. El comportamiento por plaza muestra la misma tendencia, aunque con algunas similitudes en las categorías inferiores, debido a que hay muchos investigadores con categoría de Agregado, pero que aún ocupan plaza de Aspirante, con altas puntuaciones. Igualmente, se definieron en el primer año los valores mínimos de puntuación total para considerar una evaluación satisfactoria. El comportamiento de estos valores en los tres años, es el siguiente:

En todos los años el comportamiento de los Doctores en Ciencias es muy superior a las otras dos categorías, además de que es ascendente.




Además de servir para la evaluación de los investigadores, como dato de referencia, los resultados obtenidos han permitido evaluar los comportamientos de cada grupo de indicadores por Plaza y Categoría, lo que ha motivado acciones para solucionar algunos de los problemas presentados.

A manera de ejemplo, los indicadores individuales que aparecen con mayor frecuencia en la puntuación total por Plaza, en el año 2000 fueron:

- Trabajo presentado en evento nacional
- Trabajo presentado en evento internacional
- Curso o estudio de postgrado recibido
- Resultado de proyecto terminado
- Trabajo publicado en revistas nacionales
- Resultado final de etapa
- Proyecto contratado en Cuba
- Resultado parcial de etapa
- Impartición de conferencias
- Participación en servicios cientifico-técnicos nacionales
- Miembro comisión permanente
- Impartición de cursos
- Premio provincial
- Miembros secretariados y comités

Etapa 5. Desarrollo de un Sistema de Información Gerencial

Un Sistema de Información (SI) es un conjunto de componentes interrelacionados que permiten capturar, procesar, almacenar y distribuir información relevante y necesaria para apoyar la toma de decisiones y el control en una institución. El impacto de los SI está en que cambian potencialmente la estructura, la cultura, las políticas y los métodos de trabajo de una institución.

Nuestro centro, que viene introduciendo los Sistemas de Dirección como herramientas fundamentales en la consolidación de una gerencia más integrada del proceso de innovación tecnológica, se encuentra enfrascado en desarrollar una cultura y métodos de trabajo que favorezcan una real gestión de la información y el conocimiento. En este sentido, y como complemento de nuestro Sistema de Gestión de la Innovación Tecnológica, nos planteamos estructurar y desarrollar un Sistema de Información que apoye la toma de decisiones gerenciales.

Para la estructuración y desarrollo del sistema, en su primera fase, se elaboró una metodología en tres pasos que concebía la creación de los instrumentos para la recolección de los datos, el procesamiento y el análisis de la información, así como la caracterización del sistema con su estrategia de desarrollo asociada.

Se diseño y aplicó una encuesta abierta a los directivos y líderes científicos del CENSA, agrupada en tres preguntas básicas, la que fue aplicada al 55% de los Directores, Jefes de Temas, Jefes de Grupos y Líderes de Proyectos del centro, referidas específicamente, en esta primera fase, a las informaciones propias del centro. Estas preguntas fueron:

1. ¿Qué información Ud. requiere para realizar una efectiva toma de decisiones?
2. ¿Qué otra información no se corresponde con los aspectos señalados?
3. ¿Qué información Ud. genera que considere importante que conozcan los directivos del centro?

Posteriormente se realizó el procesamiento de la información plasmada por los directivos, obteniéndose las primeras frecuencias (total, por prioridad y por periodicidad). Se integraron las respuestas semejantes, observándose un total de 113 aspectos divididos de la siguiente forma:

| Frecuencia | Cantidad de aspectos | % |
|---|---|---|
| = ó > 20 | 16 | 14 |
| 15 - 19 | 10 | 9 |
| 10 - 14 | 11 | 10 |
| 5 - 9 | 17 | 15 |
| 1 - 4 | 59 | 52 |

Las informaciones mas solicitadas (= ó > 20) fueron:

| Información | 1 | 2 | 3 | Total |
|---|---|---|---|---|
| Estado y desglose de los ingresos (MN y USD) | 23 | 6 | 5 | 34 |
| Estado y desglose de los gastos (MN y USD) | 21 | 6 | 5 | 32 |
| Objetivos centrales: cumplimiento y criterios de medida | 20 | 11 | 1 | 32 |
| Calendario de eventos internacionales | 5 | 15 | 11 | 31 |
| Convocatorias de becas y sus características | 13 | 11 | 5 | 29 |
| Índice mensual de ausentismo: principales causas | 10 | 6 | 12 | 28 |
| Calendario de eventos nacionales | 0 | 16 | 11 | 27 |
| Disponibilidad técnica: situación y soluciones | 5 | 11 | 10 | 26 |
| Ofertas de cursos | 4 | 11 | 10 | 25 |
| Oportunidades de postgrado internacional | 4 | 14 | 6 | 24 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Plan y marcha de los doctorados | 7 | 8 | 9 | 24 |
| Convocatorias de proyectos internacionales | 16 | 5 | 2 | 23 |
| Plan y estado de las maestrías | 5 | 3 | 13 | 21 |
| Relación de proyectos nacionales e internacionales en ejecución | 14 | 6 | 1 | 21 |
| Convocatorias de programas de I+D | 15 | 4 | 2 | 21 |
| Convocatorias de premios y sus características | 3 | 13 | 4 | 20 |

Despúes de clasificar la información solicitada por los directivos, se definieron administrativamente los responsables de brindar la misma y se realizó con cada uno de ellos la caracterización de la información solicitada. Los elementos básicos para realizar dicha caracterización fueron los siguientes:

- ¿Existe actualmente?: si o no
- Estado de la información: manuscrita, electrónica (¿en qué sistema?) e impresa.
- Periodicidad de recogida y aparición: diaria, semanal, quincenal, mensual, semestral y anual
- Fuente de la información: ¿de dónde salen los datos?, fuente primaria, periodicidad de la fuente primaria, forma de los datos, niveles de manejo de la información.
- ¿Quién procesa la información en el CENSA?

A partir del trabajo realizado, de la bibliografía consultada y de la experiencia de otras organizaciones, se definió un plan de acciones para la estructuración de nuestro Sistema de Información, partiendo de la definición de los objetivos, principios, alcance, estrategias y bases metodológicas del mismo, y buscando la participación colectiva en su estructuración y desarrollo.

Etapa 6. Análisis de la marcha del sistema

A partir de la implantación de cada uno de los diferentes aspectos desarrollados, como acciones para dar solución a los principales problemas identificados en el diagnóstico inicial, se han ido perfeccionando los mismos en la medida de su aplicación e interacción en la práctica. A partir de la creación de los temas, se definió adoptar en la organización una estructura matricial, concebida verticalmente por las direcciones administrativas y sus correspondientes especialidades, y horizontalmente por los temas, y se definió al proyecto como el punto de integración de las diversas especialidades y temas.

Para fortalecer esta estructura matricial y perfeccionar la estructura administrativa de la organización, se creó con posterioridad un equipo de trabajo que analizó las ventajas y desventajas de la estructura administrativa existente y, a partir de entrevistas internas y externas, propuso una nueva variante, concebida esencialmente para el fortalecimiento de las especialidades y del trabajo de Gestión de la Innovación Tecnológica, la cual entró en vigor en el año 2001. En este sentido, se crearon tres Direcciones de Investigaciones, una de Aseguramiento de la Calidad, otra de Gestión de Recursos Humanos y otra de Gestión de la Innovación Tecnológica y el Perfeccionamiento Institucional (GITPI), además de las Direcciones de Producciones Biológicas, Economía y Servicios Generales-Tecnología, ya existentes.

Al año de implantada la estructura de los temas, se consideró unir aquellos de Gerencia de Salud con los de Enfermedades Exóticas en Animales, y aquellos de Enfermedades y Plagas de Cultivos Agrícolas con los de Enfermedades Exóticas en Plantas, buscando mayor concentración de esfuerzos, por lo que quedaron entonces cinco Temas de investigación. Este análisis se realizó y aprobó inicialmente en el recién creado Consejo de Temas antes de someterlo al análisis y aprobación del Consejo Científico del CENSA.

De los Procedimientos Normalizados de Operación (PNO) elaborados inicialmente, se trabaja en su segunda versión oficial, incorporando o modificando aspectos de su contenido que resultan de importancia para su ejecución. También se trabaja en el completamiento de los procedimientos necesarios para garantizar la calidad de las acciones dentro del Sistema.

En este sentido, está estructurado el Sistema Interno de Propiedad Intelectual (PI), como parte consustancial del Sistema de IT del Centro. Este define el alcance, los objetivos y responsabilidades y establece la estructura, procesos y procedimientos del mismo. Comprende 5 Procedimientos Normalizados, dirigidos a la Evaluación de los Derechos de PI, Control de la Información de PI, Solicitud de Derechos, Explotación Comercial y Capacitación. El Sistema fue protegido en el CENDA como obra científica en el año 2002.

El flujo de trabajo con los proyectos se modificó en parte al depositar la responsabilidad de la elaboración de los mismos dentro de cada tema. Se fortaleció la Comisión Central Evaluadora de Proyectos y se definieron los aspectos a considerar en el análisis de factibilidad técnico-económica de los proyectos con destino a productos.

Para evaluar integralmente el impacto y la marcha del Sistema, se desarrolló, en el año 2001, una encuesta (Anexo 3), la cual se aplicó al 44 % de los directivos y líderes científicos del centro. Los resultados de dicha encuesta mostraron con evaluación de Excelente o Bien los siguientes aspectos:

- Existe estrategia científica con objetivos priorizados
- Adecuada organización por proyectos
- Doctorados y Maestrías en correspondencia con actividades priorizadas
- Contribución al desarrollo económico y social del país

Para conocer la evolución del impacto de la aplicación del Sistema, se aplicó esta encuesta nuevamente, en el año 2002, a la misma cantidad de entrevistados de la anterior. En esta ocasión continuaron con resultados de Excelente-Bien, los cuatro aspectos señalados en la encuesta del 2001 y pasaron a este grupo, además:

- Conocimiento y uso de conceptos de Propiedad Industrial (71%)
- Investigaciones con clientes bien identificados (57%)
- Enfoque interdisciplinario y de trabajo cooperado (57%)
- Adecuada concentración de objetivos y temáticas de investigación (56%)

De manera general, la mayoría de los indicadores mejoraron su puntuación en los resultados de la encuesta del año 2002. En la misma se agregaron cuatro nuevos indicadores, cuyos resultados fueron los siguientes:

| Indicador | Excelente - Bien |
|---|---|
| Conocimiento en gestión de proyectos de líderes y directivos | 43 % |
| Nivel de información de directivos y líderes de proyectos | 60 % |
| Evaluación del rendimiento científico | 70 % |
| Adecuada proyección en los objetivos de los Temas | 86 % |

## Conclusiones

Los aspectos más relevantes del trabajo realizado se pueden resumir en los siguientes aspectos:

1. Todo el trabajo partió de un diagnóstico inicial.
2. Se realizó el trabajo en equipo, involucrando la mayor cantidad posible de trabajadores, líderes internos y externos y organismos nacionales en todo el proceso de concepción, análisis, elaboración y validación de los diferentes documentos.
3. Las acciones siempre estuvieron dirigidas a aquellos aspectos de mayor impacto.
4. El trabajo realizado permitió la preparación de directivos y líderes de proyectos en el trabajo por proyectos.
5. Se establecieron metodologías para la evaluación de proyectos, líneas de investigación e investigadores.
6. Se ha logrado un importante avance en su concepción y desarrollo como sistema.
7. Se ha contado siempre con el patrocinio de la Alta Gerencia del centro.
8. Ha constituido el inicio de una real Gestión Integrada de Proyectos en el centro.
9. Se han sentado las bases para el desarrollo de una completa Gestión de la Información y el Conocimiento en la organización.
10. Resulta necesario continuar las acciones para completar todos los aspectos de la Gestión de la Innovación Tecnológica.

Los resultados obtenidos han sido presentados en varios eventos realizados en el país y dieron lugar a una Tesis de Diplomado en Gestión de la Innovación Tecnológica y a una Tesis de Maestría.

## Referencias

1. Baker, B., Murphy, D. y Fisher, D. **Factores que influyen en el éxito de los proyectos.** Tomado de: Actividad de I+D. Enfoque empresarial . Tomo III. MINBAS, La Habana, 1997.

2. Bittel, L.R. y Ramsey, J.E. **Enciclopedia del Management.** Océano Centrum, Madrid, 1998.

3. Borges-Andrade, J.E. et al. **Planificación Estratégica en la Administración de la Investigación Agropecuaria.** Fascículo 2. Serie "Capacitación en Planificación, Seguimiento y Evaluación para la Administración de la Investigación Agropecuaria". ISNAR, Cali, 1995.

4. Campo, A. y Yesid, H. **Gerencia de proyectos de investigación.** Convenio Andrés Bello. Módulo 11. Colombia, 1996.

5. Castro Díaz-Balart, F. **Sistema de dirección integrada de proyectos de I-D en la Industria Básica cubana.** Revista Bimestre Cubana. Epoca III, No.5, 1996.

6. Castro Díaz-Balart, F. **Ciencia e Innovación: un reto de la industria cubana más allá del 2000.** Tesis de Doctor en Ciencias. La Habana, 2000.

7. Castro Díaz-Balart, F. y Tenreyro, R. **Una experiencia de perfeccionamiento empresarial e introducción de la dirección integrada de proyectos en la industria cubana.** Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. Varadero, 1998.

8. Claudon, K. y Price, J. **Administración de los sistemas de información.** 3ra Ed. Prentice-Hall Hispano Americana, México D.F., 1996.

9. Díaz, N. et al. 1997. **Gestión Estratégica del Cambio Institucional (GECI).** Fascículo 5. Serie "Capacitación en Planificación, Seguimiento y Evaluación para la Administración de la Investigación Agropecuaria". ISNAR, Quito, 1997.

10. Díaz, N., Fernández, M.A., López, J., Mato, M.A., Oliva, R.,Santamaría, J., de Souza, J. y Valle, S. **Gestión estratégica del cambio institucional.** Capítulo 5 en: Capacitación en Planificación, Seguimiento y Evaluación para la Administración de la Investigación Agropecuaria. 1997.

11. Eroles, A. **Adquisición de conocimiento y capital intelectual.** TECNOGEST, La Habana, 2000.

12. Kat, L.F. **Efectos de las tecnologías de la información.** TI Magazine, México D.F., 2000.

13. Laza, R. y Borrajo, M.L. **Como obtener ventajas competitivas por medio de la información.** Monografía. 1998.

14. Menzugato, M. y Renau, J.J. **La dirección estratégica de la empresa. Un enfoque innovador del managment.** Cap.19 en: Sistema de Información y Dirección Estratégica. 1997.

15. Parisca, S., Gómez, D., Laverde, C. y Fernández, M. **Gestión tecnológica y competitividad.** Com. Latinoam. Ciencia y Tecnología (COLCYT). Ed. Academia, La Habana, 1995.

16. Porter, M. **Donde radica la ventaja competitiva.** En: Actividad de I+D. Enfoque empresarial. Recopilación de artículos sobre innovación. 2000.

17. Rivera, G. **Administración del conocimiento, una perspectiva general.** TI Magazine, México D.F., 2000.

18. Sánchez, J.A. 1996. **Una receta para construir un repositorio analítico de información.** Soluciones Avanzadas. Xview. 4(34), 1996.

19. Séror, A.C. **International information technology transfer: A methodology and a network model.** Dept. Management, Faculté Sciences de l'Administration, Université Laval. 1997.

20. Villán, B. 2000. **Implementación de instrumentos para la gestión de la información: Reflexiones en torno a una experiencia.** Monografía. CIM, La Habana, 2000.

21. Villardefrancos, M.C. y Villán, B. **La evolución de los sistemas de información. Caso IDICT.** Monografía. La Habana, 2000.

## Anexo 1



### *1. Alcance y propósito:*

Este procedimiento establece toda la gestión relacionada con los proyectos de Investigación-Desarrollo (I+D) del CENSA. Describe las partes, formato y responsabilidades que integran el Sistema para la Gerencia de Proyectos en el centro. Comprende la elaboración, presentación, selección, evaluación sistemática y final de proyectos. Define las funciones, evaluaciones y responsabilidades de los Temas de I+D.

### 2. Responsabilidades:

La Dirección del Centro aprueba los proyectos que deben ser ejecutados, asigna recursos en los casos que entienda, cierra proyectos cuando lo estime necesario y establece las prioridades de los proyectos en marcha.

El Presidente del Consejo Científico del CENSA garantiza que se definan los Temas de I+D y las Esferas de Liderazgo del centro. Dirige la evaluación de la marcha de los Temas y de los informes finales de los proyectos de I+D.

El Jefe del Grupo de Gerencia de Proyectos tiene la responsabilidad de coordinar todo el proceso de I+D del centro, controlando la correcta marcha de este proceso, su evaluación, recopilación de información y entrega de informes a los financistas y clientes y a la Alta Gerencia del centro.

El Jefe del Tema es responsable de garantizar que se definan los objetivos de trabajo de esta línea y evaluar periódicamente el cumplimento de los mismos. Convoca a las reuniones, velando por la calidad de las discusiones técnicas. Define los equipos de proyectos relacionados con la línea de trabajo. Participa en el proceso de evaluación de los proyectos. Rinde información al Consejo Científico del CENSA de la marcha de la línea de investigación que dirige.

Los Presidentes de los Consejos Científicos Ramales son responsables de que se evalúen y aprueben los informes finales de las etapas de los proyectos de investigación.

Los responsables de las Comisiones Científicas velan por la calidad técnica de las tareas y/o experimentos pertenecientes a los proyectos que se ejecutan en su área. El coordinador de la Comisión Central Evaluadora de Proyectos garantiza su funcionamiento, la información que se rinde a la Alta Gerencia y la calidad de las evaluaciones que se ejecutan.

El Líder del proyecto tiene la responsabilidad de lograr una correcta elaboración del proyecto con la participación del grupo. Vela por el cumplimento en tiempo de la ejecución del trabajo .

## Anexo 2
## Indicadores cuantitativos para la evaluación anual de los investigadores:

| | | |
|---|---|---|
| **I** | **Producción científica** | |
| 1 | Resultado parcial de etapa | 10 |
| | Resultado final de etapa | 20 |
| | Resultado de proyecto terminado | 50 |
| 2 | Logro científico del CENSA | 100 |
| 3 | Premio sistema MES en el CENSA | 150 |
| | Premio provincial | 200 |
| | Premio nacional | 250 |
| | Premio internacional | 300 |
| 4 | Producto registrado en Cuba | 300 |
| | Producto registrado en el extranjero | 400 |
| 5 | Patente concedida en Cuba | 400 |
| | Patente concedida en el extranjero | 500 |
| 6 | Producto o tecnología en generalización | 150 |
| | Producto o tecnología en comercialización | 250 |
| 7 | Proyecto contratado en Cuba | 80 |
| | Proyecto internacional en ejecución | 120 |
| 8 | Acreditación o certificación de servicios | 100 |
| **II** | **Otros indicadores de productividad científica** | |
| 1 | Trabajo publicado en revistas nacionales | 50 |
| | Trabajo publicado en revistas en el extranjero | 80 |
| | Trabajo publicado en revistas de AFI | 120 |
| 2 | Monografía editada en Cuba | 70 |
| | Libro editado en Cuba | 100 |
| | Libro editado en el extranjero | 150 |
| 3 | Instructivo o norma aceptada | 100 |
| 4 | Trabajo presentado en evento nacional | 30 |
| | Trabajo presentado en evento internacional | 50 |
| **III** | **Otras actividades científicas** | |
| 1 | Participación en servicios nacionales | 50 |
| 2 | Asesoría y consultoría nacional | 100 |
| | Asesoría y consultoría en el extranjero | 150 |
| 3 | Tutor de trabajo de curso | 10 |
| | Tutor de diploma | 20 |
| | Tutor de Maestría | 50 |
| | Tutor de Doctorado | 100 |
| 4 | Impartición de conferencias | 10 |
| | Impartición de cursos | 25 |
| | Impartición de Diplomados y Maestrías | 50 |
| **IV** | **Superación postgraduada (culminada)** | |
| 1 | Curso o estudio de postgrado | 30 |
| | Diplomado | 40 |
| | Maestría | 100 |
| | Doctorado | 200 |
| **V** | **Participación en tribunales, consejos y comisiones:** | |
| 1 | Tribunal u oponente de diploma | 10 |
| | Tribunal de Maestría | 15 |
| | Oponente de Maestría | 25 |
| | Tribunal u oponente de Doctorado | 50 |
| | Tribunal u oponente de Forum de base | 10 |
| | Tribunal u oponente de Forum | 15 |
| | Tribunal exámenes de especialidad | 15 |
| | Tribunal otorgamiento de plazas | 15 |
| 2 | Miembro de Consejos Ramales | 20 |
| | Miembro del Consejo Científico CENSA | 40 |
| | Miembro de Consejos provinciales | 50 |
| | Miembro de Consejos Superior ACC | 60 |
| | Miembro Consejo Editorial revistas | 40 |
| | Miembro Comisión de categoría | 20 |
| | Miembro Comisión de grado | 20 |
| | Miembro Comisión organizadora eventos | 20 |
| | Miembro Comisión permanente de trabajo | 20 |
| | Miembro comisión ad hoc de trabajo | 20 |
| | Miembro Junta directiva de sociedades científicas | 15 |
| 3 | Arbitro de revistas nacionales | 30 |
| | Arbitro de revistas extranjeras | 40 |
| **VI** | **Responsabilidades** | |
| 1 | Jefe de proyecto | 20 |
| | Jefe de Tema | 25 |
| | Secretario Consejos Científicos | 15 |
| 2 | Jefe de Grupo | 20 |
| 3 | Primeros secretarios PCC, UJC y Sindicato | 20 |
| | Miembros secretariados y Comités de PCC, UJC y Sindicato | 15 |

## ANEXO 3

**Encuesta para Autoevaluación del proceso de cambio de nuestro Modelo de I+D:**

- Es para evaluar el avance del proceso de cambio de nuestro Modelo de I+D.
- La encuesta es personal y anónima.
- Sea objetivo y sincero.
- Peque por defecto y no por exceso.
- Se toma de referencia los indicadores de evaluación del MES.
- Asigne un valor a cada indicador, considerando el 4 como la mejor puntuación.

| | ***Indicador*** | **4** | **3** | **2** | **1** |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Estrategia científica con objetivos priorizados | | | | |
| 2 | Adecuada organización por proyectos | | | | |
| 3 | Las investigaciones tienen clientes bien identificados y debidamente contratados | | | | |
| 4 | Enfoque interdisciplinario y de trabajo cooperado en la ejecución de nuestras investigaciones | | | | |
| 5 | Conocimiento en gestión de proyectos de investigadores y directivos | | | | |
| 6 | Doctorados y Maestrías en correspondencia con objetivos de las investigaciones priorizadas | | | | |
| 7 | Colaboración internacional bien identificada en correspondencia con la política de prioridades del centro | | | | |
| 8 | Nivel de información de directivos y líderes de proyectos | | | | |
| 9 | Adecuada concentración de objetivos y temáticas de investigación | | | | |
| 10 | Evaluación del rendimiento científico | | | | |
| 11 | Nivel de introducción y generalización de resultados | | | | |
| 12 | Adecuadas evaluaciones económicas y de impacto en nuestros proyectos | | | | |
| 13 | Conocimiento y uso de conceptos de propiedad industrial | | | | |
| 14 | Contribución de nuestros resultados al desarrollo económico y social del país | | | | |
| 15 | Repercusión regional e internacional de nuestros resultados | | | | |
| 16 | Indicadores de publicaciones en el extranjero | | | | |
| 17 | Búsqueda del financiamiento necesario (MN y USD) | | | | |

# RESULTADOS OBTENIDOS EN LA GESTIÓN DE LAS UNIVERSIDADES AGRARIAS EN SU RELACIÓN CON EL ENTORNO SOCIAL

*Santiago Jova Aguiar[1], Olacio Milán Fuentes[2] y Francisco Benítez Cárdenas[2]*
*[1] Dirección de Ciencia y Técnica. Ministerio de Educación Superior*
*[2] Universidad Agraria de La Habana*

## Introducción

El período especial o crisis económica por la que atraviesa el país no sólo ha estimulado y promovido cambios en los elementos de la economía, sino también en el pensar y actuar de las universidades.

Esta etapa de nuestra historia contemporánea ha estado creando, de forma acelerada, nuevos paradigmas en el Sistema de Producción de Bienes y Servicios; la misma dinámica de este proceso ha obligado a las universidades a buscar nuevas formas, estilos y acciones que les permita insertarse en todo el proceso de cambio que está ocurriendo en el entorno productivo.

En todas las etapas de nuestro desarrollo económico y social, las universidades han sido centros donde constantemente se ha ido promoviendo y estimulando la participación de profesores en la producción, así como la vinculación de productores a la actividad universitaria mediante las Unidades Docentes, incorporándolos a los grupos multidisciplinarios y a la docencia postgraduada.

Un elemento a destacar en los últimos años ha sido el impulso dado a la creación de otras formas de vinculación y/o cooperación con la producción, como son las Oficinas de Transferencia de Tecnologías, cuyo nombre varía y se adecua al centro universitario que la crea, y una mayor vinculación con el sistema, de reciente creación, de extensionismo agrícola del Ministerio de la Agricultura.

Este trabajo esta dirigido a explicar las necesarias transformaciones ocurridas en nuestra vinculación con la producción y los cambios promovidos dentro y fuera del entorno universitario para lograr una mayor incidencia en la sociedad.

## Vinculación universidad-empresa

La vinculación universidad-empresa, como concepto, no es nuevo en Cuba, aunque aparecen los primeros trabajos publicados en la década de los ´90. No obstante, de diferentes formas, esta relación siempre ha sido una constante en el quehacer de las universidades y tiene su origen en la idea de la universalización de la enseñanza y, más adelante, en el concepto del vínculo docencia-investigación-producción. Pero alcanza una expresión más acabada producto del desarrollo científico de los grupos e investigadores universitarios y de las estructuras creadas al efecto.

Las relaciones actuales entre las universidades cubanas y las empresas agrícolas, si bien desde el punto de vista técnico se empiezan a estudiar y conceptualizar, no ha sido un fenómeno mutuo que se pueda ubicar en los últimos años. Podemos afirmar, y así se recoge en la literatura, que con la Reforma Universitaria (CSU, 1962) se crearon las premisas necesarias para esta vinculación.

En un articulo sobre la capacidad de innovación y el papel de las interfases, Faloh y col. (1998) señalan lo siguiente: “En el proceso de innovación, adquieren una máxima importancia las interacciones entre los agentes, los mecanismos de intercambio y la retroalimentación de la información que se crea en el propio proceso de interacción. A estas actividades se les han denominado actividades de interfases, mientras que a las entidades que la ejecutan y que acompañan a la empresa innovadora en la organización y conducción del proceso completo lo distinguiremos como organización de interfases”.

En diferentes trabajos (Faloh y col., 1998; Hidalgo, 1998; Lemes, 1998) que estudian la problemática nacional de las interfases no hay una concordancia clara al ubicar los centros universitarios y sus estructuras como elementos que cumplen con esta función. En los mismos están presente las definiciones de elementos macros donde no están explícitamente representadas las mismas, ocurriendo algo similar en los micros aunque aquí se personalizan las nuevas estructuras creadas en algunos centros como son el Centro de Estudios sobre Tecnologías Avanzadas (CETA) y el Centro de Investigaciones Hidraúlicas (CIH), entre otros.

Lemes (1998), al estudiar las “innoestructuras”, define a las universidades en su conjunto, sin particularizar su estructura y elementos integrantes, lográndose también en este caso un enfoque parcial del problema.

El elemento dinamizador de este proceso de cooperación fue, sin duda, la creación de formas flexibles de organización que permitieron vincular activamente a la universidad con su entorno productivo. Así se crearon las Unidades Docentes (UD), las Áreas de Investigación-Desarrollo (AID), y los Centros de Estudio (CE), todos con el objetivo de acercar, vincular y dar participación a los productores en el proceso de llevar los resultados de la investigación universitaria a la producción, desarrollar el postgrado y aumentar la formación del estudiante de pregrado.

Existen múltiples ejemplos de resultados llevados a la práctica en esta etapa con una alta incidencia en la producción y los servicios, tales como nuevas tecnologías de alimentación animal, nuevos conceptos en el manejo de los mismos, así como nuevas variedades de plantas.

Se puede sostener la idea y ejemplificar el hecho de que, desde hace años, en Cuba se hace gestión tecnológica (Benítez y col., 1996). Esta afirmación puede ser verificada en los resultados y logros obtenidos en áreas tan diferentes como la sanidad agropecuaria, la genética, las nuevas variedades de plantas, siendo la biotecnología vegetal y la creación, organización y desarrollo de las biofábricas, la más significativa de las tecnologías transferidas de la universidad al sector productivo, creándose incluso un concepto novedoso en este campo.

Todo esto fue logrado por la acción de las estructuras creadas en las universidades dirigidas a potenciar el vínculo universidad-empresa y al desarrollo científico de los colectivos universitarios.

No obstante las actividades realizadas por estas estructuras, las mismas no se identificaban ni explotaban intensamente como un recurso para la innovación, limitando su acción a cumplir con los compromisos establecidos por la universidad con las direcciones administrativas, según lo regulado en los reglamentos de los organismos introductores de los resultados obtenidos.

**Análisis de los sistemas de introducción**

Dentro del sector agropecuario se desarrolló un sistema de introducción de resultados, el cual cumplió su papel para la etapa en que fue creado; no obstante, existen algunos elementos que incidieron en su poca efectividad.

Este sistema fue creado partiendo de la concepción del enfoque o modelo lineal, donde se presupone que los conocimientos útiles para la producción se basan en principios fundamentalmente científicos; es por ello que el Sistema de Introducción y Generalización de Logros se sustentaba en el financiamiento estatal de las investigaciones y la posterior instrumentación de su introducción por las comisiones creadas por áreas y cultivos según lo establecido, es decir, mediante un proceso "*push*" se intentaba, y en muchos casos se lograba, la introducción y generalización de muchos resultados científicos.

En el mismo, las empresas son simples receptores de los "grandes" logros y no un elemento activo, con un rol fundamental, en la concepción del proceso de innovación

Muchos autores (Jaramillo y col., 1995; Benítez y col., 1996; Aparecido, 1998; Mejía, 1998) señalan que toda nueva concepción en esta dirección pasa por involucrar de forma activa a las empresas para lograr las adecuaciones y utilización de los resultados en sus procesos productivos.

Por tanto, la pregunta será ¿cómo enlazar estos aspectos claves tan necesarios para lograr la transformación productiva de la empresa?

La experiencia del trabajo de nuestro colectivo ha demostrado que los conocimientos científicos obtenidos, expresados en forma de resultados, tienen que ser accesibles y tener una expresión lo más acabada posible, además de existir una fuerte comunicación entre el personal de las universidades y los técnicos de la producción para así poder integrar el resultado a su política de desarrollo y estrategia de producción. Es decir, convertir al productor en un verdadero cliente de los resultados generados por la universidad, y estos, a su vez, en mercancías que deben entrar en el mercado para su comercialización, según las leyes de la competencia y la calidad.

En buena medida, la capacidad o aptitud de los elementos del entorno está determinada por la formación y actitud de las personas que lo integran, siendo decisivo para el funcionamiento de todo el sistema creado la participación de todos los elementos que lo constituyen.

Al considerar la estrategia integral de una organización y su vinculación con el entorno, esta puede favorecerse en forma importante si para el cumplimiento de su misión se le ofrecen, como parte de esas acciones de interfases, adecuados servicios de asistencia técnica.

De forma general, nuestras empresas de producción agropecuarias, con moderadas innovaciones tecnológicas, logran alcanzar en poco tiempo niveles de eficiencia y productividad, las que fueron muy afectadas por la incidencia de la crisis económica de estos años. En este sentido, podemos señalar el proceso de transferencia de tecnología que realizan centros como el Instituto de Ciencia Animal (ICA), la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EEPFIH), la Universidad de Granma (UDG) y la Universidad Agraria de la Habana (UNAH) en la ganadería cubana, los que han recibido el reconocimiento de los productores y las direcciones de las empresas ganaderas por los resultados que se observan en la producción de leche y carne.

No sólo en la ganadería se muestran resultados; también en el área agrícola centros como la Universidad Central de Las Villas (UCLV), el Instituto Nacional de Ciencias Agricolas (INCA), el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) y la Universidad de Pinar del Río (UPR) poseen reconocimientos por su aporte a la agricultura de sus provincias y nación.

Existen y han existido resultados demostrativos del aporte destacado de las universidades al sector de la producción y de los servicios que permiten una valoración positiva de las universidades; no obstante, nos referiremos sólo a los elementos estimuladores de esta actividad.

a) Forum de Ciencia y Técnica

Muchos de los artículos que se han publicado recientemente en el país sobre las interfases destacan el papel de este movimiento por su papel en la introducción y generalización de los resultados de las investigaciones.

En este movimiento de masas, las universidades agrarias han tenido un papel destacado obteniendo como promedio más de 5 ó 6 premios Relevantes en cada una de sus ediciones.

Estos resultados son el fruto de las acciones que realizan todas las estructuras de los centros, desde la base, a fin de lograr una participación destacada en cada uno de los Grupos de Cooperación existentes.

En la Tabla 1 solamente mostramos los CES cuyo potencial científico está integrado, además, por especialistas de las Ciencias Agropecuarias, como una muestra de las posibilidades que brinda este evento nacional con relación a su vinculación con el sector de producción de bienes y servicios

**Tabla 1. Resultados de la participación de profesores en el Forum Nacional de Ciencia y Técnica**

| | TRABAJOS PREMIADOS POR EDICIÓN | | | | | TIPOS DE PREMIOS[1] | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CES | VIII | IX | X | XI | XII | R | D | M E | M |
| UPR | | | 2 | | 3 | - | - | 2 | 1 |
| UNAH | 23 | 8 | 10 | 11 | 15 | 2 | 10 | 5 | 10 |
| UMCC | 3 | 9 | 3 | 4 | 3 | - | 2 | 1 | 3 |
| EPPFIH | - | 2 | - | 2 | - | - | 1 | - | 1 |
| UCLV | 18 | 11 | 9 | 11 | 10 | 2 | 8 | 4 | 7 |
| UNICA | 4 | 4 | 1 | 2 | 1 | - | 1 | 2 | - |
| UDG | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |
| CUMS | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - |

[1] R: Relevante; D: Destacado; ME: Mención Especial; M: Mención
Fuente: Archivos de la Dirección de Ciencia y Técnica del MES

El Forum es uno de esos mecanismos que involucra a estudiantes, profesores, investigadores, profesionales, técnicos, obreros y otros trabajadores en la solución de problemas de la producción y los servicios.

Tomando a modo de ejemplo la UNAH, donde laboran más de seiscientos profesionales entre profesores e investigadores y los estudiantes de las cinco carreras que se estudian en la universidad, se observa una participación activa y destacada en el Forum de Ciencia y Técnica como puede verse en la Tabla 2.

**Tabla 2. Resultados de la UNAH en las diferentes ediciones de los Forum**

| Edición del Forum | Ponencias | Soluciones |
|---|---|---|
| VII | 546 | 791 |
| VIII | 620 | 759 |
| IX | 980 | 1 017 |
| X | 727 | 2 797 |
| XI | 1 038 | 2 274 |
| XII | 1 554 | 3 471 |

Lo anterior establece un alto compromiso en los planes de resultados a obtener por el CES y en la introducción y generalización por parte de los autores de estas innovaciones, creando una situación muy favorable, máxime cuando se cuenta con los escenarios, mecanismos e interfases para su materialización.

Como un elemento nuevo del Forum surgen los Encuentros de Generalización en los Centros, Empresas y entidades, así como en las instancias municipal, provincial y a nivel de Ministerios y Uniones de Empresas, siendo la asimilación de tecnologías nuevas y la generalización de soluciones de probada utilidad el propósito especifico de estos encuentros.

Aprovechando este nuevo mecanismo creado, y vinculándolo con su red de Unidades Docentes, la UNAH, promovió Encuentros de Generalización en las empresas y comunidades donde están enclavadas las mismas.

Para esta universidad, los Encuentros de Generalización Comunitaria han sido una nueva forma de vinculación, con el sector empresarial y con la sociedad, en los territorios donde se realizan los mismos. A la vez, abren la posibilidad de evaluar el impacto que ejercen las investigaciones que se ejecutan en la rama agraria sobre la comunidad.

Los Encuentros de Generalización Comunitaria asociados a las Unidades Docentes, no sólo concretan una integración con la sociedad en cada territorio donde se desarrollan, sino también han generado otras formas de cooperación y transferencia de tecnología como son los Consultorios Agropecuarios, los Talleres de Comunicación Rural y los programas radiales que se desarrollan por las emisoras locales, relacionados con los resultados científicos del Complejo Científico Docente que constituye la UNAH.

b) Sistema AGRORED

Las universidades de perfil agrario no sólo participan de forma destacada en el Forum, sino que también se insertan en todos los sistemas y mecanismos capaces de potenciar su actividad en la transferencia de tecnologías; ese es el caso de AGRORED, sistema creado para apoyar a la ganadería vacuna mediante la transferencia de tecnología, que está auspiciado por los Ministerios de la Agricultura, de Educación Superior y de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, y donde las universidades agrarias y no agrarias participan de forma destacada.

Este sistema se sustenta en la concepción de relación docencia-investigación-producción, y su trabajo está dirigido a los productores primarios de todos los sectores. Además, la capacitación es un elemento de mucho valor dentro del sistema AGRORED por cuanto la superación de los productores y los encargados de transmitir los conocimientos definen el alcance de los resultados obtenidos. En la Tabla 3 se muestra la influencia del sistema en este sector.

**Tabla 3. Algunos indicadores del trabajo desarrollado por el sistema AGRORED**

| Año | Número de extensionistas y promotores | Lugares donde se ha accionado | | Acciones de capacitación | Número de compañeros capacitados |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Unidades | Empresas | | |
| 1998 | 865 | 1 994 | 62 | 80 | 1 413 |

Fuente: Balance del trabajo del Sistema AGRORED.

La acción de este sistema también se realizó con el sector campesino, alcanzando la cifra de 133 campesinos capacitados. Por las características de las formas de tenencia de la tierra en Cuba, el trabajo de AGRORED también se dirige a otros sectores como los Ministerios del Azúcar, del Interior y de las Fuerzas Armadas que también poseen animales.

La base principal de la capacitación son las propias tecnologías objeto de transferencia, las que han sido generadas en las universidades y los centros de investigación, y muchas de ellas premiadas en varias ediciones del Forum de Ciencia y Técnica.

La existencia de universidades en todas las provincias, con sus Unidades Docentes distribuidas en las principales empresas del país, le confiere a estas una gran fortaleza, lo que unido a sus resultados científicos y a la posibilidad de contar con otras especialidades como las Ciencias Sociales e Ingenierías, entre otras, hacen de AGRORED el medio ideal para lograr la vinculación de las universidades con el sector productivo agropecuario, y esta es la razón por la cual el MES es uno de los Organismos que copatrocina el Sistema.

**Nuevos enfoques de la relación de la universidad con el sector productivo**

La concertación de las universidades con el sector productor de bienes y servicios ha sido siempre una constante en el desarrollo de su actividad. Esto no ha sido un proceso espontáneo, sino que, por el contrario, la dirección del MES en todos sus documentos y acciones ha promovido este vinculo, y sus orientaciones han estado dirigidas a perfeccionar constantemente los mecanismos de vinculación.

Entre las acciones dirigidas en este sentido podemos destacar las que producen un flujo en las dos direcciones, es decir de la empresa a la universidad y de la universidad a la empresa. Estas son:

- Participación de representantes de las universidades en los Consejos de Dirección y los Consejos Asesores de las empresas productoras.
- Participación de los especialistas universitarios en seminarios, talleres, etc. organizados por los organismos productores.
- Prestación de servicios y asesorías para la solución de problemas concretos de la producción y los servicios.
- Difusión de conocimientos y tecnologías novedosas en las empresas.
- Poner en función de los especialistas de las empresas los Centros de Información y Documentación de los CES, directamente o por la vía de las Unidades Docentes. Esto incluye las redes y sistemas de computación de cada centro.

En paralelo con estas actividades (Forum, AGRORED, etc.), se ha comenzado a crear Oficinas de Transferencia de Tecnología en todos los CES, cada una de las cuales adopta el nombre según sus características y posibilidades y las funciones que se proponen realizar.

Estas Oficinas de Transferencia o interfases tienen como tarea la conversión en "mercancía", es decir en productos comercializables, de los logros, avances, innovaciones, tecnologías y servicios científico-técnicos que se desarrollan en las universidades

Es por ello que en el proceso de evaluación del desempeño anual de los CES se incluyen un grupo de índices que reflejan el accionar de estos en el trabajo científico-técnico y, mediante su calificación, permiten ubicar a cada CES dentro cada año del *ranking* que se confecciona. Estos índices incluyen:

- Indicadores de relevancia
- Indicadores de ciencia
- Indicadores de tecnología
- Indicadores de pertinencia
- Indicadores de impacto

Para lograr una mejor comprensión de aquellos referidos a la vinculación de las universidades con el sector de producción de bienes y servicios, nos referiremos a los dos últimos, por ser los que mejor reflejan el impacto de la acción de la universidad en la sociedad.

Indicadores de pertinencia

Se evalúan como aspectos fundamentales los ingresos que producen las actividades científico-técnicas, así como el financiamiento obtenido para los proyectos de investigación, por constituir estos una expresión del trabajo del centro dirigido a un cliente específico al cual se le han resuelto determinados problemas vinculados al proceso productivo

Indicadores de impacto

Este indicador recoge la valoración económica y social global de las actividades de ciencia y técnica desarrollados por el centro.

Para ambos indicadores, la información que se evalúa es la que suministra el cliente, o sea, la entidad que recibió el servicio científico-técnico, aplicó el resultado, fue objeto de un diagnóstico, etc., lo que permite medir, por una entidad ajena a la universidad, el trabajo realizado en el año.

Además, la propia interrelación existente entre los indicadores permite tener una visión de las acciones y gestiones realizadas por la universidad para lograr su inserción en la sociedad.

**Conclusiones**

1. Las universidades, en mayor o menor grado, han sido siempre elementos dinamizadores de la sociedad y, en especial, del entorno donde desarrollan sus actividades.

2. El sistema de control elaborado para evaluar a las universidades ha sido un elemento de estimulación para la vinculación de éstas con el sector productor de bienes y servicios.

3. Las Unidades Docentes poseen capacidad movilizativa y potencial para desarrollar actividades de impacto en las empresas vinculadas con su entorno. Esto se demuestra con los resultados obtenidos en los Consultorios Agropecuarios, los Talleres de Comunicación Rural, los programas radiales y otras actividades desarrolladas.

4. La participación universitaria en todas las formas y sistemas desarrollados para lograr una mayor incidencia de la I-D en la producción es y será decisiva como lo demuestra la participación en el Forum de Ciencia y Técnica y el Sistema AGRORED, entre otros

5. La creación en las universidades de las Oficinas de Transferencia de Tecnologías, permitirá aumentar las acciones y los resultados obtenidos en la vinculación universidad-empresa.

## Referencias


Aparecido, S. **Nuevas formas de vinculación Universidad-Sector Productivo. Experiencias con incubadoras y parques tecnológicos latinoamericanos.** Curso Nacional para Administradores de Ciencia y Tecnología, La Habana, 1998.

Benítez, F. y col. **El proceso de creación de nuevos conocimientos y tecnologías en función del cliente.** Investigación Hoy No. 73. Instituto Politécnico Nacional, México D.F., 1996.

CSU. **La Reforma de la Enseñanza Superior en Cuba.** Consejo Superior de Universidades, La Habana, 1962.

Faloh, R. y col. **Capacidad para la innovación. Papel de las interfases.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

Hidalgo, A. **Mecanismos de excelencia para la transferencia de tecnología desarrollada en la Universidad a la Industria.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

Jaramillo, L. J. y col. **La vinculación Universidad-Sector Productivo. Nuevos escenarios y oportunidades de desarrollo científico tecnológico.** Programa ICFES-TECNOS. Serie Documentos de Difusión No. 001, Santa Fé de Bogotá, 1995.

Lemes, L. **Innoestructuras en Cuba. Apuntes para un estudio prospectivo.** En: Faloh, R. y García, E. (eds.). Memorias IBERGECYT´97. Seminario Iberoamericano sobre Tendencias Modernas en Gerencia de la Ciencia y la Innovación Tecnológica. GECYT, La Habana, 1998.

Mejía, F.J. **Gestión universidad-empresa, una experiencia.** Curso Nacional para Administradores de Ciencia y Tecnología, La Habana, 1998.

# INCREMENTO DE LA COMPETITIVIDAD CIENTÍFICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS A TRAVÉS DE LA PROSPECTIVA TECNOLÓGICA DE LA REGIÓN CENTRAL DE CUBA

***Erenio González Suárez, Norberto Alonso Rodríguez, Gilberto Hernández Pérez y Angel Rubio González***
***Universidad Central de Las Villas***

## Introducción

Como se conoce, una impronta de la época es que la tecnología incide cada vez más en las posibilidades empresariales pero como se sabe, el desarrollo tecnológico está vinculado también a la incertidumbre, por lo que se requiere pasar de la perspectiva tecnológica tradicional, que no posibilitó el desarrollo, a una prospectiva tecnológica que puede interpretarse en:

- búsqueda de posibilidades,
- exploración de nuevos campos,
- localización de recursos.

El incremento creciente de las investigaciones y la disminución en el tiempo de los plazos de la aplicación práctica de los resultados científicos, va convirtiendo cada vez más a la ciencia en un instrumento fundamental para el desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad y el perfeccionamiento de la vida social en su conjunto. La expresión de esta impronta de la época se manifiesta en que la ciencia se introduce en la producción y esta, a su vez, promueve e impulsa las investigaciones (González y Guirado, 1993)). Es entonces evidente que el desarrollo de la ciencia y la tecnología está determinado en gran medida por los propósitos económicos y sociales del país. Por otra parte, en Cuba, desde mediados de la década de los 60, la investigación en las universidades comenzó a manifestarse con decisión y nitidez crecientes, haciendo buena una de las pautas más significativas de la Reforma Universitaria de 1962, que definió la promoción y desarrollo de la investigación científica como una misión básica irrenunciable (CSU, 1962). Con la creación del Ministerio de Educación Superior en 1976, se fortaleció la actividad de este sector de la educación en Cuba y, en particular, los aspectos vinculados a las formas y métodos para intensificar las investigaciones científicas en la enseñanza superior, siendo clave, en las nuevas condiciones económicas del país, perfeccionar la investigación en la educación superior.

Además de lo señalado, en la actualidad la práctica productiva plantea a la ciencia, con frecuencia, tareas que tienen un carácter estratégico y perspectivo y que exigen que la misma se adelante a la técnica y a la producción en su desarrollo, lo que sólo puede lograrse a través de un sólido potencial científico. Sin embargo, en las

condiciones de escasos recursos financieros del país, “el punto fundamental para los modestos éxitos que hayamos podido obtener en la actividad científica, ha correspondido a la piedra angular de todo el sistema, que se llama integración” (Simeón, 1996) pues, como nadie duda ya, a un científico aislado le es imposible dar respuesta a la complejidad de los problemas que la humanidad tiene que resolver, los cuales requieren de un trabajo multidisciplinario y colaborativo, lo que es un aspecto clave para el desarrollo de la política científica.

De lo anterior se desprende que, una premisa inmediata para no comprometer el retador futuro que se nos presenta, es avizorar con profundidad científica hacia donde debemos encaminar nuestros esfuerzos intelectuales, así como el destino inmediato de los escasos recursos materiales y financieros de que disponemos, de manera que garanticemos no solo el nivel de resultados científicos que demanda la economía nacional, sino, lo que es más importante, que garanticemos los cuadros científicos comprometidos con el país que se requerirán para enfrentar los retos del futuro; por ello los objetivos de la investigación aquí resumida fueron:

- propiciar una estrategia para elevar la competitividad de la Universidad Central de Las Villas, en alianza con otros Centros de Educación Superior (CES), y con ello de la Educación Superior en la región central de Cuba, mediante un desarrollo prospectivo de su actividad científica que permita determinar una Política Científica integradora de todo el potencial existente y que garantice la preparación de los CES del territorio para enfrentar las demandas científico-técnicas del sector empresarial en un futuro mediato e inmediato.

- minimizar el impacto negativo que en el desarrollo científico de los CES de la región central del país, puede tener la escasez de recursos materiales y financieros, mediante un aprovechamiento colaborativo de los recursos humanos, materiales y financieros existentes y la no duplicación de esfuerzos prospectivos.

- propiciar la disminución de los gastos investigativos totales e incrementar los resultados de la ciencia y la técnica entregados e introducidos en la comunidad por los CES de la región central, mediante una adecuada integración y racionalización del esfuerzo e impacto investigativo que ejecutan.

- elaborar y evaluar propuestas de líneas de investigaciones conjuntas que propicien un mayor desarrollo competitivo de los CES en la región central de Cuba, de forma inmediata y perspectiva.

**Metodología de la investigación**

La investigación se desarrolló combinando varios métodos de estudio, de acuerdo a las tendencias modernas de los análisis prospectivos. Así, se incluyeron varios pasos determinante para su ejecución como fueron:

1. Caracterización del territorio de influencia de la Universidad Central de Las Villas y del antiguo territorio de la otrora provincia de Las Villas, desde el punto de vista económico y social, determinando las principales realidades y tendencias de desarrollo económico y social

Este paso incluyó entrevistas a empresarios y técnicos del territorio central y de otras provincias con las cuales la Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas tiene tradicional vínculo, las que se resumen de la forma siguiente:

| **Provincia** / **Ministerio** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **Σ** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| MINAZ | 1 | 2 | 7 | 28 | 7 | 2 | 7 | 5 | 2 | 1 | **62** |
| MINBAS | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | - | 1 | 1 | - | 5 | **29** |
| SIME | 1 | 1 | 2 | 7 | 1 | - | 1 | 2 | 1 | 1 | **17** |
| MINAGRI | - | 1 | 3 | 6 | 4 | 2 | 2 | 1 | - | - | **19** |
| MINAL | - | - | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | - | - | **9** |
| MINIL | - | - | - | 2 | - | - | - | 2 | - | - | **4** |
| MICONS | 1 | - | 1 | 3 | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | **9** |
| MITRANS | 1 | - | - | 2 | - | 1 | - | 1 | - | - | **5** |
| MINTUR | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 5 | - | - | - | - | **13** |
| MICOM | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | **2** |
| OTROS | 2 | - | - | 1 | - | - |  | 1 |  |  | **4** |
| **TOTAL** | **12** | **8** | **21** | **60** | **22** | **12** | **12** | **15** | **3** | **8** | **173** |

1: La Habana; 2: Matanzas; 3: Cienfuegos; 4: Villa Clara; 5: Sancti Spiritus;
6: Ciego de Ávila; 7: Camagüey; 8: Las Tunas; 9: Granma; 10: Holguín

En las entrevistas a los directivos y encuestas sobre cada empresa se incluyeron, según la metodología empleada por Mercado (1995) en la caracterización de la industria de la química fina en Brasil, preguntas sobre la situación tecnológica y financiera, lógicamente en el ámbito territorial, importante sector de influencia de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas en su desempeño científico–técnico.

Se definieron como los principales sectores de la economía los siguientes:

- Industria de la caña de azúcar, con énfasis en la eficiencia energética, la diversificación y la protección del medio ambiente,
- Agricultura cañera, considerando la mecanización y la biotecnología,
- Agricultura no cañera, con énfasis en cultivos varios y ganadería,
- Industria mecánica, con énfasis de la de bienes de capital y electrodoméstica,
- Industria alimenticia, con énfasis en lácteos y conservas,
- Industria ligera, con énfasis en la textil,
- Comunicaciones, con énfasis en lo referente a la informatización de la sociedad y el desarrollo de softwares y sistemas de tráfico,
- Construcciones, con énfasis en nuevos materiales,

- Industria química, con énfasis en el aprovechamiento de los recursos naturales y la protección del medio ambiente,
- Turismo, con énfasis en el turismo de cultura y la protección del medio ambiente,
- Salud, con énfasis en medicamentos y equipos médicos.

2. Estudio de las posibilidades de mercados en el territorio, en el país y en el exterior para los productos de la ciencia y la técnica de que disponen los CES del territorio central

En específico, se preparó y difundió la ficha de Transferencia de Resultados y se realizó un estudio de los más de 200 logros obtenidos por la UCLV en los últimos 10 años. En el marco del Polo Científico de Villa Clara se estudiaron las demandas tecnológicas de los Ministerios de la Agricultura, Azúcar y Salud Pública y se efectuaron Talleres de Demanda y Oferta Tecnológica para estos tres ministerios. Se efectúo, con impacto en todo el territorio central, una Feria de Oferta de Conocimientos, con la participación de más de 60 empresarios y especialistas de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas y el Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarria", verificándose la necesidad de elaborar con sistematicidad Proyectos de Innovación Tecnológica con financiamiento empresarial, concretándose 53 para el territorio de Villa Clara y una proyección de 26 nuevos para el MINAZ y 12 para la EINPUD.

El análisis de la matriz DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) de las diferentes ramas de la ciencia en el antiguo territorio de Las Villas permitió verificar la importancia de las especialidades biológicas y el potencial existente de necesidades en esta dirección, con impacto no sólo en la biotecnología agrícola, sino también en la industrial, a través de la diversificación de la agroindustria de la caña de azúcar, la eventual producción de productos químicos y fármacos por vía fermentativas y la minimización del impacto ambiental negativo, entre otros.

De ahí, se definieron las Oportunidades de la UCLV de contribuir a la satisfacción de las demandas a la Ciencia y la Innovación Tecnológica, establecidas en las estrategias ramales y territoriales más importantes.

A. RAMALES.

A.1 - AGROINDUSTRIA AZUCARERA:
- Agricultura cañera:
- Estudios socio-económicos:
- Mecanización.
- Azúcar y derivados.
- Operación y mantenimiento industrial.
- Energía.

A.2 - AGRICULTURA Y GANADERÍA.
- Ganadería.
- Cultivos varios.
- Forestales.
- Café y cacao.

- Arroz.
- Cítricos y otros frutales.
- Sanidad vegetal.
- Suelos y riego.
- Mecanización.

A.3 - INDUSTRIA SIDEROMECÁNICA Y ELECTRÓNICA.

- Piezas de repuesto y equipos.
- Producción de nuevas familias de equipos agrícolas.
- Equipos y sistemas de telecomunicaciones.
- Industria automotriz.
- Programa de automatización del azúcar y el turismo.
- Producción y comercialización de software.
- Equipos médicos de diagnóstico de alta complejidad.
- Otras líneas.

A.4 - INDUSTRIA BÁSICA.

- Industria eléctrica.
- Industria del petróleo.
- Geología y minería.
- Rama química y farmacéutica.

3. Análisis de alternativas para Políticas Científicas con alianzas entre los CES del territorio que potencien la posibilidad de resultados inmediatos y a largo plazo y que incrementen la competitividad de la Educación Superior en el territorio central

Se reforzó la necesidad de la incorporación a Redes Temáticas nacionales, entre otras en lo referente a:

- Uso y producción de energía;
- Estudios de impacto ambiental y tecnologías limpias;
- Desarrollo de la biotecnología agrícola;
- Obtención de productos químicos y fármacos por vía fermentativa, extractiva o sintética;
- Desarrollo de software de diferentes aplicaciones;
- Producción de azúcares de calidades superiores y diversificación de la industria de la caña de azúcar;
- Desarrollo de equipos médicos;
- Desarrollo de materiales de soldar;
- Producción de alimento animal;
- Mecanización de la agricultura;
- Automatización de procesos industriales.

4. Análisis de alternativas de integración de los Grupos de Investigación de los CES del territorio con vistas a satisfacer con mayor rapidez el mercado territorial y nacional, así como buscar alternativas para presentar en el mercado internacional

Se consideró oportuno la organización del trabajo científico-investigativo en dos agrupaciones científicas, una dedicada a resolver un problema específico del entorno de la universidad, a lo que se le denominó Problema Económico Social, y otra encaminada al logro de soluciones científicas que puedan contribuir a la solución de uno u otro problema económico-social y que responda a la actividad científica especializada, y que se denominó Líneas Científicas. Las acciones de ambas estructuras del trabajo científico-investigativo tienen carácter cruzado y complementario entre si.

Se decidieron 13 Problemas Económico Sociales, cada uno de los cuales cuenta con un coordinador de la actividad a nivel universitario, los que se relacionan:

| No. | Título |
|---|---|
| I | Producción de alimentos |
| II | Desarrollo energético sostenible |
| III | Salud |
| IV | Medio ambiente |
| V | Sociedad cubana |
| VI | Informatización |
| VII | Industria de la caña de azúcar |
| VIII | Desarrollo constructivo |
| IX | Problemas de la educación superior |
| X | Desarrollo del turismo |
| XI | Desarrollo sideromecánico |
| XII | Problemas de las ciencias básicas |
| XIII | Defensa |

De idéntico modo se aprobaron 19 Líneas Científicas universitarias, cada una de ellas con un líder científico, que son las siguientes:

| No. | Título |
|---|---|
| 1. | Biotecnología vegetal |
| 2. | Fármacos por via sintética y natural |
| 3. | Equipos y tecnologías para el desarrollo energético sostenible |
| 4. | Sistemas eléctricos de potencia |
| 5. | Nuevos materiales |
| 6. | Pensamiento y cultura latinoamericanos |
| 7. | Comunidades |
| 8. | Gestión empresarial |
| 9 | Perfeccionamiento de la educación superior |
| 10. | Sistemas avanzados de diseño y fabricación de piezas, maquinarias y equipos |
| 11. | Modelación y simulación en la ingeniería con métodos numéricos |
| 12. | Estrategia y tecnologías para la obtención de productos químicos de alto valor agregado |
| 13. | Modelos y sistemas para el procesamiento de datos señales y conocimientos |
| 14. | Seguridad tecnológica y ambiental |
| 15. | Producción de alimentos |
| 16. | Agricultura de precisión |

17. Fisica y Matemática
18. Productos y servicios informáticos y de las comunicaciones
19. Salud mental y desarrollo personal

Cada una de las Líneas Científicas tiene, al menos, un Programa Doctoral asociado y varias Maestrías.

5. Análisis, mediante un sistema estratégico de consultorías, de las alternativas para la búsqueda de financiamiento a través de estudios e investigaciones prospectivas en beneficio de los principales sectores de la economía del territorio

Como resultado de este paso se determinó la necesidad de realizar un estudio de Oportunidades de Negocios en el territorio de incidencia de los CES de la región central de Cuba; por ello, en coordinación con el CITMA, se elaboró el Proyecto de Trabajo: "Determinación de las oportunidades de negocios en la región central de Cuba", que ha sido sometido a posibles socios comerciales en Brasil, Colombia y España. Por otro lado, se reforzó el criterio de potenciar las Oficinas de Transferencia de Tecnología, en alianza con MERCADU, como vía de comercializar el conocimiento y sus resultados, con el objetivo de financiar el desarrollo de la ciencia y la técnica.

Se realizó un estudio para el aseguramiento informativo de las principales tendencias de la Política Científica que, de la Educación Superior, demanda el desarrollo prospectivo del territorio de la otrora provincia de Las Villas, el que dio como resultado una proyección de trabajo que incluye:

- perfeccionamiento del sistema de alerta tecnológica para las actividades de máxima prioridad de la Ciencia, la Innovación Tecnológica y el Medio Ambiente.

- perfeccionamiento de los sistemas de control y protección de la divulgación de los resultados de la Ciencia, la Innovación Tecnológica y el Medio Ambiente.

- definición de las vías para el incremento y divulgación de la producción científica del territorio.

- estudios prospectivos nacionales e internacionales relacionados con las direcciones priorizadas de la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente.

- elaboración de bases de datos especializadas y actualizadas sobre las demandas de información de los Programas Científico Técnicos y los proyectos derivados de ello para las prioridades de territorio.

- programa de acciones para elevar la cultura sobre Propiedad Industrial en el territorio.

6. Coordinación con los dispositivos de Gestión y Transferencia de Tecnología de los CES del territorio, en específico en lo referente a estudios de impacto ambiental, estudios de alternativas, consultorías empresariales y aseguramiento informativo de la actividad de Ciencia y Técnica

En la persecución de los objetivos antes descritos, la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, consecuentemente con su responsabilidad dentro del Polo Científico-Productivo de Villa Clara, estableció una alianza estratégica con la Delegación del CITMA de la provincia, lo que ha permitido actuar sobre el sistema

empresarial y social con una fuerza más y visión estatal. Se llevaron a cabo acciones a fin de estructurar un sistema de interfase que facilitara la vinculación entre los centros generadores de conocimientos y el entramado empresarial; así surge el Centro para la Innovación Tecnológica (CITEC), orgánicamente dependiente de ambas instituciones, que debe actuar como un mecanismo de interfase que gestione -en el mas amplio sentido- la transferencia de resultados de la investigación y establecer las directrices tácticas para su consecución.

La Misión y la Visión de ese centro son:

***MISIÓN*****:** *Satisfacer las necesidades latentes y potenciales de servicios científico-técnicos altamente competitivos, logrados a través del procesamiento informativo, y la gestión y transferencia de conocimientos, utilizando como base la demanda del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica y del Sector Empresarial, y la oferta tecnológica existente, lo que propiciará una contribución financiera a las demandas del desarrollo del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica del territorio.*

***VISIÓN*****:** *Somos un centro de interfase y tenemos como principal objetivo la gestión y transferencia de conocimientos y tecnologías, resultantes de la acción de I+D del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica de Villa Clara, así como de otros resultados nacionales e internacionales, para elevar considerablemente la competitividad del sector empresarial y de los servicios de la provincia y el país.*

*Contamos con el personal adecuado que garantiza el tratamiento eficiente de la información para la toma de decisiones, así como la base computacional que permite el procesamiento automatizado de la misma, y la asesoría jurídica y económica en la transferencia de tecnologías y prestación de servicios científicos; además garantizamos las actividades de promoción industrial y ayuda a empresas, a través del apoyo mediante proyectos de investigación. Establecemos contactos y convenios con otras unidades de interfase en Cuba y el extranjero.*

*Realizamos actividades inherentes al marketing, la dirección, la asesoría a la gestión empresarial y la gestión ambiental, así como la gestión de la calidad y la formación de recursos humanos, a través de su vinculación con la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas y otros Centros de Educación Superior de la provincia.*

Para la solución de los problemas que se nos plantean por las empresas del territorio o nacionales contamos con el personal de alta calificación integrado al Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica en la provincia.

El Centro de Innovación Tecnológica (CITEC) ha organizado su labor a través de Gestores de Negocios, encargados de la formalización de los Proyectos de las Ideas de Negocios, su promoción, contratación, vigilancia de cumplimiento y cobro.

Cada gestor atiende uno o varios sectores productivos y establece vínculos con las entidades pertenecientes a los mismos, cuya finalidad es detectar las necesidades tecnológicas de las mismas.

Estas necesidades deben estar contenidas y acordes con la estrategia de desarrollo de la entidad y, por ende, en concordancia con los intereses del organismo nacional al cual pertenece.

A partir de la identificación de las necesidades y su posible solución, se elabora por el gestor una idea de negocios que es presentada a discusión en el colectivo técnico del Centro. Toda idea de negocio se presenta en forma de un proyecto que incluye la ficha de costo y el posible ejecutor, que puede provenir de cualquiera de los centros integrantes del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica y que se selecciona por su idoneidad para desarrollar con eficiencia y calidad la tarea que se le encomienda.

A los efectos de preservar la imagen corporativa de CITEC, todos los proyectos que se ejecutan son subcontratados, totalmente o en parte, a los Centros o Facultades ejecutoras, según sea el caso, asumiendo estas la responsabilidad del cumplimiento del subcontrato.

El Centro de Innovación Tecnológica viabiliza su actuación a través de:

1. Alianzas estratégicas con :
   - la Cámara de Comercio,
   - el Ministerio para la Inversión Extranjera,
   - otros CES del territorio,
   - la Oficina de Consultoría Jurídica del MES.
2. Encuentros con empresarios del territorio:
   - globales, para la presentación de actividades,
   - selectivos, con empresarios lideres y potenciales aliados permanentes.
3. Encuentros periódicos de Gestores de Negocios:
   - para control de negocios,
   - para Proyectos de Ideas de Negocios.
4. Proyectos de Innovación Tecnológica, tales como:
   - desarrollo prospectivo de la ciencia a partir de la evolución y el impacto del entorno social y económico,
   - caracterización de la capacidad de aprendizaje tecnológico (entrevista con los directores de empresas).

5. Desarrollo de talleres de demanda/oferta tecnológica con entidades provinciales y empresas.

6. Asesoría en aspectos de interés para las empresas, tales como la gerencia integrada de proyecto, la valoración económica de una inversión, la introducción de tecnologías más limpias y otras.

Esto incluye crear grupos virtuales con participantes de la Universidad y del CITMA a propósito de la solución de problemas en las esferas específicas de :

- Turismo;
- Eficiencia energética;

- Tecnologías limpias y medio ambiente;
- Agroindustria azucarera;
- Agricultura sostenible;
- Tecnología de avanzada y vigilancia tecnológica.

7. Análisis integral que incluye la definición de Proyectos de Investigación que garanticen tanto el alcance de un nivel científico competitivo de los CES del MES en un futuro inmediato como que propicien la búsqueda de alternativas de financiamiento de ese pretendido desarrollo

Este análisis permitió proponer al CITMA tres proyectos clave que deben ser realizados con apoyo de ese organismo, a saber :

- Centro de Innovación Tecnológica del Sistema de Ciencia y Técnica de la provincia de Villa Clara, como resultado de una alianza estratégica de la UCLV y la Delegación del CITMA.

- Determinación de las oportunidades de negocios en la región central de Cuba.

- Desarrollo prospectivo de la ciencia en Villa Clara a partir de la evolución y el impacto del entorno social y económico.

8. Determinación de una cantera alternativa de Proyectos de I+D que faciliten una acción prospectiva para lograr la competitividad de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas y los Centros de la Educación Superior del territorio en los escenarios futuros

Los resultados aquí alcanzados se resumen en un total de 114 proyectos, que involucran la formación de 265 aspirantes a Doctor en Ciencias específicas, y se desglosan en las Líneas Principales de Investigación siguientes:

- Aplicación de técnicas biotecnológicas en la propagación y mejora genética de las plantas.
- Fármacos y sus aplicaciones.
- Asimilación, desarrollo, aplicación y evaluación de tecnologías y sistemas computacionales orientados fundamentalmente a productos con alto valor agregado.
- Alternativas tecnológicas para el desarrollo competitivo de la agroindustria de la caña de azúcar.
- Desarrollo de tecnologías, equipos y sistemas para la utilización eficiente de los portadores energéticos renovables y no renovables.
- Desarrollo de nuevos diseños, tecnologías y materiales para el sector de la construcción.
- Producción sostenible de alimentos para el consumo animal y humano.
- Diseño, fabricación, mantenimiento y reacondicionamiento de piezas y equipos mediante tecnologías de punta.
- Desarrollo de tecnologías para la producción y recuperación de sustancias energéticas especiales.
- Desarrollo y competitividad del turismo.

- Pensamiento, historia y cultura latinoamericanas. Pensamiento filosófico y político. Lengua y literatura.
- Comunidades. Estrategias para su autodesarrollo.
- Perfeccionamiento de la educación superior.
- Gestión y educación ambiental.

9. Estudio en el contexto internacional de las posibilidades y requerimientos de instituciones de punta de otros países para lograr la inserción de especialistas y grupos de investigación de la región central del país en investigaciones conjuntas que posibiliten financiamiento y desarrollo a largo plazo, definiéndose por línea los intereses fundamentales

La estrategia resultante del análisis efectuado permitió recomendar :

- La inclusión en proyectos CYTED e IBEROEKA,

- La inclusión en proyectos de la Comunidad Europea,

- La elaboración de proyectos bilaterales con Alemania, Brasil, Canadá, España y México.

- Determinación una estrategia de actividades científicas, incluyendo organización y participación en eventos, publicación de artículos, libros y revistas científico-técnicas e inclusión en Proyectos Iberoamericanos que posibiliten la búsqueda de escenarios internacionales de retroalimentación científico-técnica y el financiamiento requerido del desarrollo prospectivo de la Ciencia y la Técnica en los Centros de Educación Superior del MES del otrora territorio de Las Villas. De acuerdo con el estudio se requiere:

1. La potenciación de las posibilidades de las revistas científicas de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas: ISLAS, CENTROAZUCAR y CENTROAGRICOLA..

2. La potenciación de los eventos de la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, entre los que se destacan :

A. Eventos anuales tales como:
- Conferencia de Ciencias de la Educación de la UCLV
- Conferencia Internacional de Ecomateriales
- Conferencia de Ingeniería Mecánica

B. Eventos bienales en años pares tales como:
- Conferencia de Pensamiento Latinoamericano
- Conferencia de Desarrollo Agropecuario.
- Conferencia de Química-Farmacia

C. Eventos bienales en años impares tales como:
- Simposio de Ingeniería Eléctrica
- Conferencia de Medio Ambiente. Siglo XXI
- Simposio "La Obra Humana del Che"

- Definición de una estrategia de formación de grupos y cuadros científicos que posibilite la preparación del relevo científico en cantidad y las especialidades que demandará el

futuro. Para ello se prevé fortalecer y desarrollar los recursos humanos dedicados a la actividad científico-investigativa universitaria mediante las siguientes acciones:

- Seleccionar adecuadamente los jóvenes con condiciones de liderazgo y talento científico sobre la base de su integralidad.
- Establecer y ejecutar programas precisos de superación posgraduada, con énfasis en doctorados y postdoctorados, priorizando en estos últimos los conducentes a la obtención del segundo grado científico.
- Implementar un sistema de superación para directivos y líderes científicos.
- Perfeccionar el sistema de evaluación y estimulación de la actividad de Ciencia y Técnica, tanto en lo colectivo como en lo individual, a partir de los resultados de su desempeño.
- Perfeccionar el vínculo entre la investigación y la formación de pre y postgrado.
- Incrementar el vínculo de continuidad entre las tesis de Maestría y de Doctorado del personal joven que se forma y transite por ambos niveles.
- Utilizar los programas de Maestría, Doctorado y Postdoctorado como forma de incorporar personal de alta calificación nacional y extranjero a la actividad investigativa universitaria.

**Resultados alcanzados**

- Se ha determinado una política científica consecuente con el desarrollo del entorno de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y con una visión a mediano y largo plazo en las Facultades y Centros de Investigación, con interacción entre estos últimos y los Departamentos, así como un enfoque integrador a través de las líneas científicas universitarias y la organización masiva de la actividad investigativa universitaria por proyectos.

- Se han definido las bases para una fuerte vinculación con el sector empresarial y social del territorio a través de la visión prospectiva de los resultados de la ciencia y la Técnica en plena armonía con el desarrollo de su entorno.

- Se determinaron los vínculos entre las políticas científicas de las Facultades, Centros de Investigación y de la Universidad en su conjunto y los planes de desarrollo de cuadros científicos de los CES del territorio, minimizando los gastos en su formación, y posibilitando a la vez, lograr una mayor obtención de resultados de la ciencia y la técnica e impacto en la competitividad de las empresas de la región central.

- Se ha formulado una vía para lograr un impacto más rápido de los profesores e investigadores de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas en el desarrollo técnico-económico del territorio y en la contribución del financiamiento del desarrollo de sus instituciones.

- Se formuló una propuesta de organización del trabajo científico técnico que garantiza los grandes objetivos a largo plazo de los centros de investigación y los

departamentos docentes, vinculados a la política científica, a la formación de doctores y a la contribución inmediata al financiamiento de los CES y de la propia investigación a través de proyectos de investigación internacionales, nacionales, ramales, territoriales y financiados por la dirección universitaria.

## Conclusiones

1. Es factible, dentro de la política Científica de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, el aumento de la cooperación y la integración científica entre las diferentes áreas universitarias, las que deben trabajar mancomunadamente a través de la labor de los lideres científicos y la organización del trabajo de investigación por proyectos.

2. El fortalecimiento de los Centros de Investigación existentes y la labor de los lideres científicos puede ser un importante factor de arrastre de los Departamentos y colectivos de investigación docentes hacia las tareas esenciales de la Política Científica de la Universidad.

3. El perfeccionamiento de los vínculos con el sector empresarial en la solución de los principales problemas que estos enfrentan, mediante el desarrollo de mecanismos de interfase, debe permitir una mayor precisión en la Política Científica y, con ello, el reforzamiento del trabajo científico de carácter estratégico para el desarrollo del territorio a largo plazo.

4. Para garantizar la política científica y su impacto a largo plazo en el territorio es necesario el incremento de la colaboración internacional en áreas de alto desarrollo científico y preverla en plena armonía con el desarrollo de su entorno, también a largo plazo.

5. Un aspecto decisivo en la Política Científica universitaria es garantizar la formación de recursos humanos, para lo cual se requiere el perfeccionamiento de la gestión de los mismos mediante una adecuada vinculación de los temas de Maestría y Doctorado a las líneas científicas aprobadas.

## Referencias


CSU. **La reforma de la enseñanza superior en Cuba.** Consejo Superior de Universidades, La Habana, 1962.

González, E. y Guirado, B. **Necesidad y posibilidad de investigación en la industria.** 1er. Encuentro Nacional de Gestión Tecnológica. La Habana, 1993.

Mercado, A. **Desarrollo tecnológico en la industria de química fina del Brasil. Clasificación taxonómica y determinación de una secuencia evolutiva de su capacitación tecnológica.** Fondo Editorial FINTEC, 1995.

Simeón, R. E. 1996. **Estrategia de la Ciencia y la Tecnología en Cuba.** Conferencia Inaugural de IBERGECYT´96, La Habana.

# RETOS E INICIATIVAS DE LA ACTIVIDAD DE CIENCIA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA EN EL ESCENARIO ACTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE

*Liliana Gómez Luna*
*Universidad de Oriente*

**Ciencia e innovación tecnológica**

Existe una larga tradición que limita la noción del compromiso de la universidad con la innovación tecnológica, como vía de solución para los problemas sociales y fuente de ingreso de recursos financieros que repercuten, en última instancia, en el propio desarrollo universitario.

La idea de la investigación -entendida en un sentido más bien básico- y la docencia como elementos esenciales de la proyección universitaria, junto con la insuficiente tradición, concepción y preparación del claustro para el trabajo interdisciplinario, así como la carencia de un enfoque económico apropiado para las investigaciones, ha hecho difícil promover objetivos vinculados con la innovación tecnológica desde el interior de la academia.

Ciencia e innovación tecnológica constituyen factores esenciales y estratégicos para el desarrollo sostenible de una nación. Los móviles sociales que conducen al desarrollo científico-tecnológico son muy complejos y el papel de los intereses sociales en la definición de su curso es más evidente en la medida que la dimensión tecnológica pasa a ser preponderante.

En la civilización tecnológica que vivimos, la tecnología es una red que abarca los más diversos sectores de la actividad humana, "un modo de vivir, de comunicarse, de pensar, un conjunto de condiciones por las cuales el hombre es dominado ampliamente" (Agazzi, 1996). La sociedad actual ha evolucionado tecnológicamente, y hoy, verbos como modificar y transformar indican acciones que ponen en duda los límites de lo admisible, surgiendo nuevos verbos con sus correspondientes dilemas éticos, como manipular y clonar.

A pesar de que la ciencia, la tecnología, el conocimiento y la información se concentran en círculos cada vez más selectos del primer mundo, la llamada 3$^{ra}$ Revolución Industrial, creadora de nuevos paradigmas científicos y tecnológicos, ha traído consigo un avance extraordinario en la biotecnología, la microelectrónica, las comunicaciones, los nuevos materiales, las nanotecnologías y la bioinformática, entre otras, y las universidades cubanas han sido testigo de ello.

La ciencia se desenvuelve en el contexto de la sociedad y de la cultura e interactúa con sus más diversos componentes. Al hablar de ciencia como actividad se

habla del desarrollo, dinámica e integración dentro del sistema total de las actividades sociales. Desde esta perspectiva se promueven a un primer plano los nexos ciencia–política, ciencia–ideología, ciencia–producción y, en general, ciencia–sociedad.

En el desarrollo de la ciencia han existido tendencias explicadas como transiciones teórico–filosóficas, entre las que se identifica la diversificación de los contextos de análisis. Un ejemplo es la propuesta de considerar cuatro contextos para la actividad científica: el de educación, el de innovación, el de evaluación y el contexto de la aplicación (Echeverría, 1995).

El ámbito de la innovación, antes denominado de descubrimiento y que ahora ha sido renombrado en virtud de que incorpora elementos de invención e innovación propios de la actividad tecnocientífica, se ha considerado en muchos trabajos; sin embargo, no ha quedado totalmente explícito para los implicados en el proceso innovativo.

La innovación tecnológica es el proceso de transformación de conocimientos científicos y tecnológicos en nuevos o mejorados productos y tecnologías, realizadas ya al nivel del mercado o con un impacto social reconocido. Cuando se habla de mercado se hace referencia al mercado saturado, complejo, cambiante y exigente al que corresponde la teoría del paradigma estratégico, que es la más adecuada para explicar la innovación hoy, acorde con la situación actual del mercado mundial y siguiendo las explicaciones teóricas más aceptadas hasta el momento.

En el proceso de innovación tecnológica tanto la política como la gestión científica son fundamentales. La sociedad introduce criterios de aceptación de la actividad tecnocientífica sometiéndola a un juicio global, externo a la comunidad científica, que tiene que ser utilizada para establecer indicadores, no sólo útiles para caracterizar el escenario donde tiene lugar la actividad científico innovativa, sino que inexorablemente contribuirán a medir el impacto de dicha actividad y a implementar nuevas políticas y formas de gestión que conlleven a un salto cualitativo en consonancia con los cambios del entorno.

Indiscutiblemente, en el proceso científico y de innovación tecnológica no basta la práctica científica efectiva, la racionalidad, la función desempeñada por las instituciones científicas en la recepción y promoción de las nuevas teorías y descubrimientos, el rigor científico y metodológico, la infraestructura que respalda cada investigación, la aceptación de la comunidad científica, ni la profundidad de los debates entre científicos. Esta relación entre ciencia y técnica en función de la sociedad va más allá; son de vital importancia los indicadores de impacto sobre la sociedad y sobre el entorno, así como la incidencia de la política científica, tanto particular como la que emerge de los ministerios y de la dirección centralizada a nivel de país.

**El caso de la Universidad de Oriente**

La Universidad de Oriente (UO) fue fundada en 1947, transitando por muchas etapas de cambio, organizativas y de desarrollo, en consonancia con los cambios político-sociales y económicos que han tenido lugar en Cuba. En el artículo 5 de los

estatutos de la UO se define a esta institución como “centro de enseñanza e investigaciones superiores”.

La investigación científica siempre ha sido una de las actividades claves en el ámbito universitario y, específicamente, el modelo de educación superior cubano de la etapa revolucionaria lo definió en los lineamientos de la política educacional, aprobados desde 1976 con la creación del Ministerio de Educación Superior. Anteriormente, la Reforma Universitaria -aprobada en 1962- señalaba como una obligación de las universidades cubanas, la realización de investigaciones y la necesaria colaboración con las instituciones científicas y organismos extrauniversitarios (CSU, 1962).

A lo largo de todos estos años se han implementado diversos mecanismos encaminados a garantizar el cumplimiento de las políticas trazadas por el organismo central, relacionadas con el desarrollo y fortalecimiento de los vínculos de la investigación universitaria con las necesidades económicas y sociales del país, sin descuidar las proyecciones de desarrollo económico y social, nacionales y locales; sin embargo, la situación actual de respuesta ante los cambios, tanto a nivel global como a nivel de país, manifiestan que la preparación no ha sido satisfactoria.

Los mecanismos de gestión universitarios para la ciencia y la innovación tecnológica se han centrado, fundamentalmente, en dirigir la actividad investigativa hacia los objetivos más importantes demandados por el país, descuidando, en algunas áreas, el establecimiento de vínculos directos con los productores, por lo que no se han tenido en cuenta las necesidades reales e identificadas por el sector empresarial del país; no obstante, hay que señalar que se han utilizado, de forma directa, las estructuras económicas y científicas de varias instituciones extrauniversitarias, lo que siempre estuvo relacionado más bien con la actividad docente. Este fenómeno no sólo se manifestó en la Universidad de Oriente, sino que, de modo general, se estableció como regularidad del proceso de gestión institucional hasta los primeros años de la década de los 90 en las universidades cubanas.

En el ámbito universitario de hoy, palabras como: proyecto, usuario, cliente, financista, ejecutor, contrato, forman parte de la práctica científica habitual (Figura 1).

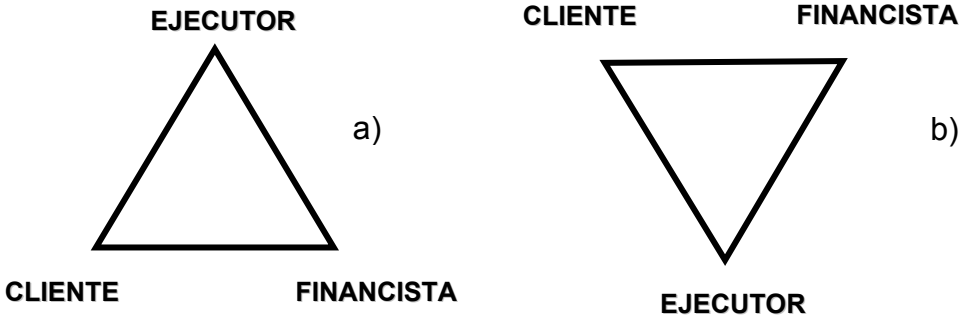



Figura 1. (a) Modelo del triángulo para explicar tendencias en la concepción de un proyecto. (b) Modelo del triángulo invertido.

En ocasiones, en la concepción de un proyecto determinado permanece el modelo del triángulo invertido (b), donde el ejecutor de un proyecto define los objetivos y propósitos de éste sin tener en cuenta ni conciliar intereses con un cliente dado; ello entorpece, de forma general, la gestión de proyectos y, de forma específica, la innovación tecnológica, puesto que es el ejecutor, entonces, quien debe sostener todo el proceso. No obstante, existe una tendencia, coherente con la política científica que rige en el país, de concretar un proyecto después de haber identificado al cliente y al financista, los que formarían la base del triángulo (a), y sobre los cuales se estructura el proyecto como tal, garantizando así una estructura sostenible.

Desde otro punto de vista, puede verse la actividad científica por proyectos como una estructura megalítica, donde el desempeño del ejecutor depende de cuán sólida sea la estructura sobre la que se sostiene el proyecto (Figura 2).

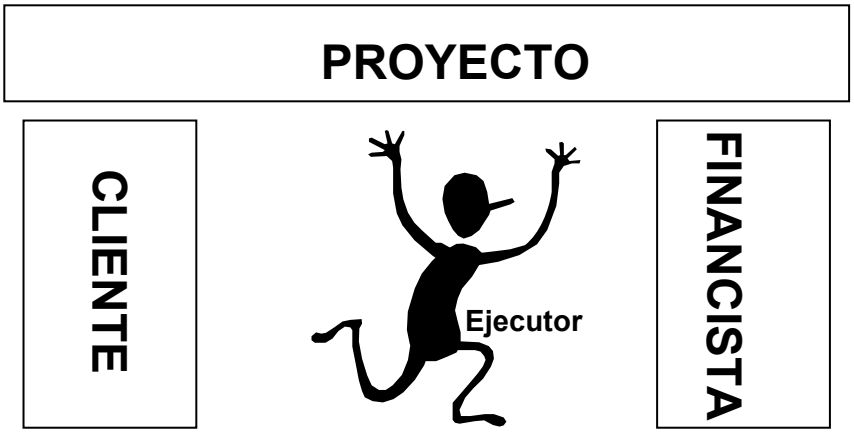



Figura 2. Estructura megalítica en la concepción de proyectos.

Es importante considerar que el cliente no solamente es una persona o una entidad comercial; este puede ser, por ejemplo, una comunidad, la sociedad, una ciencia particular o un campo de acción disciplinario. A diferencia del usuario, debe estar dispuesto a financiar directamente una investigación, o indirectamente, por ejemplo, a través de terceros, así como a utilizar los resultados si estos cubren sus expectativas. Por tanto, el cliente no siempre es beneficiario.

Por su parte, el ejecutor, amparado institucionalmente, trabajará de forma más o menos efectiva dependiendo de cuan ventajosa sea su cobertura. Es importante señalar que el ejecutor puede participar o no en el diseño de un proyecto; sin embargo, involucrarse desde el principio del proceso ha sido considerado como fórmula para el éxito en el contexto universitario.

Si bien en la Universidad de Oriente no se han desarrollado aún todas las potencialidades del Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, ni se han

alcanzado todos los propósitos en lo que a cultura de la innovación respecta, es importante destacar, teniendo en cuenta la categoría básica del planeamiento y gestión de la ciencia y la innovación tecnológica, la consolidación del trabajo científico por proyectos y los resultados, donde se destaca, además, la incorporación de la fuerza estudiantil con un valor relevante.

Existen acciones a nivel gubernamental que han contribuido a un tránsito rápido hacia la organización y el perfeccionamiento del sistema, como la Inspección General que realizó el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medioambiente (CITMA), a partir de la cual se realizaron en la UO cambios en la Estrategia para la Ciencia y la Innovación Tecnológica, con el propósito de resolver, en un plazo breve, las dificultades detectadas; sin embargo, es importante destacar que existen acciones a nivel institucional, condicionadas por directivas del Ministerio de Educación Superior (MES), que permiten desarrollar un proceso de perfeccionamiento progresivo y continuo, quizás menos acelerado pero sostenido, que se manifiesta en la tendencia de la universidad, durante los últimos años, evaluando su desempeño en los diferentes grupos de indicadores en los que se basa el ordenamiento de las diferentes Instituciones de Educación Superior (IES) del país dentro del "sistema MES".

**Sistema de indicadores de desempeño para la ciencia y la innovación tecnológica**

Si se hace un análisis de los resultados en materia de Ciencia e Innovación Tecnológica en la Universidad de Oriente hay que recurrir a la puntuación alcanzada en cada grupo de indicadores, según el sistema que ha establecido el MES, el cual es muy dinámico y ha impuesto una tendencia a la excelencia en las universidades cubanas, según González (1998), si bien es susceptible a ser perfeccionado.

Los indicadores agrupados en 5 categorías se definen de la siguiente forma:

- Indicadores de Relevancia (premios y reconocimientos).
- Indicadores de Ciencia (publicaciones y doctorados defendidos).
- Indicadores de Tecnología (patentes y registros).
- Indicadores de Pertinencia (ingresos y cobros por concepto de la actividad científico técnica y financiamiento de proyectos de investigación).
- Indicadores de Impacto (aporte económico e impactos socioeconómicos logrados).

Si se hace un análisis del desempeño de la Universidad de Oriente desde 1996, teniendo en cuenta el análisis del sistema de indicadores (Figura 3), es evidente que entre 1996 y 1998 hay una disminución de la puntuación en el primer grupo, que corresponde a los indicadores de Relevancia.

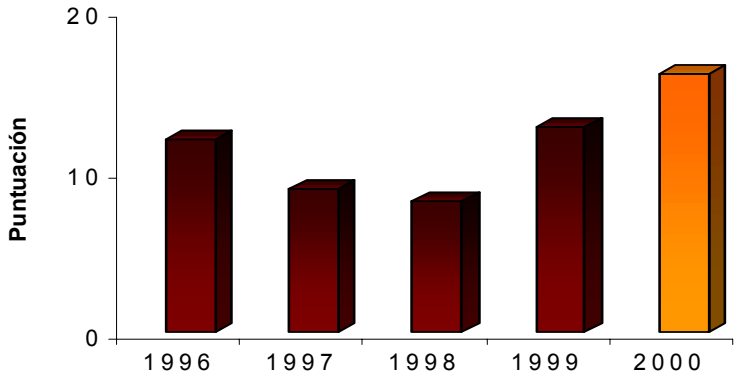



Figura 3. Comportamiento de indicadores de Relevancia desde 1996.

La existencia de una cultura limitada de los profesores respecto a la presentación de trabajos a diferentes convocatorias de premios existentes, la poca motivación y los insuficientes recursos pueden haber contribuido a la baja puntuación obtenida en este grupo de indicadores y a su tendencia durante estos años. A partir de 1999 se observa un mejor desempeño, lo cual está ligado a todo un proceso de perfeccionamiento, donde ha sido clave la motivación de los profesores y estudiantes, conducente al mejoramiento de la imagen de la UO.

Respecto a la puntuación alcanzada en el grupo de indicadores de Ciencia (Figura 4), es importante señalar que hay una tendencia muy favorable y estable desde 1996, si bien en el año 2000 la puntuación disminuye de forma discreta, comportamiento que se aborda posteriormente.

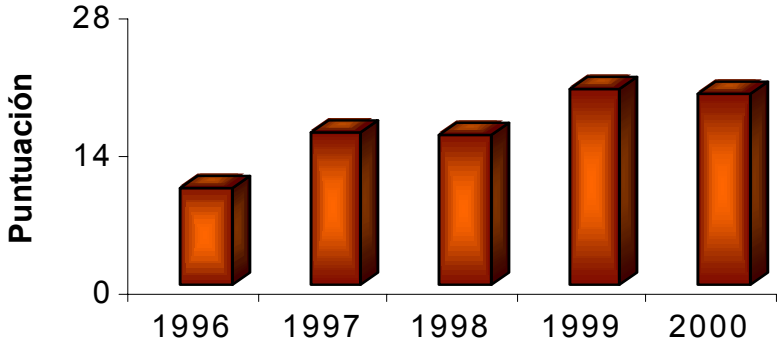



Figura 4. Comportamiento de los indicadores de Ciencia desde 1996.

A partir de 1998 se observa un cambio de tendencia, muy favorable para la actividad científico-innovativa, pero aún limitado si se tienen en cuenta las potencialidades de la universidad.

El análisis de los indicadores de Tecnología (Figura 5) y el comportamiento de la puntuación alcanzada desde 1996, evidencian que esta actividad ha estado muy deprimida en la Universidad de Oriente; sin embargo, hay un salto cuantitativo en el año 2000, lo que puede justificar, en parte, el comportamiento de los indicadores de Ciencia.

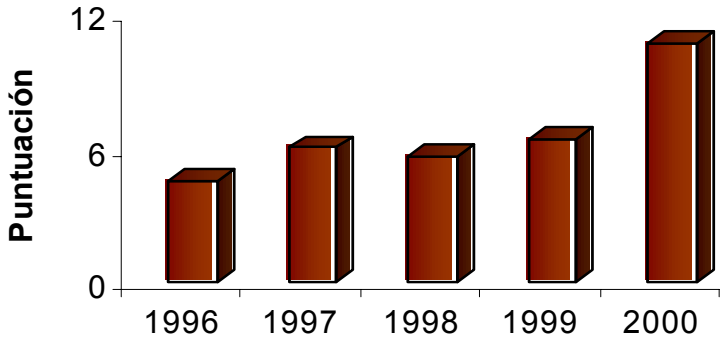



Figura 5. Comportamiento de los indicadores de Tecnología desde 1996.

Es importante tener en cuenta que este salto ha sido producto de un largo proceso; la actividad de patentes necesita de grandes esfuerzos, los que no se traducen precisamente a corto plazo; este proceso implica que parte del potencial se aleje, temporalmente, de la producción de artículos científicos, libros y monografías.

La necesidad de elevar la cultura sobre Propiedad Intelectual, unido a un gerenciamiento más estructurado de este proceso en la comunidad universitaria explica el comportamiento actual de este desempeño. En este sentido, es importante señalar la evolución organizativa impuesta por un análisis en diferentes áreas debido a situaciones particulares que perjudicaban tanto a la institución como al patrimonio individual de los profesionales en el ámbito académico, lo que condujo a la implementación de un Sistema Interno de la Propiedad Intelectual desde la base.

Respecto a la actividad de proyectos, de forma general la universidad ha experimentado un cambio cualitativo y cuantitativo en relación con períodos anteriores, lo que se ha materializado en la cantidad, calidad y estado de ejecución de los proyectos presentados y aprobados. Sin embargo, queda como tema pendiente la estructura de proyectos, la cual no responde aún a las potencialidades de la institución.

En la Figura 6 se presentan los resultados de la puntuación alcanzada desde 1996 en el grupo de indicadores de Pertinencia, referidos fundamentalmente a los ingresos por actividades de Ciencia e Innovación Tecnológica y el financiamiento de proyectos de investigación. Si se analiza el comportamiento de este grupo de indicadores en el tiempo, se observa un salto cuantitativo discreto, con una ruptura de pendiente en el año 2000. No obstante, se necesita un incremento aún mayor, acorde a las potencialidades actuales de la UO.

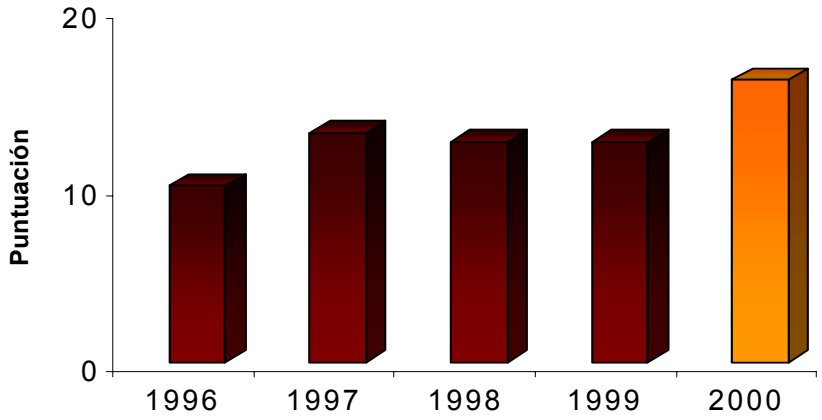



Figura 6. Comportamiento de los indicadores de Pertinencia desde 1996.

La gestión de proyectos en colectivos de investigación mejor estructurados y preparados para el trabajo en equipos multi e interdisciplinarios, así como el aumento de la cultura en lo que respecta a la búsqueda de posibles fuentes de financiamiento dentro y fuera del país, puede cambiar favorablemente la situación actual. De hecho, en algunas áreas ya se experimenta un cambio muy positivo por haber accedido a convocatorias internacionales relevantes, con éxito en la gestión.

El Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, del que la universidad es parte activa, conjuntamente con el resto de la comunidad educacional, I+D, reguladora, de interfase, de producción y servicios, la financiera, de comunicación social y la de consumo final, constituye un elemento dinamizador imprescindible para el desarrollo integral sostenible de la nación, y especialmente del territorio, puesto que debe contribuir a acelerar los procesos científico-tecnológicos, con énfasis en la innovación de apoyo a la producción y los servicios, mediante la generación, la asimilación, la adaptación, la transferencia, la difusión, el uso y la comercialización de conocimientos científicos y tecnológicos.

Como parte del sistema, la Universidad de Oriente ha fortalecido la cooperación, consolidando redes temáticas alrededor de problemas científicos relevantes para el territorio y de sectores productivos específicos importantes para la economía nacional y, por tanto, para toda la nación; ha elevado la cultura informacional de los científicos, profesores, líderes y estudiantes, así como la propia gestión de información en la institución, si bien existe plena conciencia de que aún no hay acceso a toda la tecnología en la que se sustenta la sociedad del futuro. Se están dando pasos importantes en la multi e interdisciplinariedad, factor decisivo para el establecimiento de métodos de investigación que avalen la competencia científica. En este sentido, es importante reconocer el impacto para la institución de proyectos como la Maestría en Manejo Integrado de Zonas Costeras, que ha preparado un equipo de profesores para la enseñanza interdisciplinaria, que rápidamente se reflejó en la investigación e impuso

un cambio en las actividades que cada uno de estos profesores realizaba en sus áreas, por lo que, paralelamente, se potenció la cooperación y la voluntad de integración. Esto ha impuesto un estilo de trabajo que condujo al éxito y, por tanto, se constituyó en modelo de acción para muchos profesionales. Ello ha provocado un impacto en la institución que ha propiciado un acercamiento entre Ciencias Naturales y Sociales.

La Universidad de Oriente se reconoce a nivel nacional por las investigaciones sobre biofísica médica, electromagnetismo, refrigeración, pedagogía, estudio de la sociedad cubana, valores y principios, donde las Ciencias Sociales, Económicas, Naturales, Matemáticas y Técnicas mantienen su liderazgo; ocupa una posición destacada el establecimiento de estrategias de educación ambiental, tan importantes en estos tiempos, con experiencias científicas y sociales singulares, reafirmando la tesis del Dr. Francisco Prats Puig que ha devenido en filosofía de trabajo de esta universidad, esto es, hacer Ciencia y Conciencia.

A pesar de estos avances discretos, establecer y consolidar las estructuras de interfase sigue siendo un anhelo de la universidad; no obstante, se trabaja en perfeccionar el vínculo universidad-sociedad, tan importante en el proceso de generación y transferencia de tecnologías, para llegar a hacer del vínculo cliente-investigador una práctica común desde el inicio mismo de una investigación.

El impacto de las investigaciones realizadas en la Universidad de Oriente ha sido relevante en el orden institucional, medioambiental, científico, social y, en menor cuantía, económico; sin embargo, el sistema de indicadores no ha permitido reflejar realmente la realidad, sobre todo en lo referido al impacto social, medioambiental e institucional de los resultados. Hasta el último análisis realizado para el ordenamiento de las universidades cubanas no se tenían en cuenta cuantitativamente, sino de forma cualitativa, con una incidencia marcada de factores subjetivos. En este sentido, sería importante concebir y establecer indicadores que reflejen el impacto social de un resultado como, por ejemplo, la construcción y puesta a punto de un equipo de resonancia magnética nuclear (RMN), que ofrece servicios en un hospital o red de hospitales, de forma estable.

Por otra parte, el sistema de indicadores no considera, desde el punto de vista cuantitativo, el impacto medioambiental de una investigación como, por ejemplo, el desarrollo del hidrocarburo refrigerante o gas refrigerante ecológico, si bien se tiene en cuenta su impacto económico.

Esto por citar algunos ejemplos, pero es necesario tener en cuenta la relevancia de este análisis en una institución en la que, del total de resultados, el 67% tiene impacto medioambiental. Por esto, desestimar este desempeño contribuye a subestimar el valor real del impacto de las investigaciones.

En la Figura 7 se presenta el comportamiento del grupo de indicadores de Impacto desde 1996 al año 2000, donde resulta evidente la tendencia positiva desde 1998 hasta el año 2000; sin embargo, hubo un decremento significativo en la puntuación en el año 1998 respecto al 1997, igualándose la puntuación del 2000 a la

del 97. En este caso, no cabe una interpretación definitiva, puesto que habría que estudiar la tendencia a partir del 2000.

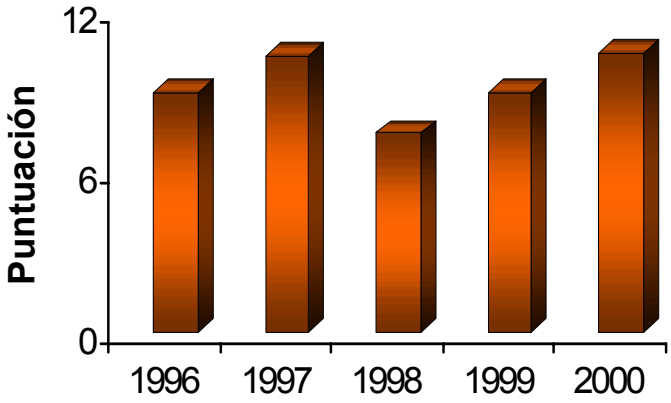



Figura 7. Comportamiento de los indicadores de Impacto desde 1996.

Haciendo un análisis integral de los indicadores, puede afirmarse que la Universidad de Oriente ha experimentado un cambio positivo desde 1996 (Figura 8). Sin embargo, la puntuación de los indicadores, de forma general, se mantiene por debajo de la media nacional, por lo que este CES no ocupa un lugar destacado en el ordenamiento de universidades cubanas, en correspondencia con las potencialidades que posee.

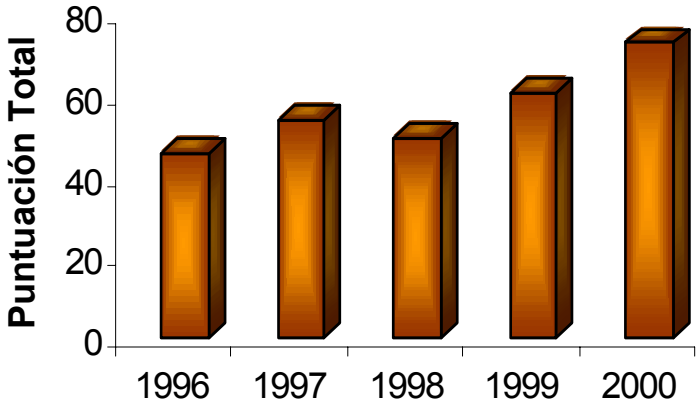



Figura 8. Comportamiento de la puntuación total desde 1996.

Existe un conjunto de acciones que han influido positivamente en el cambio y explican la situación actual, entre las que cabe mencionar las siguientes:

- Incremento de los ingresos por servicios científico-técnicos y por financiamiento de proyectos.

- Aumento del financiamiento a proyectos por la propia institución (convocatoria Ciencia y Conciencia), haciendo hincapié en las Ciencias Básicas.

- Estabilización definitiva de las publicaciones en las revistas propias de la UO.

- Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad en los procesos de gerenciamiento de Ciencia e innovación Tecnológica.

- Establecimiento de una cultura en el claustro en materia de premios y reconocimientos.

- Establecimiento de un cronograma para el seguimiento de los resultados, con posibilidades para diferentes convocatorias de premios, involucrando en su evaluación sistemática al Consejo Científico Universitario.

- Conexión más estrecha entre los indicadores concertados a nivel de la UO y los planes de resultados de los profesores.

- Potenciación las fortalezas de la UO en materia de Ciencia e Innovación Tecnológica, para acelerar los cambios.

- Fortalecimiento del programa de formación de doctores en la UO e implementación del sistema de calidad en esta actividad.

- Integración de las Estrategias de Postgrado, Medioambiente, Formación de doctores y Ciencia e Innovación Tecnológica, lo que conduce a un plan de acción mucho más completo.

En la ciencia, el proceso de internacionalización surgido a raíz de la globalización ofrece nuevas oportunidades de intercambio y financiamiento que sólo pueden ser aprovechados por las entidades que dispongan de recursos humanos preparados.

El capital humano es y seguirá siendo factor decisivo en las estrategias y acciones, no sólo en materia de ciencia e innovación. Corresponde a la universidad no sólo aprovechar el recurso del que hoy dispone, sino educar a las nuevas generaciones en la concepción científica del mundo, en los valores de nuestra sociedad, en conceptos ecológicos y conservacionistas que contribuyan al desarrollo basado en el uso racional de los recursos, sin que ello afecte el desarrollo de una cultura productiva; corresponde a la universidad crear condiciones para la asimilación y desarrollo de tecnologías de futuro, con visión de futuro, pero con un compromiso inexorable con el presente. Hoy, la innovación tecnológica juega un papel muy importante en la Universidad de Oriente, por lo que los retos que enfrenta la institución son:

- lograr un balance adecuado entre ciencia, tecnología e innovación, e
- incrementar los vínculos entre ciencia e innovación tecnológica, reforzando las capacidades en toda la institución, así como los mecanismos e instrumentos de fomento de la innovación tecnológica.

Se hace necesario resaltar la importancia de la difusión, del tráfico de conocimientos científicos y tecnológicos, donde, sin dudas, los eventos que aúnan especialistas con intereses comunes son de gran importancia para que la universidad exhiba sus logros, contribuyendo a la visibilidad y reconocimiento internacional, sin dejar de mencionar conceptos que se ponen en juego como cooperación, intercambio, integración e interdisciplinariedad.

La realidad de la Universidad de Oriente en materia de ciencia e innovación tecnológica no se aleja del resto de las universidades cubanas, si bien tiene sus peculiaridades, condicionadas entre otros factores, por el entorno. El papel de la ciencia y la innovación no sólo es importante para la institución o la nación, sino que a nivel global constituye una preocupación y una prioridad.

Aquí entra en juego un término que ha sido descuidado y que, en última instancia, es el que impone el cambio necesario a nivel institucional: la innovación social.

**La necesidad de acelerar los cambios**

Si bien hay una tendencia positiva en la Universidad de Oriente, e indudablemente han existido cambios favorables, se impone un cambio sustancial que conlleve al perfeccionamiento de la gestión para la actividad de ciencia e innovación tecnológica y al establecimiento de estructuras organizativas superiores que garanticen la inserción de la universidad en el primer bloque de universidades en el país. Hoy se impone la necesidad de fortalecer la estructura de relación con la sociedad, para garantizar el éxito en la fórmula universidad-sociedad.

No puede hablarse de la necesidad de un cambio sin tener en cuenta que aún existen otros factores que limitan la actividad innovativa, como el carácter poco innovador, pasivo, y la resistencia al cambio de una parte importante de los empresarios radicados en Cuba. La universidad debe conquistar este entorno, donde existe aún un mercado seguro, no competitivo, con limitadas exigencias en la calidad, que frena cualquier proceso de asimilación de perfeccionamiento o de nuevas tecnologías en los procesos productivos existentes, aún cuando esto redunde en su propio beneficio.

No obstante, cabe mencionar una serie de factores que han limitado la asimilación de nuevas tecnologías y/o productos por la industria, devenido en regularidad para América Latina (Herrera, 1988), y que se ponen de manifiesto en la actividad científico-innovativa en la Universidad de Oriente:

- La calidad y grado de terminación del producto científico ha sido un factor clave. Hay que tener en cuenta que el desarrollo final de una tecnología está más vinculada al mercado que a la academia. El reto sería conciliar intereses de ambas partes.

- La práctica, durante años, de una actividad tecnocientífica donde no era imprescindible identificar clientes ni financistas y, aunque muchos resultados de investigación tuvieron un impacto social y económico muy favorable, no había eficiencia ni eficacia en el proceso.

- La depresión económica en empresas del entorno ha “desestimulado” el vínculo, creando una dependencia con beneficios mínimos o con ningún beneficio para una de las partes.

- Falta de una cultura de cobro y pago, que comienza a cambiar en la década del 80, impulsando la vinculación de investigadores a necesidades reales del sector y desarrollando una cultura importante en cuanto a calidad de los productos.

- Concepción de las “interfases” como divulgadoras de los resultados de la investigación, no como gestores.

- Carencia de un marco estructural y de “aprendizaje social” favorecedor de la innovación y la competitividad.

- Diferencias culturales marcadas con el mundo productivo.

- Creación de “interfases” para atender y promover necesidades sociales, con un sentido estrictamente económico, es decir, que sólo generan ventajas económicas a la universidad, lo que no estimula al sector empresarial.

Hoy la tecnología constituye la herramienta principal de la competitividad. En ese contexto, se especula sobre el papel de las instituciones productoras de conocimiento, en particular las universidades. Los cambios en la economía mundial apoyada en las innovaciones tecnológicas, los fenómenos de globalización, junto a una concepción mucho más pragmática de las políticas de investigación con finalidades económicas, obligan a meditar sobre el lugar de las universidades cubanas dentro de los procesos de innovación social. No sólo la Universidad de Oriente está sometida y obligada a cambios, en todas partes del mundo este proceso está haciéndose evidente.

Se impone una reorganización funcional en aras de emprender nuevas tareas, servicios, productos y procesos. El eje de estas transformaciones necesarias responde al vínculo universidad-sociedad.

La preocupación por la transferencia de conocimientos y tecnologías a las empresas y a la sociedad, han poblado el ámbito universitario de nuevos términos: tecnología, transferencia de tecnología, comercialización del conocimiento, competitividad, centros de innovación tecnológica, relaciones universidad-sociedad, ajenas a la academia, puesto que, tradicionalmente, las universidades se concentraron en la investigación básica y la docencia.

El modelo de la Universidad de Humbolt establece distancias entre la universidad y los compromisos sociales y las presiones económicas, no así el modelo de la universidad cubana. La Universidad de Oriente ha de acelerar los cambios porque el entorno lo demanda, por las presiones económicas y los compromisos sociales que debe enfrentar. La sociedad demanda soluciones integrales, por lo que las universidades tienen que jugar un papel decisivo, en este sentido, en el campo de la docencia y la investigación. Hay un entorno empresarial ávido del conocimiento integrador universitario, hay tendencia a la competitividad y la innovación, hay necesidad de una “interfase” mejor estructurada, que atienda de forma priorizada la Gestión de Proyectos, así como la Propiedad iltelectual; no se trata de convertir a la

academia en centro de producción, sino de perfeccionar los mecanismos para la transferencia de conocimientos y tecnología que hoy demanda el entorno, sin dejar de pensar en la continuidad del proceso investigativo.

El cambio en la Universidad de Oriente está ligado de forma muy estrecha a la necesidad de potenciar las fortalezas con que cuenta la institución. El enfoque multi e interdisciplinario de proyectos de investigación como Bioinformática y Manejo Integrado de Zonas Costeras, los cuales requieren la participación de especialistas de diferentes áreas del conocimiento, constituyen retos y ejemplos claros de lo que se debe hacer para potenciar y acelerar la generación de resultados que la sociedad espera de la universidad; estos son proyectos en los que el impacto institucional es relevante.

Las características del nuevo paradigma tecnológico (Herrera y col., 1994) presionan de diversos modos a las universidades. De forma general, hay una preponderancia de las innovaciones tecnológicas, una creciente demanda de información y de nuevos conocimientos, con su correspondiente tendencia a la comercialización; se necesitan, cada vez más, investigaciones aplicadas, todo lo cual se traduce en resultados a muy corto plazo, lo que obedece a una presión socio-económica importante.

Cabrían entonces dos preguntas claves para la Universidad de Oriente: ¿qué conocimiento es necesario para responder a la presión social y a la presión económica del entorno; cómo llegar a él y cómo aplicarlo? ¿cómo adecuar el modelo de universidad empresarial, sin desestimar el papel de la universidad en la formación y construcción de valores y en los aspectos culturales del desarrollo social, sin comprometer el proceso de generación de nuevos conocimientos?

Entonces, no sólo habría que hacer referencia a la innovación tecnológica, sino a la innovación institucional y social en su más completo alcance. La palabra innovación muchas veces sugiere una imagen que oculta el verdadero concepto. La innovación es un proceso que no sólo tiene un componente tecnológico, y afecta a muchas más organizaciones, empresas y/o agencias que las que participan directamente en el proceso (Fernández, Venchiarutti y Haesen, 2001).

La proyección de la universidad debe estar en consonancia con estos criterios y debe atender las necesidades y tendencias globales del proceso de desarrollo. No se trata de convertir a la universidad en una fábrica. La universidad es un centro de cultura en todos los sentidos, cultura que incluye en nuestro tiempo, un componente tecnológico significativo; si la capacidad y el desarrollo tecnológico constituyen un compromiso cultural para la sociedad contemporánea, sería absurdo segregar a la universidad de esta tendencia.

Según el modelo que a continuación se presenta (Figura 9), quedó establecido y constituido, como parte de la Estrategia de Ciencia e Innovación Tecnológica, el Centro de Transferencia de Resultados de la Investigación (CETRI), de nuevo tipo en la UO; su contribución a la sostenibilidad institucional ha sido manifiesta; sin embargo, aún se identifica exclusivamente su impacto económico.

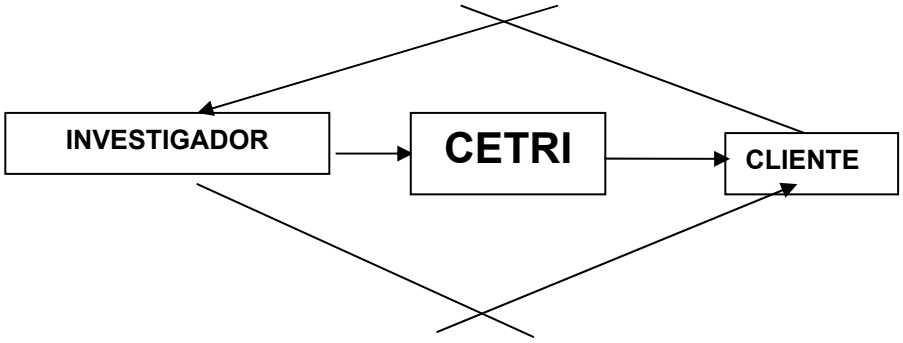



Figura 9. Modelo de interacción cliente-investigador con y sin la mediación del Centro de Transferencia de Resultados de la Investigación (CETRI).

El CETRI debe cubrir expectativas que tienen tanto investigadores como clientes, y estar a tono con las tendencias actuales de la innovación tecnológica, donde es clave crear una cultura que permita identificar y eliminar los obstáculos probables que puedan entorpecer el proceso, como fallos de gestión, mala comunicación, falta de comprensión por parte de los usuarios finales, resistencia al cambio, falta de estrategias a largo plazo, entre otros. El CETRI está amparado, y a su vez contribuye a la consolidación del trabajo, por proyectos, tanto nacionales como internacionales, en la Universidad de Oriente. Sobre esta base, debe producirse una reorganización institucional, con estructuras flexibles que respondan a la nueva universidad, fortaleciéndose los colectivos con resultados de impacto económico y social.

La institución debe adecuar sus estructuras y métodos de dirección y comercialización de los productos científicos, perfeccionando el vínculo universidad-sociedad. Todo ello redundará en ventajas competitivas.

El análisis de los resultados de la Universidad de Oriente desde 1996 hasta el 2002 en los diferentes grupos de indicadores indica un cambio brusco a partir del 2001, que responde a un cambio favorable en la proyección general, debido a la nueva forma de medición de diferentes indicadores, por lo que no procede la comparación con los otros años, a menos que se aplique la fórmula anterior. En estos dos años se incluye la plantilla total de profesores, en vez de los profesores evaluados en investigación, como denominador para realizar los cálculos de los diferentes indicadores, lo que hace que la puntuación total disminuya respecto a los años anteriores.

No obstante, si se analiza el grupo de indicadores de Relevancia (Figura 10), por ejemplo, es evidente que hay una tendencia creciente y mantenida del 2001 al 2002, que se espera continúe en los años siguientes. El proceso de presentación de resultados a diferentes convocatorias de premios ha sido organizado y debidamente proyectado, involucrando, en un proceso de seis meses de duración, a los Departamentos, Consejos Científicos de las áreas y al Consejo Científico Universitario.

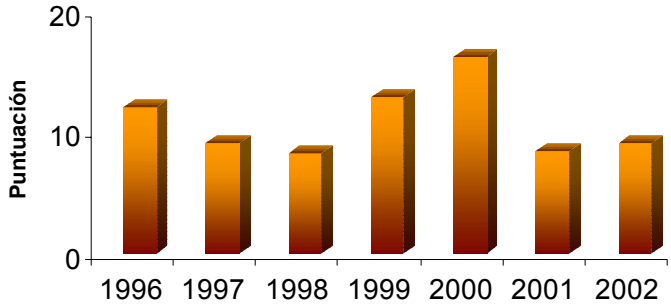



Figura 10. Comportamiento de indicadores de Relevancia desde 1996 hasta el 2002.

Las actividades programadas por la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrado (VRIP), quien organiza y dirige el proceso han sido:

- identificación de Convocatorias de Premios por áreas,
- selección de los trabajos en los Departamentos,
- evaluación de las propuestas por los Consejos Científicos de Facultades y Centros,
- presentación de propuestas a la VRIP,
- selección de dos oponentes para evaluar cada trabajo,
- presentación de las oponencias al Consejo Científico Universitario,
- aprobación de las propuestas,
- comunicación de los resultados del proceso a las áreas y profesores involucrados,
- presentación oral de los trabajos seleccionados ante el Consejo Científico Universitario,
- selección definitiva de los trabajos,
- creación de una comisión para la revisión de los expedientes conformados,
- presentación y revisión de expedientes.

Con esta metodología de trabajo se ha logrado un trabajo sistemático y coherente, así como un proceso de selección con mucha mayor calidad, lo que ha impuesto una forma de trabajar que aboga más por la calidad que por la cantidad de propuestas. Durante el proceso se involucra el Consejo Asesor para la Propiedad Intelectual, conformado por representantes de las diferentes áreas de la Universidad de Oriente.

Respecto a los indicadores de Ciencia (Figura 11), estos han experimentado un decremento, debido fundamentalmente a una disminución de las publicaciones totales y de libros.

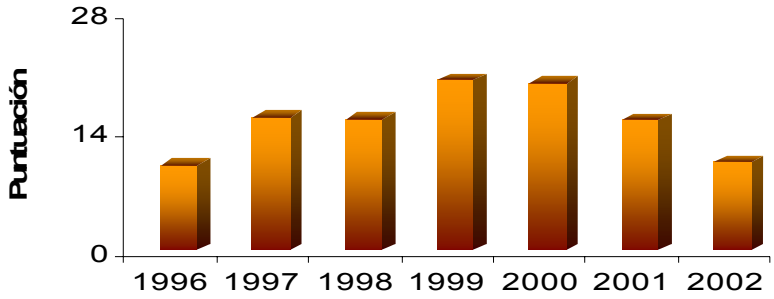



Figura 11. Comportamiento de indicadores de Ciencia desde 1996 hasta el 2002.

En este sentido, sin embargo, ha sido el sentir del claustro pronunciarse por una estrategia que trabaje más por la calidad que por la cantidad de los artículos. Esto es, que se propongan indicadores más rigurosos para las publicaciones que se recojen en bases de datos de prestigio internacional (BPI) y el Web of Science (WoS), puesto que lo contrario puede conducir al desarrollo de iniciativas para aumentar el número de publicaciones totales, sobre todo las de formato electrónico, que pueden resolver la cantidad propuesta sin que tengan la pertinencia adecuada, por falta de visibilidad e impacto. Por otra parte, ello puede dar al traste con la estrategia trazada referida a la Propiedad Intelectual.

El análisis de la tendencia de los indicadores de Tecnología en los años 2001-2002 (Figura 12) justifica en parte el comportamiento de los indicadores de Ciencia, referidos a publicaciones. Es bien conocido que, en el proceso de solicitud de patentes, es necesario que existan períodos carentes de publicaciones.

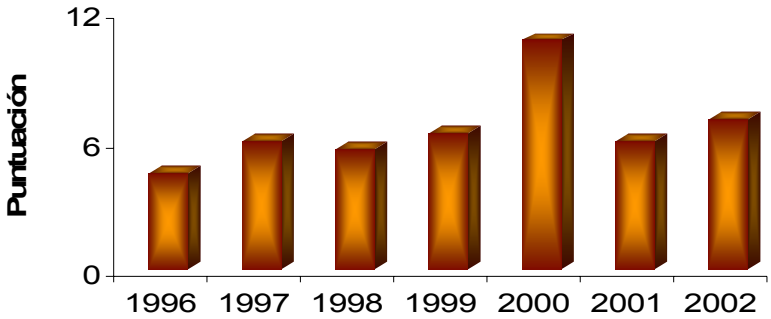



Figura 12. Comportamiento de indicadores de Tecnología desde 1996 hasta el 2002.

Si bien la tendencia es creciente en este grupo de indicadores, se destaca la existencia de patentes que no están explotación. Asimismo, no existe una vasta experiencia sobre la protección en el extranjero.

Un aspecto que queda fuera de este análisis es el depósito de cepas que respaldan tecnologías propias en colecciones reconocidas por la OMPI, de las cuales no existe ninguna en el país. Aunque esto constituye un resultado relevante, no es medible dentro del sistema de indicadores.

El análisis de los indicadores de Pertinencia (Figura 13) muestra un decremento en el 2002 respecto al 2001. Este grupo de indicadores está afectado no sólo por la actividad económica, sino también por la estructura de proyectos, la cual no es la adecuada en la UO. En este sentido, cabe señalar que existe la necesidad de ponderar aquellos proyectos con financiamiento internacional de relevancia regional o mundial, o bien aquellos financiados por programas de prestigio en una región o internacionalmente.

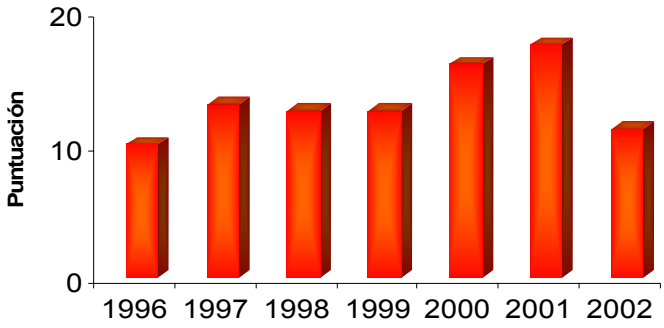



Figura 13. Comportamiento de indicadores de Pertinencia desde 1996 hasta el 2002.

Por último el análisis de los Impactos mantiene un comportamiento estable (Figura 14), a pesar de todas las limitaciones antes señaladas y de que no miden en realidad el impacto de las investigaciones realizadas en la Universidad, tanto al exterior como hacia el interior de la institución.

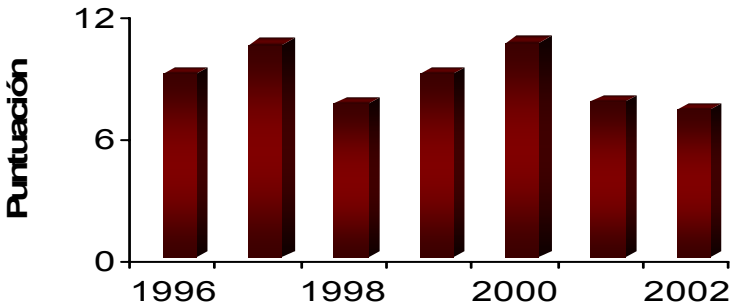



Figura 14. Comportamiento de indicadores de Impacto desde 1996 hasta el 2002.

## Conclusiones

Lograr un balance adecuado entre ciencia, tecnología e innovación, e incrementar los vínculos entre ciencia e innovación tecnológica, reforzando las capacidades en toda la institución, así como los mecanismos e instrumentos de fomento de la innovación tecnológica, constituyen retos para la Universidad de Oriente. Se hace necesario asumir la necesidad de acelerar la introducción de cambios que contribuyan al perfeccionamiento institucional, referido ello a la ciencia y la innovación tecnológica en el contexto universitario global, fortaleciendo la relación universidad–sociedad como aspecto clave de desarrollo, de forma que contribuya a la sostenibilidad institucional. Asumir los retos, potenciar las fortalezas, garantizar la integración y la cooperación, lo cual resulta difícil pero genera mayores ventajas a corto plazo, así como enfrentar cambios estructurales en concordancia con la flexibilidad, establecida ya como tendencia en la nueva dirección científica de una organización, contribuirá, sin dudas a ganar en competitividad y a establecer, en breve, una universidad de nuevo tipo, que atienda a las demandas actuales del desarrollo, donde la innovación institucional y social dinamicen cada proceso.

## Referencias


Agazzi, E. **El bien, el mal y la ciencia.** Editorial Tecnos, Madrid, 1996.

CSU. **La reforma de la Enseñanza Superior en Cuba.** Consejo Superior de Universidades. La Habana, 1962.

Echeverría, J. **Filosofía de la ciencia.** Ediciones AKAL. Madrid, 1995.

Fernández, F., Venchiarutti, J.C. y Haesen, G. **Proyectos de innovación. A problemas duros, soluciones duras.** Innovación y Transferencia de Tecnología. Vol. 3/ 01, 2001.

González, W. **Comunicación personal.** Dir. Ciencia y Técnica. MES, La Habana, 1998.

Herrera, A. **Ciencia y política en América Latina.** Siglo Veintiuno Eds, C. México, 1988.

Herrera, A. y col. **Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina.** Siglo Veintiuno Eds, C. México, 1994.

# VALORACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS CIENCIAS AGROPECUARIAS CUBANAS A TRAVÉS DE LAS REVISTAS CIENTÍFICAS DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR: VISIBILIDAD E IMPACTO NACIONAL E INTERNACIONAL

*María Elena Mesa Fleitas*
*CENSA*

## Introducción

Los resultados de la investigación científica, generalmente, se hacen visibles a través de las publicaciones seriadas como las revistas, que constituyen el medio más utilizado por los investigadores. Estos resultados se publican frecuentemente en forma de artículos originales y pasan por un proceso de arbitraje que certifican su calidad científica. Este importante medio de comunicación sirve de soporte al estudio de la producción documentaria, en disciplinas o especialidades determinadas, organizaciones o regiones, y permiten la medición de la visibilidad y el impacto a través de la aplicación de los indicadores bibliométricos y cienciométricos (Morales-Morejón y Cruz-Paz, 1995; Spinak, 2001; Wormell, 2001).

El tratamiento y manejo de la información científica por medios cuantitativos de recuento y análisis no solo sirve para analizar el volumen de publicaciones, la productividad de los autores, revistas o disciplinas, sino que, en un sentido más amplio, sirve para medir el conocimiento de los procesos y la naturaleza de las ciencias, lo que a partir de 1960 comienza a acuñarse como Cienciometría o Ciencia de las Ciencias, mientras que la Bibliometría permite medir la estructura y evolución de una ciencia, cuantificar sus resultados y aplicarlos en campos como la Biblioteconomía, la Historia de las Ciencias o la Política Científica. La Bibliometría puede dividirse en dos áreas: la Bibliometría descriptiva, que trata los aspectos cuantitativos, la distribución geográfica, documental, temática y su productividad y la Bibliometría evaluativa, que incorpora los estudios de evaluación de la actividad científica mediante la aplicación de las herramientas estadísticas y softwares de mayor complejidad, teniendo en cuenta los factores sociales, económicos y políticos ya que estos actúan sobre los indicadores bibliométricos, desviando sus resultados.

La aplicación de los análisis bibliométricos es complejo y a veces controvertido; la aplicación de las técnicas bibliométricas para las políticas científicas (una aplicación que se desarrolla rápidamente y que está fortaleciendo y sosteniendo el desarrollo de las técnicas bibliométricas avanzadas) es una aplicación que tiene las mismas controversias que otras áreas del conocimiento como la Biometría, Epistemometría, Optometría, Psicometría, etc.

Existen múltiples modelos bibliométricos, entre los que podemos citar los denominados clásicos: la Ley de Bradford y la Ley de Lotka. Bradford enfoca su estudio hacia la productividad de las revistas, como parte de la teoría de los procesos de producción de información, expuestas más tarde por Egghe y Rousseau (1995), estableciendo el centro o núcleo de revistas o autores que contribuye con la mayor cantidad de artículos para un tema (zona 1) y la dispersión de artículos sobre el tema (zonas 2 y 3), mientras que Lotka plantea la ley de la distribución cuadrática inversa de la producción científica de los autores, que calcula su productividad, calificando al grupo central de los autores más productivos como una élite; ambos temas han sido ampliamente debatidos y han servido para la presentación de muchos documentos en los cuales los intereses primarios han sido las funciones matemáticas que más concuerdan con los datos empíricos y la mejor especificación de las relaciones entre la concentración y dispersión, como zonas de productividad (White y McCain, 1989).

Cetto y Vessuri (1998), en su Informe Mundial sobre la Ciencia en América Latina y el Caribe, hacen un recuento sobre la investigación científica en la región y plantean que el número de publicaciones científicas creció tan rápidamente en los primeros años del siglo XX que la Lista Mundial de Publicaciones Científicas Periódicas de los años 1900-1933 ya incluía 36 000 títulos en 18 idiomas.

El total mundial de publicaciones seriadas, registradas hoy día, alcanza la cifra de 230 000 títulos en todas las disciplinas del conocimiento científico; de ellas se mantienen en activo 157 194 y 57 000 son publicadas en América Latina, y son editados en formato electrónico 55 907 títulos (ULRICH'S, 2001). Comparando estos datos con los reportados por el ULRICH'S en 1999, han cesado sus ediciones en los últimos dos años un total de 72 806 revistas que, de acuerdo con el alza galopante en los precios de suscripción—según ULRICH'S (1998, 2001)—, pudiera dar la medida del aumento de los costos de los procesos editoriales y de impresión para cubrir gastos y obtener utilidades.

Las revistas científicas, además de validar el nuevo conocimiento y de comunicarlo públicamente, son depositarias de un patrimonio que, siendo intangible, determina la capacidad del progreso de la sociedad. Un componente sustantivo del intelecto de un país lo determina el dominio del riguroso proceso a cargo del comité editorial de una revista científica (Krauskopf y Vera, 1995). Para los investigadores, publicar sus resultados en las revistas especializadas puede verse desde dos puntos de vista:

- como investigador-lector. El hecho de que exista una especialización temática y que los artículos publicados hayan sido sometidos a un proceso de arbitraje por parte de un comité editor de expertos, le ofrece la garantía de una doble selección (temática y cualitativa)
- como investigador-autor. Existen motivaciones muy precisas, donde la meta principal es que sus hallazgos sean conocidos por sus colegas (Sutter, 1998).

Actualmente, en los países desarrollados, más del 50% de la actividad investigativa se realiza en empresas o están financiadas por ellas, por lo que está

generalmente sujeta a este condicionamiento. Si la investigación es de dominio público, el investigador-autor tiene fuertes motivaciones que lo inducen a preferir el uso continuo y sistemático del canal más tradicional de la comunicación científica, el artículo publicado en una revista científica. A través de este medio, el investigador recibe reconocimiento profesional de sus pares, lo que resulta decisivo y determinante para su carrera profesional y para obtener financiamiento a sus proyectos. Su trabajo tendrá, de esta forma, mayores posibilidades de acceso, si se tienen en cuenta las publicaciones secundarias que procesan las revistas (Krauskopf y Vera,1995; Vessuri, 1995; García y González,1996; Sutter, 1998).

Se ha publicado un gran número de trabajos (Alvarez-Ossorio y col., 1985, 1990; Amat y Cueva, 1986, 1990; Ferreiro y Ugena, 1989; Pérez y Amat, 1990; Macías-Chapula, 1991; Gaillard, 1992; Villagrá, 1992; Ortega y Plaza, 1993; Izazola-Licea de Arenas y col., 1996; Martín y Sanz, 1996; Licea de Arenas y col., 1999, 2001; Gonzalo-Vargas, 2000; Meneghini, 2001; Collazo-Reyes, 2003; Fernández y col., 2003; García, del Río y Ramírez, 2003; Macías-Chapula y col., 2003; Molteni y Zulueta, 2003; Ramírez, del Río y Russell, 2003 y Sotolongo, Guzmán y Carrillo, 2003, entre otros) que avalan la utilización de las técnicas bibliométricas en la valoración de las revistas científicas iberoamericanas y su visibilidad a través de las bases de datos internacionales, en revistas especializadas en el tema.

La “visibilidad” y el “impacto” de la ciencia iberoamericana y el desarrollo científico en sus países por medio de las bases de datos bibliográficas comerciales y las del ISI de las publicaciones científicas y su representatividad han sido exploradas, además, por muchos investigadores españoles, mexicanos, brasileños y cubanos.

Es preciso ofrecer nuestra consideración sobre los términos “visibilidad” e “impacto”, ya que éstos son usados indistintamente por diferentes autores para referirse a los resultados de investigaciones bibliométricas realizadas sobre bases de datos bibliográficas y en los análisis de citas. Compartimos lo planteado por Guerrero (2001) en que ”... las investigaciones analizadas no han permitido localizar definiciones de Visibilidad e Impacto de la ciencia...”

Esta autora define por visibilidad de la ciencia “a la percepción de las distintas manifestaciones de su existencia y desarrollo”, y para su medición “se requiere de aparatos ópticos para hacer visible, lo que no es perceptible a simple vista”, y que “para visualizar varios aspectos del comportamiento y desarrollo de la ciencia se hace necesario investigarla, mediante determinados métodos y técnicas”. Asímismo, define como impacto de la ciencia “a la repercusión de los resultados de la investigación en el desarrollo científico posterior, y los efectos económicos, sociales y culturales, positivos o negativos, que producen la aplicación de las innovaciones o la práctica científica cotidiana” (Guerrero, 2001).

En este estudio nos referiremos al término “visibilidad” como a los resultados científicos publicados que son procesados en fuentes de información secundarias, como las bases de datos y las publicaciones secundarias, y su medición por medio de los indicadores de circulación, mientras que con el término “impacto” denominamos a

los resultados científicos publicados que son citados por la comunidad científica internacional para discutir los nuevos hallazgos científicos, y su medición por medio de los indicadores de repercusión –impacto-.

Los análisis cuantitativos de la literatura científica se basan, frecuentemente, en la cuantificación de los documentos para caracterizar la información analizada por variables tales como los autores, títulos de revistas, tipos de documentos, años de publicación, países de publicación, instituciones y temáticas, entre otras, para ofrecer como resultado un análisis univariado sin correlación (Guerrero, 2001).

Estudios posteriores han concebido, replanteado y aplicado las leyes bibliométricas o informétricas clásicas -ley de Bradford o de la concentración/dispersión de las publicaciones; ley de Lotka o de la distribución cuadrática inversa de la producción científica de los autores y la ley de Zipf o de la frecuencia de aparición de las palabras en un texto- (Sancho, 1988; Gorbea, 1996; Guerrero, 2001).

**Breve sinopsis sobre la ciencia y la tecnología en América Latina y el Caribe**

La situación de la ciencia en Latinoamérica y el Caribe revela la marcada desigualdad económica que existe en esta región. En un vasto territorio de casi 20 millones de km², repartidos entre 33 países, y con cerca de 500 millones de habitantes, se cuenta con apenas 100 000 científicos (UNESCO, 1998). El nivel económico de los países latinoamericanos limita severamente la posibilidad de inversión en gastos de ciencia, los que, a su vez, aumentan cada vez más sus costos, acentuando la distancia científica entre la región y los países desarrollados.

El desarrollo de la ciencia y la tecnología en Cuba surge desde muy temprano en la época colonial, donde existieron prominentes científicos a los cuales la humanidad les agradece notables aportes; entre ellos se pueden citar: Tomás Romay (1764-1849), iniciador del movimiento científico en Cuba, y Carlos J. Finlay (1833-1915), descubridor del agente trasmisor de la fiebre amarilla, y en ello desempeñó un importante papel el presbítero, filósofo y educador cubano Félix Varela Morales (1787-1853), reformador de la enseñanza cubana y enemigo de la escolástica (García y Sotolongo, 1996).

Entre los años 1900 y 1958 prácticamente no surgieron nuevas instituciones científicas, excepto la Estación Experimental Agronómica de Santiago de la Vegas y el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, la Sociedad Geográfica y el Observatorio Nacional (Castro-Díaz Balart, 2001). A finales de 1958 se encontraban registradas en el país solo 21 entidades científico-técnicas, y de ellas, aproximadamente el 40% dedicadas a la prestación de servicios (bibliotecas, centros de información o documentación, etc); 76% de esta reducida red se relacionaba con la producción agrícola (CITMA, 1998).

Durante la década de los ‘60 del pasado siglo se crearon, entre otros, el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC), el Instituto de Ciencia Animal (ICA), el Instituto de Física Nuclear y el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), vinculados al Ministerio de Educación Superior. Entre 1975 y 1989, el número de centros de investigación y áreas de I+D pasó de 100 a 153, con 30 000 trabajadores, de

los cuales 8 500 eran graduados universitarios y 5 400 poseían categoría científica (ACC, 1992). En 1987, Cuba presentaba el mayor índice de científicos en I+D por millón de habitantes entre las naciones de América Latina y el Caribe y presentaba un indicador favorable de gastos destinados a estas actividades con relación al Producto Interno Bruto (PIB). En la última década del pasado siglo surgieron nuevos centros en la esfera científica como el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), el Centro de Investigaciones Biológicas (CIB), el Centro de Inmunoensayo, el Centro Nacional de Producción de Animales de Laboratorio (CENPALAB), el Centro Nacional de Biopreparados (BIOCEN), entre otros, lo que se correspondió con las necesidades y posibilidades estratégicas que se dieron en la década de los '80.

Ante la aparición en el país un conjunto de epidemias sin antecedentes, tales como la fiebre porcina africana, el dengue hemorrágico, la roya de la caña de azúcar y el moho azul del tabaco, por citar sólo las de mayor incidencia, se priorizó la atención por el Estado hacia un conjunto de instituciones de diversos Ministerios y se crea el denominado Frente Biológico en la década de los '80 (García y González, 1996). Estos colectivos estaban orientados, fundamentalmente, a las Ciencias Biomédicas, Biotecnología y Farmacología, sin descartar las Agropecuarias, lo que motivó la creación del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), que unía al Centro de Salud Animal con el colectivo de Protección Vegetal que investigaba en el CNIC, con un fuerte apoyo de las actividades de computación e información científica y tecnológica, en los cuales se cifró la esperanza de solución a problemas vitales para el país, como el diagnóstico de enfermedades, la creación de vacunas para el control de enfermedades animales y humanas, el control de las enfermedades y plagas vegetales, y se le asigna la misión de desarrollar el Centro de Referencia Nacional de Desastres y Enfermedades Cuarentenarias.

Más tarde se organizaron los llamados Polos Científico-Productivos, que hoy existen en todas las provincias del país. De forma gradual, estas instituciones han incrementado e integrado distintos elementos organizativos, que han dado lugar a un funcionamiento llamado por García y González (1996) "de ciclo completo": investigación-docencia-desarrollo-producción-control de la calidad-comercialización (nacional e internacional). La investigación se planifica a través de los Programas Nacionales de Ciencia y Técnica (PNCT), que constituyen la prioridad estatal para el proceso de organización y ejecución de las actividades científico-técnicas, de acuerdo con su impacto en el desarrollo económico y social del país. En ocasión del Día de la Ciencia en 1997, el Comandante en Jefe planteó la necesidad de "...incrementar la gestión de la información y establecer el sistema integral de estudios prospectivos y análisis de las tendencias de la ciencia y la tecnología" (CITMA, 2001).

**Breve bosquejo sobre las publicaciones científicas agropecuarias en Cuba**

En Cuba, a partir del año 1998, se constituyó la Comisión Permanente de Publicaciones (CPP) de la Academia de Ciencias de Cuba (ACC), con el objetivo esencial de contribuir a la elevación de la calidad de las revistas científicas cubanas y fomentar un levantamiento nacional de la situación de estas publicaciones, según

criterios rigurosos de calidad, a través de un proceso de evaluación a solicitud de los editores de las revistas ((ACC, 1998).

En la década del '60 del siglo pasado aparece la **Revista Cubana de Ciencia Agrícola** y su versión al inglés **Cuban Journal of Agricultural Science** (1966), editadas por el Instituto de Ciencia Animal, las de mayor estabilidad editorial de todas las revistas agropecuarias cubanas y las únicas procesadas por el Institute for Scientific Information (ISI). Ya en los años '70 surgen la **Revista de Ciencias Veterinarias** (1970), editada por el Consejo Científico Veterinario, y la **Revista de Ciencia Avícola** (1971), por el MINAG, y aunque ambas interrumpieron su edición por algunos años, en este momento se encuentran activas pero de forma irregular; aparecen también las revistas **Centro Azúcar** *y* **Centro Agrícola** *(1973)*, editadas por la Universidad Central de las Villas. En 1975 sale la **Revista de Reproducción Animal**, editada por el Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal (CIMA) del MINAG, de forma muy inestable; en 1978 se comienza a publicar la revista **Pastos y Forrajes***,* editada por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EEPFIH), y en 1979 aparecen **Cultivos Tropicales** y la **Revista de Salud Animal**, editadas por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), respectivamente. Ya en la década de los '80 aparecen la **Revista de Producción Animal** (1985), editada por la Universidad de Camagüey (UC), la **Revista de Protección Vegetal** (1986) y la **Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias** (1986*)*, editadas por el CENSA y la Universidad Agraria de la Habana (UNAH), respectivamente (Instituto Cubano del Libro, 2002). En los últimos años han aparecido nuevos títulos en la disciplina agropecuaria, editados por el MINAG y algunas sociedades de nueva creación, cuyo desempeño es aún reciente.

El impacto de la producción documentaria de las universidades y centros científicos del MES, su visibilidad internacional y las características de la productividad de los autores y de sus revistas científicas, han sido poco estudiados, aunque se conoce de la existencia de un núcleo significativo de científicos que lideran las Ciencias Agropecuarias en el país y que tienen visibilidad en revistas de la vertiente principal (*main stream*); sin embargo, las características de la producción documentaria, para determinar su "impacto" y "visibilidad", impone la necesidad de un estudio biblio e informétrico que mida estos aspectos para lograr determinar cual es la contribución documentaria al flujo informacional de las Ciencias Agropecuarias cubanas.

Para evaluar los resultados de la investigación en un país u organización, estos se relacionan, en ocasiones, con indicadores demográficos, sociales y económicos, para obtener una visión más amplia de los resultados bibliométricos. Estos indicadores, según Morales-Morejón (1988) podrían ser, entre otros: número de contratos con compañías extranjeras relacionadas con la venta de patentes; relación entre los gastos por concepto de I+D en sectores públicos y privados y el presupuesto estatal; relación entre los beneficios de las exportaciones tecnológicas y los gastos de tales importaciones; tasas de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y la proporción de la Renta Nacional como producto de los logros de la ciencia y la tecnología; cifra anual de inversiones; tasas de desarrollo de las diferentes ramas de la ciencia; generalización

de los logros científico-tecnológicos en la economía nacional y la tasa de dicha instrumentación. Más tarde, Rousseau y Rousseau (1997) sugieren: Producto Interno Bruto; gastos para educación; número de profesionales en publicaciones científicas; I+D por número de habitantes, etc. Para países en desarrollo, la visibilidad bibliométrica es marginada por estos mismos factores socioeconómicos (Torricella y col., 2000). Un efecto adicional puede ser la barrera idiomática, aunque Bracho y col. (1997) demostraron que el cambio o sustitución del francés por el inglés no aumentó el factor de impacto de la revista **Annales de l'Institut Pasteur**.

Los indicadores bibliométricos, construidos con base en los datos procedentes de la literatura científica, constituyen en la actualidad un auxiliar esencial para el establecimiento de políticas científicas o toma de decisiones. En los últimos años, se ha extendido su uso como complemento de otros indicadores científicos para explorar la situación de la investigación científica de un país, su evolución en el tiempo y su posición en el contexto internacional (González, 2001).

Una generación posterior de investigaciones cuantitativas propone la aplicación de indicadores relacionales, lo que trae como resultado mejores posibilidades de análisis, más realistas e integrales. Se proponen análisis con instrumentos más elaborados, como son los indicadores multidimencionales, que consideran simultáneamente varias dimensiones o variables. Existen varios índices de esta clase (índice de actividad, índice de atracción, tasa relativa de citación, índice de aislamiento, índice de difusión, producción circulante, co-citaciones dentro de la disciplina, etc.), que deben, además, complementarse con datos demográficos, económicos y educativos. Estos indicadores multidimencionales tienen menos errores de estimación y proporcionan estadísticas más confiables que los indicadores unidimensionales usados normalmente por el ISI (Morales-Morejón, 1988; García y Sotolongo, 1998; Sotolongo, Guzmán y Carrillo, 2003), aunque consideramos que su utilidad se mantiene, independientemente a la combinación con los indicadores multivariados.

La edición de **Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos-Interamericanos 1990-1997**, resultado de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT, 2000) constituye una fuente de inestimable valor para los países de la región, mostrando los principales indicadores científicos y, a partir de 1999, incluyeron los indicadores bibliométricos, con el objeto de aproximarse a la medición de los resultados de la investigación y el desarrollo de la ciencia (I+D). Recientemente en Cuba, la Academia de Ciencias ha designado un grupo funcional de investigadores para acometer la tarea de la construcción de indicadores bibliométricos que respondan a nuestras características y necesidades.

En lo concerniente a las actividades de evaluación de la ciencia y la tecnología, se puede afirmar que la base predominante para la construcción de indicadores bibliométricos han sido las bases de datos, a partir de la consideración de la ciencia como una actividad económica, como se expone en una revisión bibliográfica ampliamente citada en trabajos sobre estos temas. En ella se plantea que “el proceso científico se puede considerar análogo a los modelos económicos costo-beneficio o

inversión-resultado (*input-output*), susceptible, por tanto, de ser cuantificado (Sancho, 1990).

Los indicadores, como toda medición, pueden obtenerse, tabularse y permiten hacer comparaciones. Todas éstas actividades son propias de los procedimientos de monitoreo de la información. (Cano, 1992; Spinak, 1996b). Un ejemplo de aplicación es ofrecido en el campo de las Ciencias Agrícolas en América Latina y el Caribe, utilizando, conjuntamente con los indicadores de producción documental, los de gastos en I+D y personal dedicado a las actividades de I+D, en cada uno de los países analizados. Saavedra y Sotolongo (2000) reportan que el estudio cubrió 22 países y fueron evaluados 20 indicadores de forma simultánea, resultando un mapa de la región que refleja la actividad científica, agrupando los países según sus semejanzas.

Los indicadores científicos cuantifican las entradas (personal, equipos, instalaciones y recursos financieros) y también las salidas (libros, artículos, patentes, premios, distinciones y reconocimientos, entre otros), y muestran, precisamente, la condición o estado de la ciencia, pero no permiten ver la proporción de la comunidad científica que debiera dedicarse a algún tipo de investigación, o cuántos artículos debieran publicarse anualmente o qué citas debieran esperarse. La corriente de los indicadores se originó en la década de los ´30 en los países industrializados y fue dirigida hacia las actividades económicas; más tarde, los administradores de la investigación científica se aprovecharon de ellas.

Para medir el desempeño de los investigadores es menester plantearse el problema desde una visión sistémica e integral para obtener resultados más promisorios. Morales-Morejón y Báez (1999) plantean, al respecto, la siguiente tríada para un enfoque sinérgico del quehacer científico:

- producción científica,
- producción documentaria,
- producción citacional.

Estos tres componentes representan, parcialmente, la realidad sobre el rendimiento de los científicos que, en su interrelación con un enfoque económico y otros aspectos sociales, darían una mayor integración desde el punto de vista socio-económico, obteniéndose una visión sinérgica del papel y lugar de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

Los indicadores también miden la actividad, productividad y el progreso, entendiéndose por actividad, el gasto de energía; como productividad, el grado en que la actividad se orienta; y como progreso, la medida según la fracción de la meta alcanzada (Moravcsik, 1985).

Frame (1980) enfatiza el hecho de que la confiabilidad de un buen número de los indicadores internacionales es baja debido a las siguientes consideraciones:

- inconsistencias conceptuales que llevan a la compilación de datos que no son compatibles de país a país, y aun al interior de uno solo;
- la recopilación de datos la realiza personal sin formación idónea, y

- el acopio cuidadoso de datos no es tomado como una actividad relevante.

Dado que la validez de los indicadores varía de indicador a indicador y de situación a situación, esta puede ser baja por las siguientes razones:

- un indicador no siempre refleja la realidad;

- un indicador puede mostrar sólo una visión fraccionada del esfuerzo científico y, en consecuencia, no es de utilidad.

Con el avance de las técnicas computacionales se han desarrollado aplicaciones para la medición del quehacer científico, a partir de combinaciones con la inteligencia artificial; entre las más conocidas están la lógica difusa o aprendizaje inductivo, los algoritmos genéticos y las redes neuronales. Actualmente, las redes neuronales se emplean en diferentes campos, sobre todo como una herramienta práctica en la realización de estudios exploratorios de datos o minería de datos vinculados con los indicadores bibliométricos y los algoritmos de mapas auto-organizados (SOM) (Sotolongo y Guzmán, 2001, 2003).

Los mapas auto-organizados (SOM), o modelo de Kohonen, pueden ser adaptados a los requerimientos bibliométricos, al igual que otros modelos estadísticos de diferentes disciplinas, para facilitar los análisis y representación de sus resultados; para estos fines, las redes neuronales (SOM) están asociadas fundamentalmente con la clasificación de la información a través de la formación de *clusters* y su representación en mapas bidimensionales (Sotolongo y Guzmán, 2001).

**Las revistas científicas editadas en América Latina**

América Latina tiene apenas 0,3 científicos-ingenieros por cada mil habitantes, contrastando con otros países como Japón (que cuenta con 4,1), Israel (3,8), EU (3,7) y la UE (2,7). Cuba resulta la excepción en la región con 1,8 científicos-ingenieros por cada mil habitantes (UNESCO, 1998).

El número de publicaciones científicas no es suficiente en cada país para dar cobertura a cada una de las disciplinas que el desarrollo alcanzado exige. La tendencia se dirige a especializar cada vez más los contenidos de una revista científica. Algunos autores (De Arenas, 1993; De Arenas y col., 2001) plantean que se impone la misión de trabajar para evitar males comunes a todas las publicaciones científicas de los países de la región, como son:

- duplicación innecesaria de revistas especializadas,
- inexistencia de una política editorial,
- duplicación innecesaria de recursos económicos y humanos,
- disminución de la calidad de los contenidos a partir de una baja exigencia en el proceso de arbitraje,
- irregularidad en las revistas.

Asimismo, debe resolverse la contradicción entre la necesidad de reforzar la calidad de sus revistas y el peso dado a las publicaciones en el extranjero de los científicos de la región, y revisarse los aspectos relacionados con:

- derecho de autor,
- especialización de las revistas científicas de la región,
- cooperación nacional y regional,
- canales de distribución y comercialización,
- indización de las revistas en índices bibliográficos y bases de datos,
- factor de impacto y factor de inmediatez,
- ediciones electrónicas,
- asociaciones de editores de revistas científicas.

Un esfuerzo notable se observa, al menos, en cinco países de la región: Perú, México, Brasil, Colombia y Venezuela, en obtener revistas científicas con calidad competitiva, donde sus órganos nacionales de ciencia y tecnología han establecido criterios evaluativos de las revistas existentes, con vistas a apoyarlas financieramente. Se publican en castellano, que es la lengua materna hablada por 400 millones de habitantes, uno de los cinco idiomas oficiales de la ONU, lengua oficial del Tratado de Libre Comercio (TLC), del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), del Pacto Andino, de la Asociación de Estados del Caribe (AEC), de la Unión Europea (UE), y que se habla, además, en 4 de los 5 continentes, por sólo citar algunos elementos que avalan el hecho.

En Cuba, se hacen esfuerzos importantes por encontrar formas adecuadas de atención a las instituciones científicas y en la identificación de los elementos que obstaculizan y retardan los flujos de información y los procesos de ejecución y difusión de los investigadores. Se estudian formas organizativas idóneas para garantizar la gestión de información, tanto desde el punto de vista de rastreo de información nacional e internacional, como de preservación y clasificación de la producción documentaria nacional y su proyección en el exterior como vía de divulgar los resultados científico-técnicos bajo nuestras concepciones ideológicas (CITMA, 2001).

Entre las acciones inmediatas a acometer en el área científica (CITMA, 2001), está la de elaborar un diagnóstico de la situación de las publicaciones científicas, proponer un esquema que permita concentrar las mismas, garantizar mecanismos de financiamiento que garanticen su salida estable y con la calidad requerida y definir las revistas que se consideran como “reconocidas internacionalmente” a los efectos de los indicadores de visibilidad e impacto.

La temática agrícola constituye la mayor aportación de América Latina y el Caribe a las bases de datos internacionales, sólo ligeramente superados por el aporte a la base de datos ICYCT iberoamericana, lo que contrasta con la posición que ocupan las Ciencias Agrícolas en el Directorio Latindex con un rango de 6, según la cantidad de revistas de la región sobre la temática, lo que pudiera ser debido a que los especialistas de la región se ven en la necesidad de publicar en revistas con visibilidad internacional, al carecer de suficientes opciones, y al hecho de que las aportaciones regionales son de interés en otras latitudes, considerando la calidad que se requiere en el ámbito internacional (Gorbea, 1996).

El aporte de América Latina a la literatura científica que tiene influencia o prestigio en el ámbito internacional va en aumento. En el **Science Citation Index** se registran unos 10 000 trabajos de investigación latinoamericanos por año, de unos 650 mil artículos indizados en total (Garfield, 1995); esto equivale a 1,5%, cifra superior al 1% del total mundial registrado en la década del 70. Si bien estos 10 000 artículos son obviamente una pequeña parte de las investigaciones de América Latina, su influencia es enorme porque aparecen en las principales revistas, con lectores de todo el mundo y han sido sujetos a estrictas normas de aceptación de manuscritos.

En estudios posteriores, varios investigadores latinoamericanos han insistido en la inadecuación de las bases de datos del ISI para evaluar el quehacer científico de la región por medio de las publicaciones (Rousseau y Spinak, 1996; Meneghini, 2000; Prat, 2000; Spinak, 2001).

La mayoría de los resultados de la región se publican en revistas regionales o locales, no indizadas por el ISI, y éstas constituyen una forma de comunicación indispensable para los miembros de una comunidad local o regional, donde, generalmente, los temas de investigación ofrecen soluciones a los problemas comunes.

Si la visibilidad es motivo de preocupación, la colaboración multinacional y publicación en las principales revistas internacionales son, al parecer, una estrategia acertada. Sin embargo, esta no es apropiada para toda clase de investigaciones. Hay que mencionar que algunos trabajos muy citados llevan exclusivamente direcciones de autores latinoamericanos. Para realizar este tipo de estudios y vigilar el efecto de la investigación y no únicamente su rendimiento, los datos deben registrarse de forma que permita recuperar la información y hacer un análisis cuantitativo. Las autoridades científicas y el personal de los centros de información de toda la región deberían usar los mismos instrumentos y datos (García y Sotolongo, 1996). Es menester que, para estas investigaciones, un elemento esencial sea la disposición de una base de datos propia (léase local) que refleje, ciertamente, los datos de productividad local, que es el punto de partida para cualquier análisis.

Las investigaciones que para la corriente principal resultan relevantes, para América Latina y los países en desarrollo resultan, en muchas ocasiones, irrelevantes. Los científicos latinoamericanos deben concentrar sus esfuerzos en la solución de los problemas apremiantes que en la región existen y que, para el primer mundo, ya deben estar “resueltos”.

Para medir la visibilidad y el impacto de las producciones documentales generadas en los centros científicos y universidades cubanas tributantes a las Ciencias Agropecuarias, se diseñó una investigación biblio-informétrica. Se partió de la generación de un sistema de base de datos, denominado **AgroUniv***,* con tres tablas principales: **AgroUniv1** con la producción documentaria publicada en el país a través de los nueve títulos de revistas científicas editadas por las universidades y centros científicos del MES, la **AgroUniv2** con la información recopilada en seis bases de datos extranjeras de alcance internacional, de los artículos de las revistas analizadas que se

procesan por estas bases de datos y la **AgroUniv3** con los artículos de la muestra que fueron citados por la comunidad científica internacional y los artículos que los citan (Web of Science). En la Tabla 1 se muestran las revistas objeto de estudio y sus instituciones editoras.

Tabla 1. Revistas agropecuarias cubanas editadas por las universidades y centros científicos del MES.

| Revista | Sigla | Institución editora | Sigla | Primer año de edición |
|---|---|---|---|---|
| *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* | RCCA | Instituto de Ciencia Animal | ICA | 1967 |
| *Revista de Salud Animal* | RSA | Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria | CENSA | 1979 |
| *Revista de Protección Vegetal* | RPV | Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria | CENSA | 1986 |
| *Pastos y Forrajes* | PyF | Estación Exp. Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" | EEPyF | 1978 |
| *Cultivos Tropicales* | CulTro | Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas | INCA | 1979 |
| *Centro Agrícola* | CAgr | Universidad Central de las Villas | UCLV | 1974 |
| *Centro Azúcar* | CAzu | Universidad Central de las Villas | UCLV | 1974 |
| *Revista de Producción Animal* | RPA | Universidad de Camagüey | UC | 1985 |
| *Revista de Ciencias Técnicas Agropecuarias* | RCTA | Universidad Agraria de la Habana | UNAH | 1989 |

**Caracterización de las regularidades en la producción documentaria publicada en las revistas agropecuarias editadas por el MES**

Se realizó la caracterización de las regularidades en la producción documentaria publicada en las revistas agropecuarias editadas por el MES (**AgroUniv1**). En los diez años estudiados fueron publicados 3 474 artículos en las nueve revistas, para un total de 347,4 artículos/año y una media de 38,6 artículos/revista/año; la mayor productividad la alcanzó la **RCCA** con el 22% del total de artículos publicados y una media de 77,1 artículos/año; le siguen la revista **RSA** con el 14% de artículos publicados y una media anual de 49,0 artículos, las revistas **CulTro** y **CAzu**, con 12 y 11% de artículos publicados, respectivamente, y medias de 39,7 y 38,8 artículos/año. Las demás revistas quedaron por debajo de la media anual en producción de artículos/año.

.

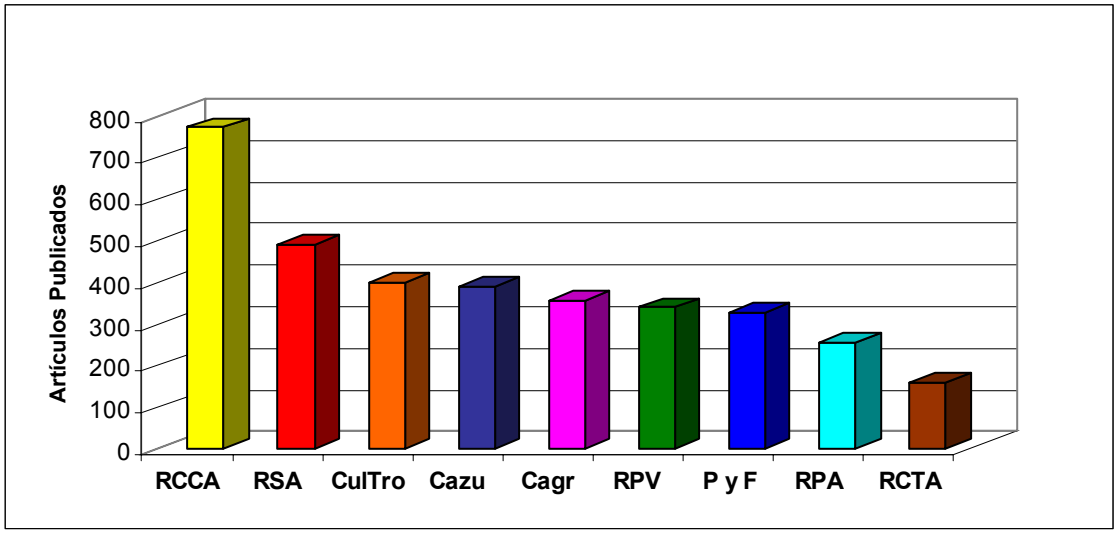



Figura 1. Distribución de artículos publicados por las revistas agropecuarias cubanas.

Los resultados alcanzados por las revistas cubanas, al analizar el indicador No. de artículos publicados por revista, superaron los alcanzados por siete revistas editadas por universidades chilenas, las que tuvieron como promedio 19,4 artículos/revista/año en el periodo de 1996-1998, y cuatro de las revistas cubanas superaron o igualaron en artículos/año a la de mejor comportamiento en ese periodo, la revista **Agrociencia**, que alcanzó un promedio anual 39 artículos/año (Gonzalo-Vargas, 2000).Todas superaron los resultados obtenidos por estudios realizados en publicaciones de algunas universidades españolas que reportaron promedios de 14 artículos/revistas/año (Alvarez-Ozorio y col., 1991).

**Concentración-dispersión de la información (Modelo de Bradford)**

En la Tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de la aplicación del modelo de Bradford a las revistas objeto del estudio. Se definen 4 zonas para lograr un mayor ajuste del modelo. La zona 1, o núcleo de mayor productividad, recae en una revista, la **RCCA**, con 771 artículos, la que puede definirse como altamente productiva, mientras que la zona 2 quedó definida por una revista, la **RSA**, que se puede definir como medianamente productiva; la zona 3 la compone la revista **CulTro**, que se puede evaluar como menos productiva, mientras la zona 4 quedó integrada por las 6 revistas restantes de la muestra, que se evaluaron, según los criterios de Bradford, como escasamente productivas.

Tabla 2. Aplicación del Modelo de Bradford a las revistas cubanas (4 zonas).

| Zonas | Revistas x Zona | Artículos x Zona | Coef. Parcial Bradford |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 771 | |
| 2 | 1 | 490 | 1 |
| 3 | 1 | 397 | 1 |
| 4 | 6 | 1 816 | 7.52 |

**Autores: su productividad a través de los modelos de Lotka y Bradford**

La producción documentaria de los autores cubanos alcanzó una media general de 2,12 artículos en los 10 años, que resulta baja al compararla con los lineamientos de publicación establecidos para la evaluación de sus Centros de Investigación por el MES para el año 2001, de 1,2 artículos por investigador al año, lo que sugiere la revisión de este indicador dadas las posibilidades reales que existen en el país para su cumplimiento. Del total, 40 investigadores, 2,54% del total, publicaron más de 10 artículos, mientras que 984, o sea el 62,59%, publicó solo 1 artículo en las revistas estudiadas.

Aplicando el modelo de Lotka a la muestra analizada, se pudo clasificar la productividad de los autores agropecuarios cubanos según los criterios que establece esta ley en:

- grandes productores: con más de 10 trabajos,
- medianos productores: de 9 a 2 trabajos,
- pequeños productores: con un sólo trabajo.

A partir de la tabla de distribución de frecuencia de artículos/autores, se aplicó el modelo Lotka. La K observada fue 1 572 autores y la K calculada 1 444 autores, donde $\alpha$ = 2,317, lo que significa que el 72,04 % de los autores ha publicado, al menos, 1 artículo, por lo que se puede inferir que la base de datos presenta una buena cobertura de la producción documentaria en esta disciplina.

**Análisis temático de la producción documentaria de los autores agropecuarios que publican en las revistas del MES**

En la Figura 2 se muestra la distribución de las categorías temáticas de los artículos de las revistas analizadas, con valores mayores de 40 artículos publicados en el periodo analizado, las que están más fuertemente relacionadas con los programas de investigación priorizados en el país; en ella puede observarse que las mayores representaciones corresponden a los artículos que tratan sobre el cultivo de la caña de azúcar (326) e industria azucarera (133), que se corresponden con el PNCT “Agroindustria Azucarera”; siguen las categorías alimentación animal (240), plantas forrajeras (178), producción animal (127), cultivo de la papa (69), ganado bovino (66), producción de leche (57), tomate (56), pollo de engorde (52), pastoreo (41) y reproducción animal (40), categorías todas que están directamente relacionadas con el PNCT “Producción de Alimentos”; las categorías genética vegetal y variedades de plantas (40 $^{c}/_{u}$) se corresponden con el PNCT “Mejoramiento Vegetal y Recursos Fitogenéticos” y el tema de la biotecnología, con 48 artículos, se corresponde con el PNCT “Biotecnología”.

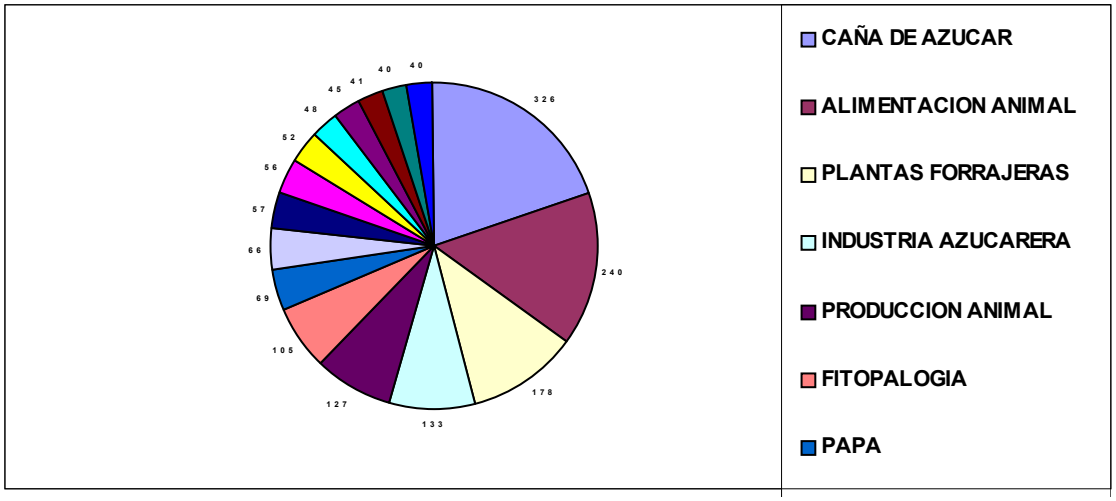



Figura 2. Comportamiento de la frecuencia de categoría temática de las revistas agropecuarias analizadas.

**Caracterización de la visibilidad de las revistas agropecuarias analizadas a través del estudio de seis bases de datos extranjeras**

Se realiza el análisis en **AgroUniv2**, que incluye 4 889 registros, con la contribución de 4 116 autores, cubriendo el periodo de diez años entre 1989 y 1998. La Figura 3 muestra el número artículos procesados a cada revista analizada.

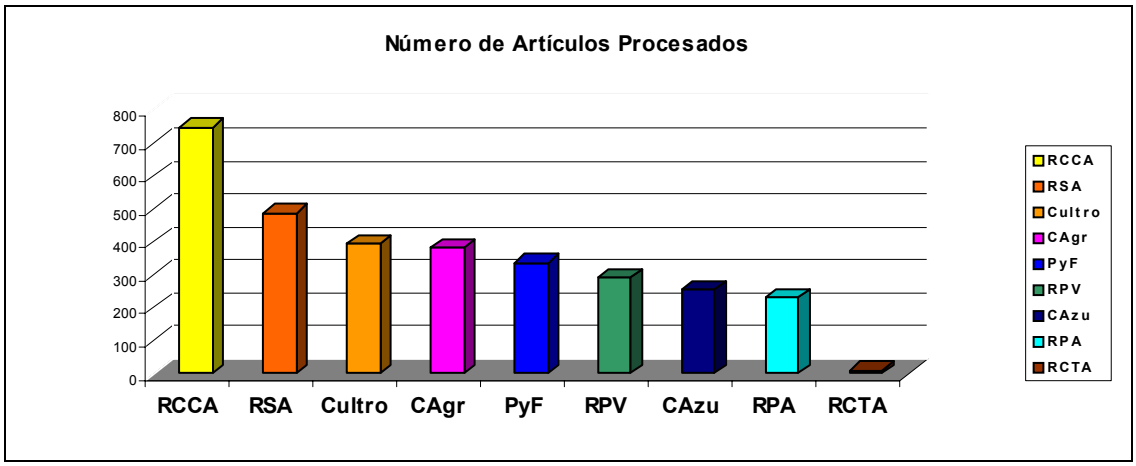



Figura 3. Representación del número de artículos procesados por revista.

Las revistas con mayor representación de artículos fueron **RSA**, **PyF** y **CulTro**, a las que se les procesó el 99% de los artículos publicados en la etapa analizada, mientras que a **CAgr** *y* **RCCA** se les procesó, por parte de las bases de datos analizadas, el 98% y 97%, respectivamente. A las revistas **RPA** y **RPV** se les procesaron el 92% y 89%, respectivamente, de los artículos publicados y, por último, de **RCTA** se recuperaron solo nueve artículos, para un 6% de lo publicado (Fig.3).

En la Tabla 3 se muestra el número de artículos procesados de los autores que publican en las revistas agropecuarias del MES, en las diferentes bases de datos estudiadas y su análisis tabular del aporte por revista analizada. Como puede observarse, la base de datos que mayor representación hace de la producción documentaria publicada en las revistas agropecuarias editadas por el MES es **Agris***,* y las revistas más representadas fueron **RCCA** (748), **RSA** (487) y **CulTro** *y* **CAgr** (392 y 381, respectivamente).

La **Cab Abstracts**, hoy denominada **CABI** y seccionada en varias bases por su especialidad, está directamente relacionada con el tema agropecuario y tiene un cubrimiento que abarca la mayoría de las revistas agropecuarias del mundo (Ulrich's, 2001). De las revistas analizadas, las que más artículos aportaron fueron **RCCA**, **PyF**, **CAgr**, **CulTro** y **RSA***,* las de mayor visibilidad y, a través de ellas, se hacen visibles sus autores y centros respectivos. La base de datos **Medline**, relacionada con las ciencias médicas, biotecnología, biología molecular, desarrollo de medicamentos, vacunas y medios de diagnóstico, hace preferencia por las revistas **RSA** y **PyF**.

La base de datos **Agrícola***,* con criterios de selección muy rígidos, no procesa a las revistas cubanas; sin embargo, en ella se pudieron recuperar aportes de las revistas de la UCLV. La base de datos **IPA**, especializada en los temas de farmacología, específicamente, incluye a las revistas del CENSA, que incorporaron, en la década analizada, los temas de investigación relacionados con medicamentos, vacunas y medios diagnósticos. La base de datos **Eric**, especializada en los temas de educación y pedagogía, no procesó ningún artículo de los autores cubanos analizados; su estudio se considera un resultado de esta investigación, ya que permite conocer el cubrimiento nulo de la misma a los temas agropecuarios relacionados con la docencia.

Tabla 3. Distribución de los artículos cubanos indizados en las bases de datos internacionales por revista.

| **Base de Datos** | **RCCA (%)** | **PyF (%)** | **Cagr (%)** | **Cul Tro (%)** | **RSA (%)** | **CAzu (%)** | **RPV (%)** | **RPA (%)** | **RCTA (%)** | **Total** | **% Rev. Agrop.** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agris | 748 (24) | 336 (10) | 381 (12) | 392 (13) | 487 (16) | 255 (8) | 293 (9) | 232 (7) | 9 (0,3) | 3 133 | 75 |
| CAB Abs. | 329 (26,8) | 182 (14,8) | 143 (11,6) | 132 (10,7) | 127 (10,3) | 108 (8,8) | 103 (8,4) | 96 (0,8) | 8 (0,6) | 1 228 | 67.63 |
| Med-line | 18 (18,4) | 107 (23,4) | 97 (21,2) | 23 (5,03) | 111 (24,3) | 73 (16) | 27 (6) | 0 | 1 (6,8) | 457 | 5.92 |
| AGRÍ-COLA | 10 (5,7) | 4 (2,3) | 80 (45,5) | 8 (4,5) | 0 | 59 (31,8) | 3 (1,7) | 12 (6,8) | 0 | 176 | 17.33 |
| IPA | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 (81) | 0 | 7 (19) | 0 | 0 | 37 | 2.86 |
| ERIC | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

### Visibilidad de las instituciones científicas

La visibilidad institucional se muestra en la Tabla 4, donde aparecen los artículos recuperados en las diferentes bases de datos, distribuidos por institución. Las instituciones que mayor número de artículos aportaron a las bases de datos fueron el CENSA y la UCLV, que editan, en la disciplina estudiada, dos revistas científicas respectivamente; súmese a ello el prestigio de los colectivos de autores con que cuentan estas instituciones, sus relaciones de colaboración nacional e internacional y la estabilidad temática que presentan.

Tabla 4. Distribución de los artículos procesados según la institución del primer autor.

| Nombre Base Datos | No. de Artículos | ICA | CENSA | EEPyF | INCA | UCLV | UNAH | UC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Agris | 3 133 | 748 | 780 | 336 | 392 | 636 | 9 | 232 |
| CAB Abst. | 1 228 | 329 | 230 | 182 | 132 | 251 | 8 | 96 |
| Medline | 457 | 18 | 138 | 107 | 23 | 170 | 1 | 0 |
| AGRÍCOLA | 176 | 10 | 3 | 4 | 8 | 139 | 0 | 12 |
| IPA | 7 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 5 031 | 1 105 | 2 383 | 629 | 555 | 1 196 | 18 | 108 |

La colaboración nacional e internacional que recibieron, las publicaciones analizadas, de otras instituciones, pudo estimarse y los resultados se muestran en las Figuras 4 y 5. En ellas pueden verse las instituciones nacionales y extranjeras que mayor colaboración tuvieron en la etapa analizada con las publicaciones y Centros de Investigación objeto de estudio, lo que puede contrastar con el “aislamiento de la ciencia cubana” planteada por diferentes autores. Las Figuras 6 y 7 muestran las publicaciones nacionales y las extranjeras en que más publicaron los autores analizados en la etapa estudiada.

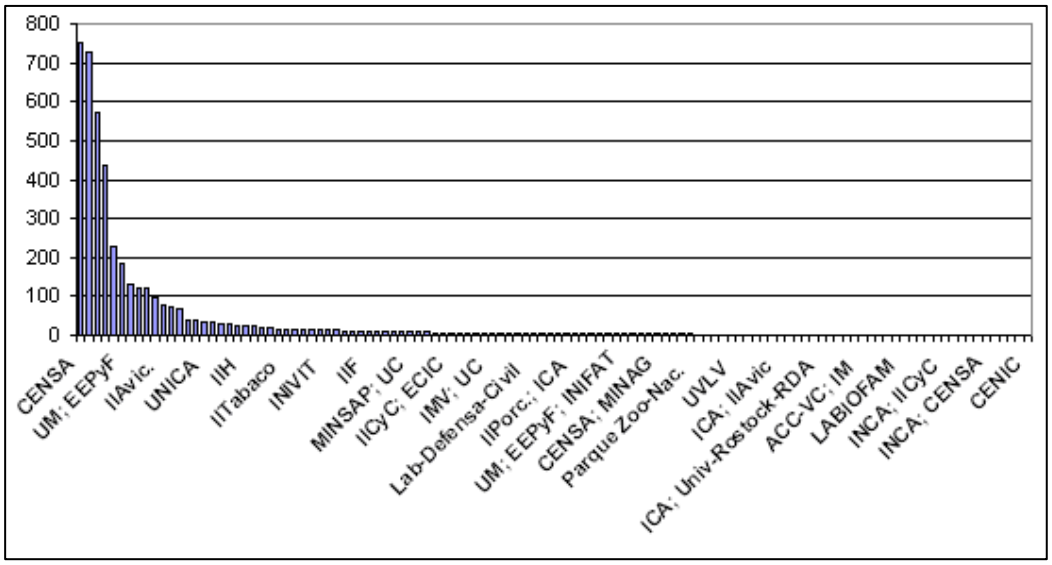



Figura 4. Instituciones nacionales de mayor colaboración con la edición de las revistas estudiadas.

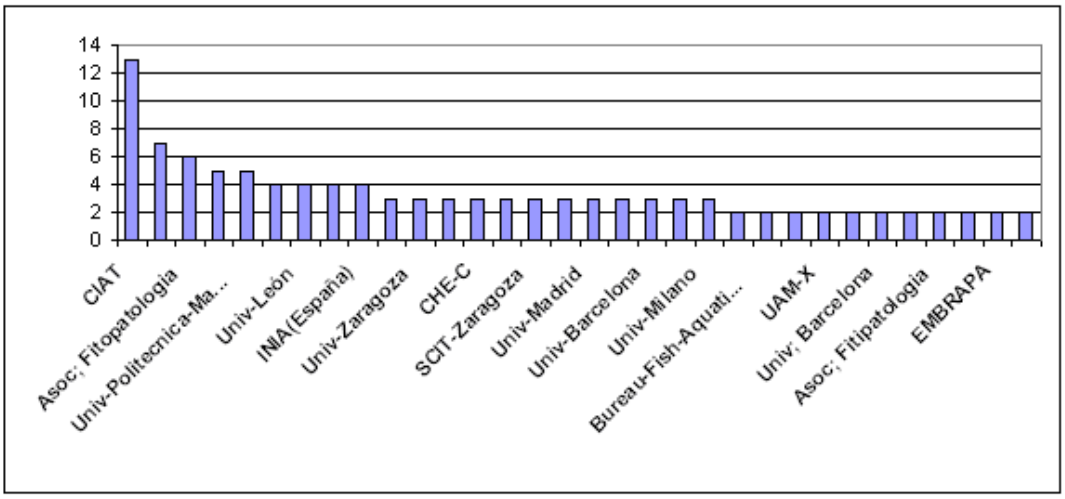



Figura 5. Instituciones extranjeras que mayor aporte realizaron las revistas nacionales.

En la recuperación de los artículos de los autores que publican en las revistas agropecuarias del MES, en las seis bases de datos de alcance internacional, se detectó que 3 133 artículos, el 64%, fueron publicados en las revistas cubanas analizadas y el 36% restante fueron publicados en 43 títulos de otras revistas nacionales (Figura 6) y en 240 títulos de revistas internacionales (Figura 7), lo que demuestra la visibilidad nacional e internacional.

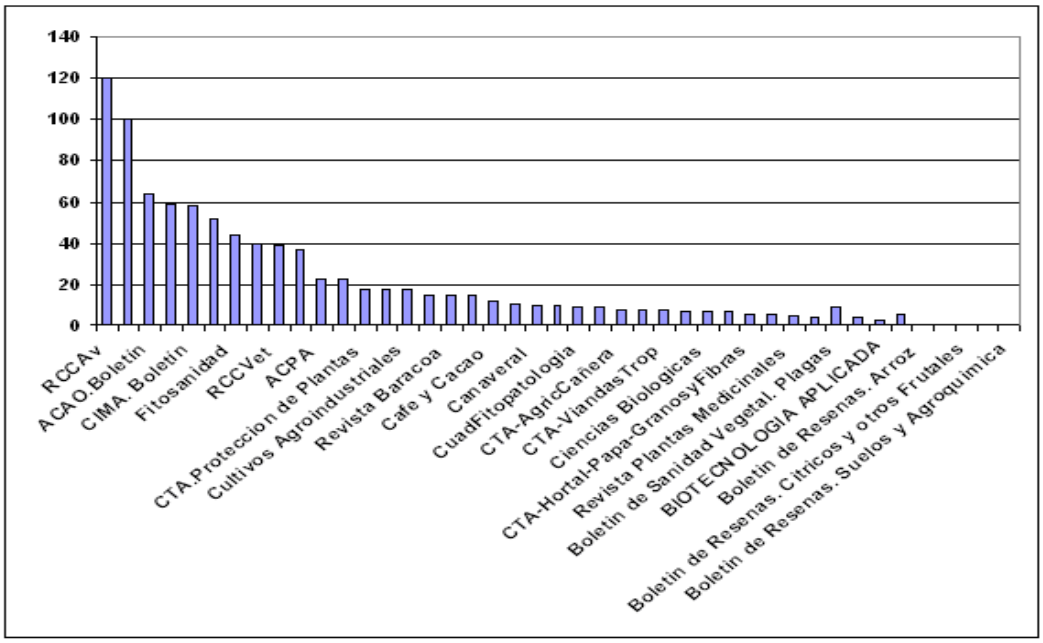



Figura 6. Revistas nacionales donde publicaron los autores de las revistas agropecuarias analizadas.

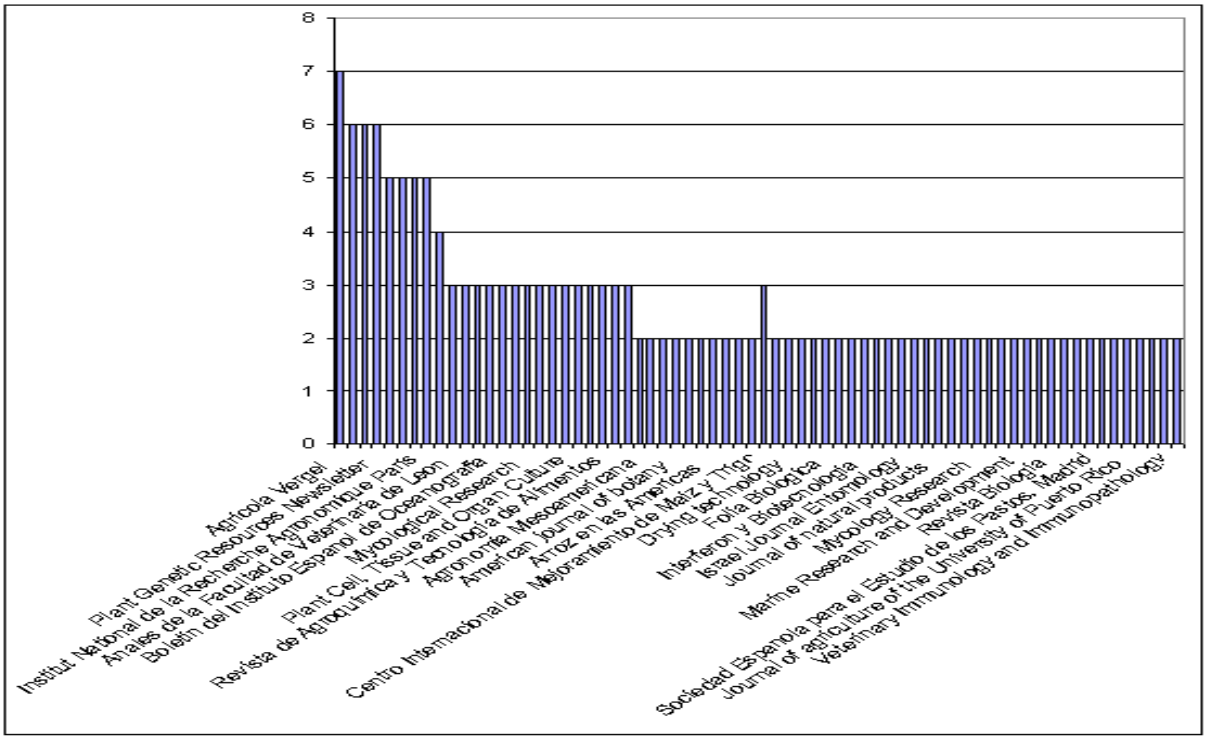



Figura 7. Revistas extranjeras donde publican los autores de las revistas analizadas.

La presencia de artículos de autores cubanos en revistas de países desarrollados como Japón, Holanda, Gran Bretaña, Estados Unidos y Francia (Tabla 5), donde se sometieron a rigurosos procesos de selección y arbitraje por expertos de universidades prestigiosas del primer mundo, da una imagen de la calidad de las investigaciones agropecuarias cubanas y que fueron publicados en revistas de la corriente principal que, por el hecho de ser procesadas por el ISI, tienen impacto internacional.

Tabla 5. Principales revistas internacionales (y su impacto) donde han publicado los autores agropecuarios analizados.

| Revistas Internacionales donde publican los autores agropecuarios analizados | Número de artículos publicados | País editor | Factor de Impacto (JCR, 2001) |
|---|---|---|---|
| Agricola Vergel | 7 | ES | |
| HortScience | 6 | US | 0,51 |
| Plant Genetic Resources Abst. | 6 | US | 0,51 |
| Archives of Animal Nutrition | 5 | SZ | 0,81 |
| AGRONOMIE | 5 | FR | 0,53 |
| Theriogenology | 4 | US | 1,92 |
| Annals of Botany | 3 | GB | 1,32 |
| Biotechnology Techniques | 3 | NL | 0,16 |
| International Sugar Journal | 3 | GB | 0,08 |
| Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology | 3 | GB | 1.08 |
| Mycological Research | 3 | GB | 1,15 |
| Physiologia Plantarum | 3 | CZ | |
| Plant Cell, Tissue and Organ Culture | 3 | JP | 0,49 |
| Radiation Physics and Chemistry-International Journal | 3 | GB | 0,51 |
| Vaccine | 3 | GB | 3,17 |
| Agronomy Journal | 2 | US | 0,79 |
| American Journal of Botany | 2 | US | 2,38 |
| Animal Feed Science and Technology | 2 | IT | 0,9 |
| International-Study-Social-Insects | 3 | US | |
| Euphytica | 2 | NE | 0,69 |
| Journal of Agricultural and Food Chemistry | 2 | US | 1,45 |
| Journal of Clinical Microbiology | 2 | US | 3,67 |

Al agrupar los artículos según su fecha de publicación, se aprecia un aumento en los años 1989, con 646 artículos, 1991, con 678, y 1995, con 713. Un notable descenso se advierte en los años ‘97 y ’98 y que puede deberse a la demora en la salida de las revistas agropecuarias cubanas en estos años, debido, fundamentalmente, a las limitaciones financieras y problemas con las casas impresoras, lo que retrasó el procesamiento por las bases de datos extranjeras y no pudieron computarse en la década analizada.

### Análisis temático

En la Figura 8 se muestran las categorías temáticas más visibles de las revistas nacionales agropecuarias editadas por el MES; los temas relacionados con los estudios locales, bajo el término CUBA, son los de mayor visibilidad con 279 artículos, mientras los términos VARIEDADES DE PLANTAS (263), FISIOLOGÍA VEGETAL (253), ALIMENTACIÓN ANIMAL (217), aquellos relacionados con GANADO PORCINO y BOVINO (109 y 108), PRODUCCIÓN AGRÍCOLA, TOMATE y PRODUCCIÓN ANIMAL (104, 103 y 100) y PASTOS y PRODUCCIÓN DE LECHE (98 y 91 artículos, respectivamente), responden a los temas priorizados por el país para las estrategias del desarrollo de la ciencia y la técnica (CITMA, 2000).

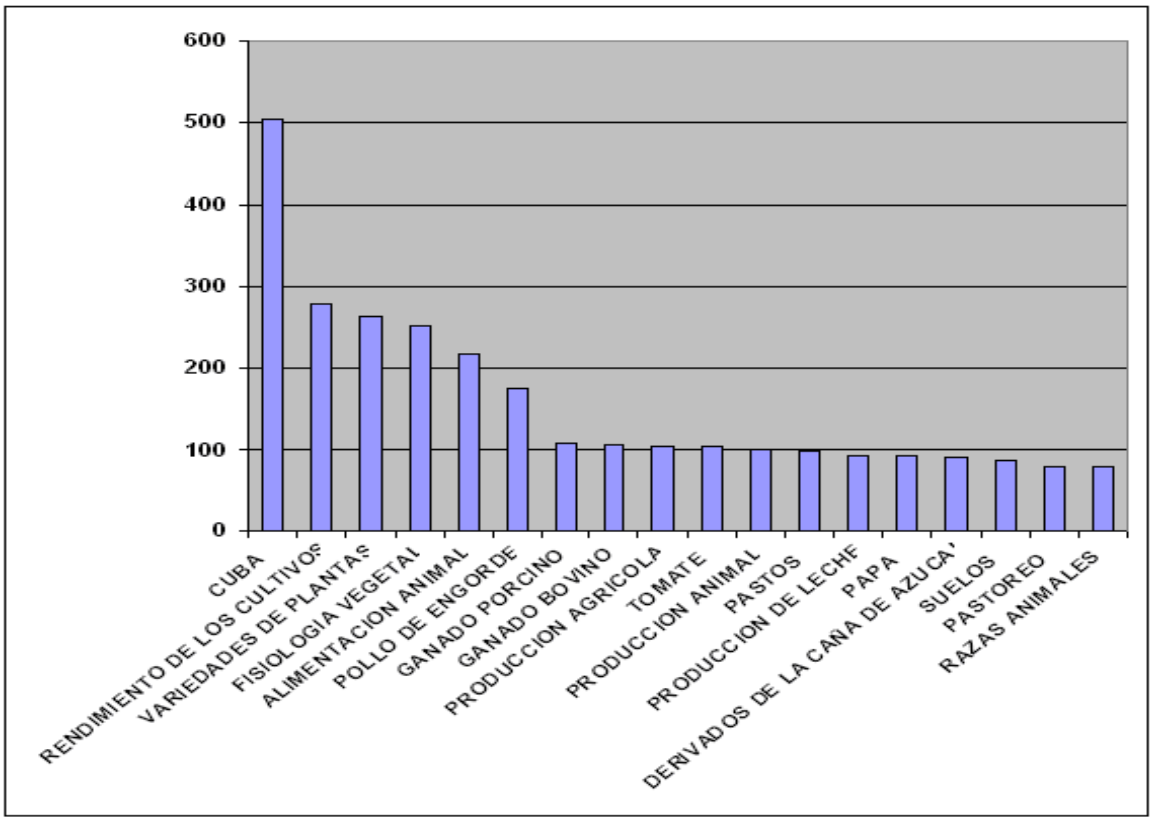



Figura 8. Categorías temáticas más visibles de las revistas analizadas.

### Impacto de las ciencias agropecuarias cubanas medido a través de las citas

Varios autores proponen calcular el factor de impacto de las revistas que no están indizadas en el SCI; así, Van Hooydonk (1998) propone calcular el Factor de Impacto a las revistas no procesadas, por el método del Impacto Relativo.

En la Tabla 6 se muestran los resultados de las distintas relaciones (IP obs., IP esp. y Puntaje o score) para el cálculo del Factor de Impacto Relativo (FIR).

Tabla 6. Relación de los Impactos Relativos de las revistas agropecuarias cubanas.

| Revista | P | AC | CIT | FI obs. (CIT/AC) | FI esp. (CIT/P) | Puntaje (AC/P) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **CAzu** | 1 063 | 8 | 14 | 1,75 | 0,01 | 0,01 |
| **CAgr** | 888 | 13 | 15 | 1,15 | 0,02 | 0,01 |
| **CulTro** | 1 106 | 34 | 36 | 1,06 | 0,03 | 0,03 |
| **RPA** | 445 | 16 | 18 | 1,13 | 0,04 | 0,04 |
| **RPV** | 451 | 9 | 13 | 1,44 | 0,03 | 0,02 |
| **RSA** | 908 | 91 | 133 | 1,46 | 0,15 | 0,10 |
| **RCCA** | 1 548 | 486 | 868 | 1,79 | 0,56 | 0,31 |
| **PyF** | 758 | 171 | 243 | 1,42 | 0,32 | 0,23 |

**P**: (No. de artículos publicados)
**AC**: (No. de artículos citados)
**CIT**: (No. de citas)
**FI obs**: (Factor de Impacto observado)
**FI esp:** (Factor de Impacto esperado)
**Puntaje o Score**: (Relación entre artículo citado y publicado)

La Figura 9 muestra el resultado de un análisis CIT/P, donde se calcularon los impactos observados y esperados y el puntaje o score, según los datos suministrados por el ISI para ocho de las nueve revistas estudiadas.

La **RCCA** presenta el mayor Impacto (FIR), de 1,79, seguida por **CAzu** con 1,75, la **RSA** con 1,46 y la **RPV** con 1,44; las revistas **PyF** y **CulTro** se acercan a estos resultados, con valores de 1,42 y 1,15, respectivamente, lo que demuestra que, a pesar de no estar incluidas en la base de datos ISI, tienen impacto y los datos son aportados por la misma base de datos ISI al procesar las revistas que las citan.

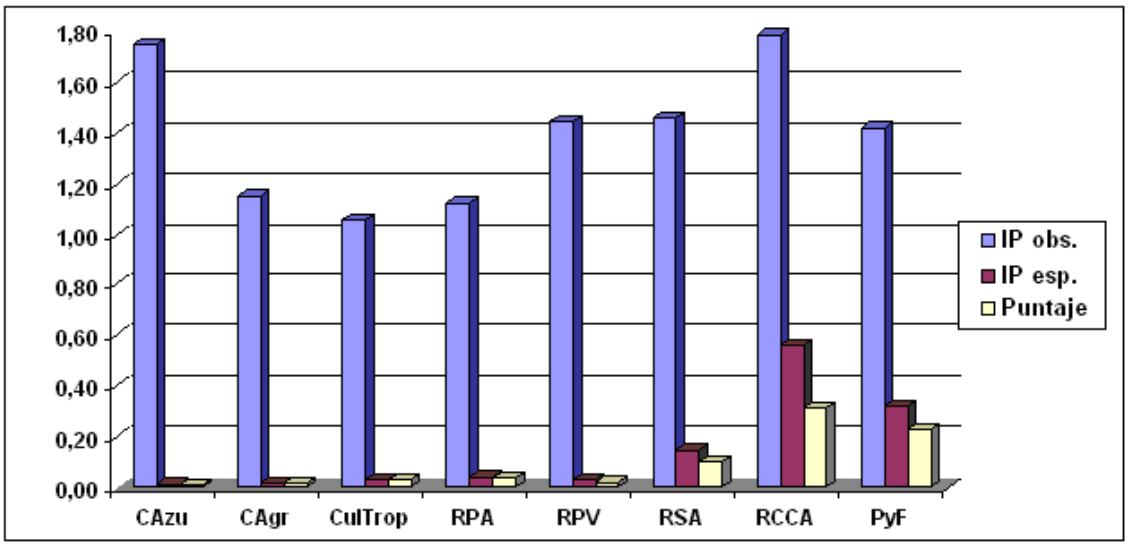



Figura 9. Comportamiento del impacto en las revistas cubanas.

**CIT/P relacionados**

Van Hooydonk (1998) plantea que existe una relación directa entre la producción de artículos de una revista y su valor de impacto (Rousseau y Van Hooydonk, 1996). Este efecto es demostrado en esta investigación, ya las revistas cubanas de mayor productividad son las más citadas; sin embargo, su Factor de Impacto no se comporta de igual modo, como se puede observar en la Figura 9.

**Relación CIT/P para las revistas dentro de su disciplina científica.**

La Figura 10 da la relación CIT/P para las 57 revistas internacionales seleccionadas para el estudio dentro de la disciplina Agriculture & Dairy Science. Las revistas (algunas de ellas publicadas en países desarrollados) que están situadas por debajo de la línea bibliométrica aplicada a esta disciplina se encuentran muy alejadas de la media internacional. Los valores para la **RCCA** están por debajo del rango internacional, cuando se compara con las revistas internacionales, lo cual es un claro contraste con su situación (Torricella y col., 2000).

La Figura 11 da la relación CIT(P) para las 8 revistas nacionales. Las revistas cubanas están situadas en grupo y resaltan las tres más citadas con mayor Factor de Impacto (**RCCA, RSA, PyF**). Esta relación CIT/P muestra la línea bibliométrica definida por las revistas internacionales dentro de la disciplina Agriculture, Dairy and Animal Science, y puede observarse que su tendencia coincide con la definida por las revistas agropecuarias cubanas (Figura 10) aunque éstas se encuentran aún muy alejadas de la media internacional definida para esta disciplina.

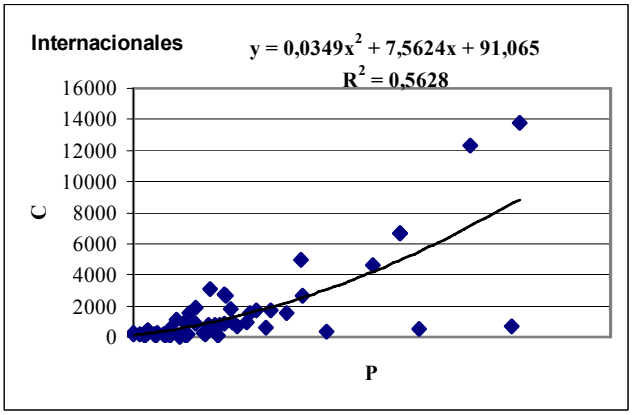



Fig. 10. Relación CIT/P para las revistas internacionales.

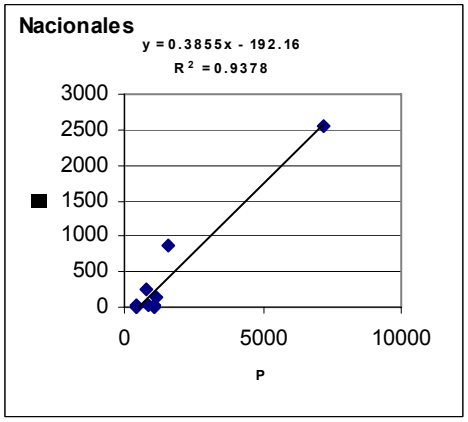



Fig.11. Relación CIT/P para las revistas nacionales

Usando los criterios de Price (1970) y Garfield (1979b), que aceptan la premisa de que si un documento es citado al menos una vez en 10 años, la distancia de 10 años en el SCI contiene las citas de toda la literatura científica significativa que ha sido reconocida, podemos inferir que los autores agropecuarios cubanos con una frecuencia de citas mayor o igual a 4 constituyen el núcleo de mayor repercusión en la diseminación del conocimiento científico internacional. El Impacto Relativo es mayor que 1 para todos los autores y los rangos oscilan entre 1,00 y 9,00, respectivamente.

Los artículos antes mencionados pertenecen, en el mismo orden, a las revistas: **RCCA**, **PyF**, **RSA**, **CAgr** y **CAzu**, y los temas representados están dentro de los campos de la nutrición, manejo y salud animal, la agronomía, el cultivo de la caña de azúcar y la industria azucarera.

Los autores de mayor impacto fueron seleccionados entre los que obtuvieron más de 10 citas en el periodo analizado, según los criterios de Garfield (1979a), y la Tabla 7 resume datos de las revistas extranjeras que citan a las revistas agropecuarias estudiadas. Ella está estructurada en ocho columnas y en la segunda se recoge el resultado de una previa clasificación que se les aplicó a las revistas, según su cubrimiento temático. Las categorías fueron valoradas entre 1 y 4, donde la categoría 1 fue asignada a las revistas internacionales con temáticas de carácter general, la 2 a las revistas internacionales con temática de carácter especial, la 3 a las revistas de temática local y la 4 las revistas de tipo revisión (**Reviews**, **Advances**). En la quinta se muestra una clasificación por tipo de centro de afiliación, si es universidad (U), **i**nstitución (I) u organismo gubernamental (O) y, en las restantes, se recoge el Factor de Impacto, el país de la revista y el idioma en que está publicado.

La mayor frecuencia de citas (entre 18 y 10) a las revistas cubanas analizadas, pertenecieron a las revistas científicas brasileñas **Brasilian Journal of Animal Science** (**Bras. J. Anim. Sc.**), **Pesquisa Agropecuaria Brasileira** (**Pesq. Agrop. Bras.**) y **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinaria y Zootecnia** (**Arq. Bras. Med. Vet. Zoo.**). Estas revistas son editadas por instituciones de investigación científica y por una

universidad, todas en idioma portugués, y las tres responden a la categoría 3 (de temática local), lo que demuestra la estrecha relación que existe entre los problemas objeto de atención de la agricultura brasileña y la cubana.

Las revistas **Animal Feed Science and Technology**, de la Universidad de Padua en Italia, la **Small Rumiants Research**, de la Universidad de Delaware en Estados Unidos, la **Tropical Animal Heath Production**, de la Universidad de Reading de Inglaterra, la **Seed Science Tecnhology** y la **Florida Entomology**, de la Universidad de Louisiana, en Estados Unidos, con categorías de 2 (internacionales de temática especial), respectivamente, muestran el carácter de interés internacional de nuestras investigaciones en países como Italia, Estados Unidos e Inglaterra.

La **Asian Austral Journal Animal Science** de la Universidad Agrícola de Bangladesh, la **Journal University of Puerto Rico** y la **American Journal of Enology & Viticulture** de Estados Unidos, con categoría 2, son altamente especializadas en sus temáticas, por lo que se requiere de investigaciones puntuales para publicar en ellas. La **Livestock Prod. Science** de la Universidad IFE de Nigeria y la **Photosyntetica** de la Academia de Ciencias Checa, la **Journal Chemical Eng. Data** y la **Agricultural Wastes** del Instituto de Investigaciones Veterinarias de la India, con categoría 1 (internacional–general), publican generalmente investigaciones básicas, por lo que se evidencia una representación de investigaciones básicas por parte de nuestras revistas. El 92% de las revistas que citan a las revistas cubanas están publicadas en inglés, lo que rompe el paradigma de la barrera idiomática entre los científicos (Bracho y col., 1997).

Los países que más han citado a nuestras revistas son: Brasil con 53 revistas; Estados Unidos con 28 revistas; México y Venezuela con 18 revistas cada uno; España y la India con 11 y 10 revistas, respectivamente; Alemania con 8 revistas; Francia y la antigua Checoslovaquia con 6; Nigeria y Suecia con 5 revistas cada uno y Egipto con 4. El resto de los países, solo aportó citas a través de una revista.

La distribución geográfica de los países que citan a nuestras revistas se comporta de la siguiente forma: Europa con 14 países, Asia con 12 países, África con 4, América del Norte con 2, Australia con 1 y 10 en América Latina, lo cual demuestra la diseminación de la información de nuestras revistas por todos los continentes, a pesar de tener limitadas suscripciones, fenómeno que se atribuye a la fuerte actividad de intercambio científico-informativo que sostienen los centros editores a través del canje de información y la colaboración internacional (Mesa-Fleitas, 1995).

El impacto de las revistas cubanas analizadas es evidente, a pesar del aislamiento a que han querido someter al país, del férreo bloqueo que impide el normal desenvolvimiento de las investigaciones que se desarrollan en condiciones extremas en cuanto a la falta de equipos, reactivos, información suficiente y completa en el momento en que se necesita y de las limitaciones que puede traer el hecho de que la mayoría de los resultados se publiquen en idioma español, evidenciando que las Ciencias Agropecuarias cubanas son tenidas en cuentas por la comunidad científica internacional para la generación de nuevos conocimientos. Los centros científicos que

más citaron a nuestras revistas son la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) con 30 citas, Universidad de Zulia de Venezuela con 10 citas, la Universidad de la Florida en Estados Unidos con 6 y el Instituto Nacional de Investigaciones Agronómica (INRA) de Francia con 5 citas, información que sugiere a nuestros investigadores que en estos países existe un núcleo importante de posibles colaboradores y debieran tenerse en cuenta para la gestión de futuros proyectos de investigación y el fomento de los frentes internacionales de investigación.

Tabla 7 Principales revistas citantes a las revistas agropecuarias cubanas.

| Título Revista | Categ. rev. | No. Citas | Centro Citante | Tipo Centro | FI | País | Idio. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Brasilian J. Animal Science | 3 | 18 | EMBRAPA | I | | BR | por. |
| Pesquisa Agrop. Bras | 3 | 15 | Instituto Zootecnia | I | 0,02 | BR | por. |
| Arq. Bras. Med. Vet. Zoo. | 3 | 10 | Univ. Bellohorizonte | U | 0,08 | BR | por. |
| Animal Feed Sci. and Tech. | 2 | 10 | Padua Univ | U | 0,72 | IT | ing. |
| Asian Aust. J. Animal Sci. | 3 | 8 | Bangladesh Agr. Univ. | U | 0,45 | BN | ing. |
| Florida Entomologist | 3 | 7 | Univ. Louisiana | U | 0,47 | US | ing. |
| Rev. Cient. Fac. Cienc. Vet. | 3 | 7 | Univ. Zulia | U | 0,09 | VE | esp. |
| Small Rumiant Res. | 2 | 7 | Univ. Colima | U | 0,36 | MX | ing. |
| Trop. Anim. Heath Prod. | 2 | 7 | Univ. Reading | U | 0,33 | UK | ing. |

### Análisis comparativo entre las revistas científicas agropecuarias editadas por las universidades y centros investigativos del MES

En el análisis comparativo realizado entre las revistas estudiadas para determinar sus semejanzas y diferencias, se determinó que las tres variables: número de artículos publicados por revista analizada, número de artículos procesados por las seis bases de datos extranjeras de alcance internacional y número de artículos citados por la comunidad científica internacional, mostraron diferencias significativas, donde P resultó menor que 0,05.

Para la medición de la visibilidad y el impacto de la producción documental agropecuaria objeto de este estudio, se construyó (y se propone) el “indicador de visibilidad-impacto”, a partir de una matriz con las tres variables seleccionadas por su grado de importancia en el análisis y para lograr una valoración integral de los datos. Esta matriz fue analizada usando el método de análisis de cluster (*Statistica-K means-Clustering*) y un análisis factorial (*Statistica-Factor Analysis*).

En la Figura 12 se observan los resultados del análisis realizado, distribuyéndose las revistas en cuatro grupos o clases. El primer grupo quedó integrado por la revista **RCCA** ubicado en el cuarto cuadrante, cercana al eje X, y con altos resultados de

visibilidad e impacto, aunque en menor medida de visibilidad (y); el segundo, por las revistas **RSA**, **CulTro** *y* **CAzu**, ubicadas muy cercanas a ambos ejes (X e Y), con altos resultados de visibilidad e impacto; un tercer grupo está ubicado en el segundo cuadrante, con las revistas **CAgr**, **PyF** y **RPA**, destacándose por sus altos resultados de visibilidad y, en menor medida, de impacto; y, por último, la **RPV**, ubicada en el cuarto cuadrante, con un comportamiento similar a **CAzu**, pero con mayor visibilidad, a pesar de tener un bajo valor de impacto. La proporción entre artículos procesados y total de artículos publicados supera el 99%.

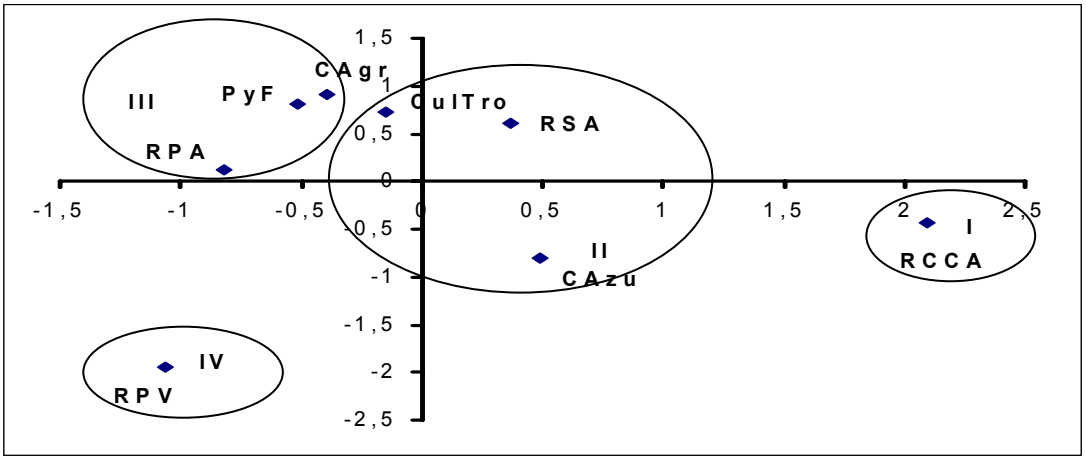



Figura 12. Mapeo de la agrupación de las revistas agropecuarias cubanas según su visibilidad-impacto.

Ding Chowdhury (1999) obtuvo grupos o clases entre el conjunto de elementos que conformaron sus unidades de observación al construir una matriz de co-citas, basada en las frecuencias de citas en común de revistas, autores y descriptores. Los datos en la matriz fueron de cada perfil de co-citas que, posteriormente, se convirtió en una matriz de correlación de Pearson, con el propósito de indicar la similitud o diferencia entre cada par.

En la Tabla 8 se muestran los valores que tomaron las variables estudiadas: número de artículos publicados por las revistas agropecuarias cubanas, número de artículos procesados por las seis bases de datos objeto de estudio, número de artículos citados de cada una de las revistas estudiadas y el porcentaje que representaron estos valores para la construcción del indicador visibilidad-impacto. Notese que el 89.89 % de los artículos publicados en las revistas estudiadas fueron procesados por las bases de datos extranjeras de alcance internacional analizadas y que, a pesar de que solo la revista **RCCA** es procesada por el SCI, el 23.82 % del total de artículos aparecen citados por la comunidad científica internacional.

En la Figura 13 se muestra el modelo:

$$\mathbf{z = 9.815 - 0.626x + 0.269\ y + 0.028x^2 - 0.035xy + 0.012y^2}$$

que define la superficie de predicción del número de artículos citados (**z**) a partir del número de artículos publicados (**x**) y el número de artículos procesados (**y**) para los autores agropecuarios cubanos. La forma cóncava de la superficie indica que se alcanza un valor mínimo si se disminuye en gran medida el número de artículos procesados.

Tabla 8. Relación de artículos publicados por las revistas agropecuarias cubanas, indizados por cinco bases de datos extranjeras y citados por la comunidad científica internacional.

| Revista | No. art. pub. | No. art. proc. | Proc./Pub. (%) | No. art. cit. | Cit./Pub. (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| **RCCA** | 771 | 748 | 97.02 | 486 | 62.04 |
| **RSA** | 490 | 487 | 99.39 | 91 | 18.57 |
| **CulTro** | 397 | 392 | 98.74 | 34 | 8.56 |
| **CAzu** | 388 | 381 | 98.20 | 8 | 2.06 |
| **CAgr** | 354 | 255 | 72.03 | 13 | 3.67 |
| **RPV** | 338 | 336 | 99.41 | 9 | 2.66 |
| **PyF** | 326 | 293 | 89.88 | 171 | 52.45 |
| **RPA** | 253 | 232 | 91.70 | 16 | 6.32 |
| **TOTAL** | 3 475 | 3 124 | 89.89 | 828 | 23.82 |

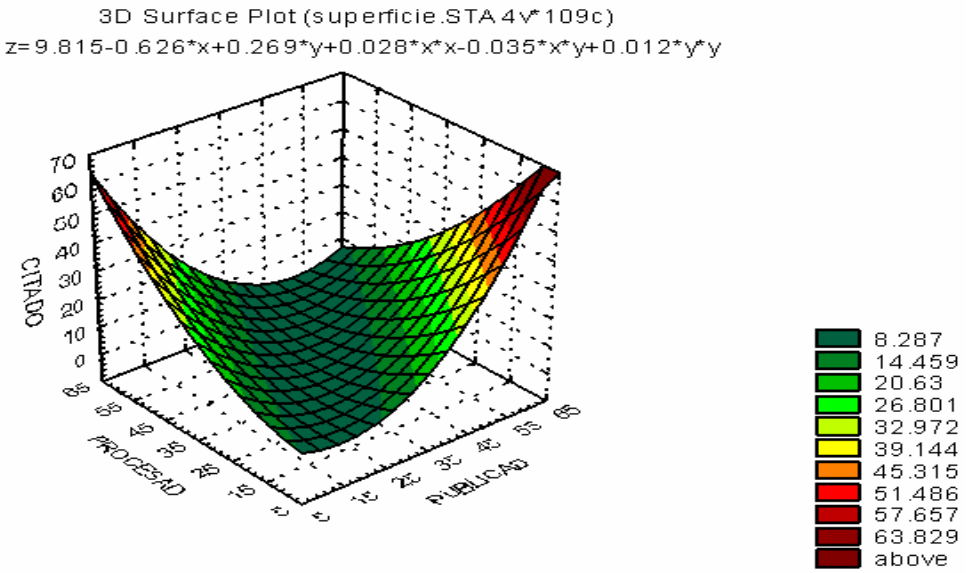



Figura 13. Representación de la tendencia de visibilidad-impacto de los autores agropecuarios cubanos según su producción documentaria.

De esta forma, queda demostrada, una vez más, la factibilidad de los estudios métricos de la información para la valoración del desempeño científico de los centros de investigación y universidades a través de la producción científica, así como de la visibilidad y el impacto de las revistas científicas, los temas de investigación, las organizaciones y los autores en particular.

Con un nuevo método, el Factor de Impacto Relativo, se pudo estimar el índice de impacto de cada una de las revistas cubanas analizadas, donde la mayoría no están incluidas en el índice norteamericano SCI. Además, con la construcción del indicador "visibilidad-impacto" se lograron resultados integrados de productividad, visibilidad e impacto y su mapificación gráfica.

### Referencias


Academia de Ciencias de Cuba. **Procedimiento para la evaluación de publicaciones periódicas científicas cubanas.** Informe Comisión Permanente de Publicaciones. Ed. Academia, La Habana, 1998.

Alvarez-Ossorio, J.R.P. y col. **La producción de la universidad española en Física, reflejada en las publicaciones españolas y extranjeras.** Rev. Esp. Doc. Cient., 14(4): 428-444, 1991.

Baptista, P., Fernández, R. y Hernández, R. **Metodología de la investigación.** Ed. Pablo de la Torriente, La Habana, 1991.

Bracho-Riquelme, R.L., Pescador-Salas, N. y Reyes-Romero, M.A. **Bibliometric repercussions of adopting English as the language of publication.** Revista de Investigación Clínica, 49(5): 369-372, 1997.

Bradford, S.C. **Sources of information on specific subjest.** Engineering , 137:85-86, 1934.

Busha, C.H. y Harter, S.P. **Métodos de investigación en bibliotecología: técnicas e interpretación.** Trad. Añorae y col. UNAM, México DF, 1990.

Castro-Díaz Balart, F. **Ciencia, innovación y futuro.** Inst. Cubano del Libro, La Habana, 2001.

CITMA. **La ciencia y la innovación tecnológica en Cuba.** Ed. Academia, La Habana, 1998.

CITMA. **Informe de balance 2000.** CITMA, La Habana, 2000.

CITMA. **La ciencia y los científicos en la batalla de ideas.** Documento base para el análisis con los colectivos de investigadores del país. CITMA, La Habana, 2001.

Collazo-Reyes, F. **Dinámica de la literatura citada en la Física mexicana en el periodo de mayor crecimiento.** Rev. Esp. Doc. Cient. 25(4):387-394, 2003.

Comisión Nacional de Grados Científicos. **Normas para la redacción y presentación de las tesis de Doctor en Ciencias.** MES, La Habana, 2001.

Fernández, M.T., Morrillo, F., Bordons, M. y Gómez, I. **Estudio bibliométrico de un área científico-tecnológica del Plan Nacional de Investigación de España (2000-2003).** Rev. Esp. Doc. Cient. 25(4):371-386, 2003.

García, I. y González, T. **La situación actual de la comercialización de los resultados de la actividad científico-tecnológica en la República de Cuba.** Temas de Actualidad. CITMA, La Habana, 1996.

García, I y Sotolongo, G. **Las revistas científicas: una nueva forma de cooperación para América Latina en ciencia y tecnología.** Temas de Actualidad. CITMA, La Habana, 1996.

García, E.O., del Río, J.A. y Ramírez, A.M. **Análisis de la relevancia de las revistas latinoaméricanas a través de un factor de impacto renormalizado.** Rev. Esp. Doc. Cient. 25(4):467-476, 2003.

Garfield, E. **Journal Citation Studies 32. Canadian Journals. Part 2: An analysis of Canadian research published at home and abroad.** Current Contents, 1979a. (Reprinted in: Essays of and Information Scientist, 4. ISI Press, Philadelphia, 1981.)

Garfield, E. **Citation indexing. Its theory and application in science, technology and humanities.** Wiley, New York, 1979b.

Gonzalo-Vargas, O. **Evaluación de las revistas agronómicas en Chile en base a análisis de citas.** Ciencia e Investigación Agraria, 27(1) 9-19, 2000.

Instituto Cubano del Libro. **Publicaciones seriadas cubanas. Catálogo/2001.** Dirección de Publicaciones Periódicas ICL. Cámara Cubana del Libro, La Habana, 2002.

International Standard ISO 7144-1986. **Documentation –Presentation of thesis and similar documents.** 1986.

International Standard ISO 690-1999. **Documentation –Bibliografic references. Essential elements and supplements.** 1999.

Macias-Chapula, C.A., Mijangos-Nolasco, A., Eguía, J.J., Lis-Marquez, M.E. y García Hernández, G. **Análisis bibliométrico de la literatura publicada sobre SIDA en el sur de África.** Rev. Esp. Doc. Cient. 25(4):433-442, 2003.

Mesa-Fleitas, M.E. **El intercambio de información por vías no comerciales: el canje en las revistas científicas.** Memorias Primer Taller sobre Adquisición por Vías no Formales del Canje y la Donación. La Habana, 1995.

Mesa-Fleitas, M.E. Las revistas agropecuarias editadas por el MES: análisis bibliométrico de la productividad. **Memorias III Encuentro Internac. de Editores de Revistas Científicas. La Habana, 2000.**

Mesa-Fleitas, M.E. **Visibilidad e impacto de la investigación agropecuaria de los centros científicos del Ministerio de Educación Superior a través de sus revistas científicas (1989-1998).** Tesis de Doctor en Ciencias de la Información. Fac. Comunicaciones, Univ. de la Habana, La Habana, 2002.

Mesa-Fleitas, M.E. **Las revistas científicas cubanas: sobre su surgimiento y desarrollo.** Disertación en opción a Cat. Doc. Prof. Auxiliar. Fac. Comunicaciones, Univ. de la Habana, La Habana, 2002.

Mesa-Fleitas, M.E y Van Hooydoonk, G. **Las ciencias agropecuarias cubanas vistas a través del Web of Science, aplicando las técnicas de análisis de citas.** Memorias Info´2002, La Habana, 2002.

Mesa-Fleitas, M.-E., Licea de Arenas, J. y Morales-Morejón, M. **Análisis cualitativo y cuantitativo de la producción documentaria de los científicos cubanos en la disciplina de las Ciencias Agrícolas a través de las revistas científicas editadas por el MES.** Revista de Protección Vegetal, 18(1):133-140, 2003.

Mesa-Fleitas, M.E., Licea de Arenas, J. y Rodríguez-Diego, J.G. **Análisis cuantitativo y cualitativo de la producción documentaria de los científicos cubanos en la disciplina de Ciencia Animal, a través de las revistas científicas editadas por el M.E.S.** Revista de Salud Animal 2003:24(3): 175-181, 2003.

Molteni, V. y Zulueta, M.A. **Análisis de la visibilidad internacional de la producción científica argentina en las bases de datos SSCI y A&HCI en la década de 1990-2000: estudio bibliométrico.** Rev. Esp. Doc. Cient. 25(4):455-466, 2003.

Morales, M. y Cruz-Paz, A. (1995) **La Bibliotecología, la Cienciología y la Ciencia de la Información y sus disciplinas instrumentales.** Ciencias de la Información, v. 26, no. 2, 1995.

Price, D. **Citation measures of hard science, soft science, technology, and non science.** En: Nelson, C.E. y Pollock, D.K. (eds.). Communication Among Scientists and Engineers. Lexington, 1970.

Ramírez, A.M., del Río, J.A. y Russell, J. **Hacia la evaluación cuantitativa de instituciones multidisciplinarias.** Rev. Esp. Doc. Cient. 25(4):387-394, 2003.

Rousseau, R. y Van Hooydonk, G. **Journal production and journal impact factors.** Journal of the American Society of Information Science, 47(10):775-780, 1996.

Sotolongo-Aguilar, G., Guzmán-Sánchez, M.V. y Carrillo, H. **ViBlioSOM: visualización de la información bibliométrica mediante el mapeo autoorganizado.** Rev. Esp. Doc. Cient. 25(4):477-484, 2003.

Spinak, E. **Indicadores cienciométricos.** Acimed 9 (Suplemento): 42- 49, 2001.

Torricella-Morales, R., Van Hooydonk, G. y Araujo-Ruiz, J.A. **Citation análisis of Cuban research. Part 1. A case study: the Cuban Journal of Agricultural Science.** Scientometrics 47(2): 413-426, 2000.

UNESCO. **Informe Mundial sobre las Ciencias 1998.** UNESCO, Paris, 1998.

Van Hoydoonk, G. **Standarizing relative impacts: Stimating the quality of research from citation counts.** Journal of American Society for Information Science, 49(10):932-941, 1998.

Van Hoydoonk, G. y Milis, G. **Measuring impact by a full option meted and the notion of bibliometric spectra.** ***Scientometrics*****,** 4(1-2): 169-183, 1998.

Wormell, I. **Informetría: explorando bases de datos como instrumentos de análisis.** Acimed, 9(S): 115-121, 2001.

# LAS INVESTIGACIONES A CICLO COMPLETO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR CUBANA

***Nicolás Medina Basso[1], Edwin Pedrero González[2] y Víctor M. Molina Morejón[3]***
***[1]Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas***
***[2]Dirección de Ciencia y Técnica. Ministerio de Educación Superior***
***[3]Dirección de Relaciones Internacionales. Ministerio de Educación Superior***

## Introducción

Las universidades cubanas trabajan para promover, incrementar o propiciar la innovación tecnológica mediante la vinculación de la comunidad académica con el mundo empresarial y la sociedad en general (Vecino, 1996). Muchas de los resultados que han tenido éxito como productos han empleado como modelo la investigación a ciclo completo. El presente trabajo muestra algunas experiencias que pueden servir para reflexionar sobre el papel que las universidades pueden y deben asumir respecto al desarrollo económico y social del país.

## La investigación científica en las universidades cubanas

Las universidades cubanas incorporan la investigación científica, en forma organizada y estructurada, a partir de la Reforma Universitaria (CSU, 1962) del 10 de enero de 1962, ya después de cumplidas algunas etapas básicas del programa educacional de la Revolución, entre ellas la Campaña Nacional de Alfabetización en 1961. En el período 1962-1976 se realiza una promoción dirigida de la I+D universitaria. En 1976 se lleva a cabo una reestructuración del sistema universitario, en cuyo contexto se crea el Ministerio de Educación Superior (MES), que en la actualidad dirige directamente a 17 Centros de Educación Superior (CES) y 4 Centros Nacionales de Investigación adscritos, así como atiende metodológicamente a todos los otros CES de Cuba, que en total comprenden 64 universidades a nivel nacional. En esta etapa se inicia la organización y dirección como sistema de la I+D universitaria.

Para 1990 se plantea un nuevo paradigma: la universidad acelera su giro hacia los atributos de un centro de educación superior contemporáneo; los programas científicos se estructuran por proyectos y aparece la innovación tecnológica como amplio fenómeno social. El modelo de universidad científica y tecnológica se hace también más “productivo” a partir del impacto de sus resultados en las esferas económica, social, ambiental, científica y cultural, tanto en términos estratégicos como de innovación (Vecino, 2002). Desde 2002, las universidades cubanas están inmersas en un proceso de “universalización de la educación superior”, caracterizado por un acceso mucho más masivo de la población a los estudios universitarios, donde se constituyen 740 Sedes Universitarias Municipales (SUM) distribuidas en todas las provincias del país. En este nuevo modelo, la investigación científica juega un papel decisivo para garantizar la elevación continua de la calidad de los restantes procesos sustantivos universitarios (Vecino, 2004).

En la actualidad, dentro de la estrategia universitaria cubana, las actividades de I+D han ido transitando hacia la conjugación de las mismas como objetivo académico y como recurso competitivo, dados los cambios en su percepción social y económica y en los modelos de financiación. La universidad cubana, además de un agente de formación de capital humano, se está convirtiendo aceleradamente en un agente económico activo, que comienza a añadir valor a sus productos y aporta calidad e imagen a estos.

**La innovación tecnológica y las relaciones universidad-empresa**

Durante muchos años, una parte significativa de los CES cubanos trabajaron siguiendo los antiguos modelos lineales de innovación. Uno de estos modelos, el denominado "modelo lineal halado por el mercado" (*market pull*), se caracterizaba porque las innovaciones se originaban básicamente de las necesidades de la producción (del mercado). En este caso, la producción (el mercado) era vista como la principal fuente de ideas para desencadenar el proceso de la innovación, aunque este modelo no llegó nunca a tener un peso significativo en la actividad innovativa de los CES. El otro modelo seguido, incluso más antiguo y que aún perdura en determinado sitios, es el denominado "modelo lineal de empuje por la tecnología" (*technology push*), en el cual se parte de una actividad de I+D y se quiere llevar su resultado de una manera escalonada hasta el mercado. Aquí se originan problemas al no estar "conciliado" este resultado-producto con ninguna demanda específica (Molina, 2002).

Un estudio realizado en los años 1999-2001 (Molina, 2002) refiere que, en ocasión de una convocatoria realizada por la Empresa Nacional de Producción y Servicios (ENPSES) del MES a los CES de perfil politécnico para que presentaran proyectos que, siendo atractivos e importantes, no habían podido, por diferentes limitaciones, avanzar y convertirse en productos o procesos, se recibieron 28 proyectos en diferentes fases del proceso de innovación, a saber: el 79% estaba en la fase de desarrollo, el 40% en la de prototipo, el 29% homologándose, el 21% en fabricación y el 11% en capacidad de comercializarse. Del total de proyectos fueron rechazados 14, y de estos, el 35% por existir en el mercado un producto similar cuyos costos de producción eran inferiores a los calculados por el equipo comercial de la ENPSES y el otro 35% también rechazado por pobre demanda, ya que los pocos usuarios que lo demandaban nunca lograron solicitar una cantidad significativa para alcanzar el punto de equilibrio y cubrir al menos los gastos. Este es un sencillo ejemplo que ilustra los riesgos que se corren cuando se trabaja con modelos antiguos muy alejados del mercado.

El modelo con el cual se trabaja actualmente, de manera más general, trata de eliminar el desajuste entre la oferta y la demanda de tecnologías y propicia un mejor conocimiento por parte de las empresas de las tecnologías que tienen o que vienen desarrollando las universidades y, por parte de los investigadores, de las técnicas que sería necesario desarrollar y poner a punto para permitir a las empresas que forman el tejido industrial, actuar y competir en mejores condiciones en el mercado.

Es un modelo en el cual intervienen la ciencia, la tecnología y las empresas. Hay preponderancia de comunicación que une las diferentes fases entre sí con el mercado y con la comunidad científica. En este modelo, en la etapa de explotación,

los procesos no son secuenciales, como en los antiguos modelos lineales, sino que son procesos solapados o incluso simultáneos o concurrentes para acortar tiempo y ser más precisa la transferencia. Es la universidad trabajando en estrecha relación con la producción a partir de las ideas creativas de ambas, basadas en el interés de que estas sean útiles a la sociedad. Son acciones que pretenden integrar la demanda del mercado con la oferta tecnológica de la universidad. Es un modelo que podemos clasificar dentro de los que se conocen como "modelo integrado" (Pavón, 1996), e incluye un "proceso de invención", que comprende acciones relacionadas con la creación de ideas y su viabilidad, y un "proceso de explotación", que incluye el desarrollo, la fabricación, la transferencia y la comercialización.

Por otra parte, se dan casos en que investigaciones que comienzan siendo típicas de intereses de determinados líderes científicos de la educación superior, terminan por generar tecnologías que propician el surgimiento de empresas productoras de productos de alta tecnología, que llegan, inclusive, a la fase de comercialización y a tener significativos impactos económicos, sociales y ambientales. Sobre estas investigaciones a ciclo completo nos referiremos a continuación.

**Investigaciones a ciclo completo**

Como se mencionó previamente, en el modelo de la universidad cubana, la investigación científica forma parte intrínseca de todos los procesos sustantivos de la educación superior. En la formación curricular de los estudiantes, así como en la formación académica de postgrado está explícita la componente científico-investigativa, independientemente del perfil profesional. También la extensión universitaria considera la investigación científica como elemento esencial, no solo para que la cultura científica forme parte de la cultura general e integral a que aspira el pueblo, sino también para que el impacto de la ciencia sea percibido como parte del bienestar social.

Desde este punto de vista, lograr que haya un acceso gratuito masivo del pueblo a la educación (incluida la universitaria), a los servicios de salud, a la cultura, al deporte, solo es posible si la ciencia (incluida la universitaria) tiene una incidencia significativa en la economía, la sociedad y el medio ambiente. No basta con publicar en revistas de mayor o menor impacto internacional. Es, además, necesario que los resultados científicos alcanzados tengan un impacto importante en la solución de los problemas sociales, económicos y ambientales a los que tiene que enfrentarse cotidianamente el ciudadano común.

No basta tampoco con que unos realicen investigaciones aplicadas y otros investigaciones básicas, aún cuando la actividad científica se lleve a cabo en temas vinculados a prioridades de carácter nacional, ramal o territorial. Tampoco el problema se resuelve con que exista un vínculo universidad-empresa, pues en esa alianza cada parte tiene intereses que, muchas veces, son contradictorios con los de la otra parte.

La práctica social en Cuba nos dice que, en los CES, el éxito se alcanza, en mayor o menor grado, en la misma medida que las investigaciones se conciban, proyecten y diseñen a ciclo completo, buscando la mayor objetividad y nivel de integración de todos los factores que intervienen en el proceso. Cuando hablamos

de investigaciones a ciclo completo nos estamos refiriendo al ciclo "investigación–desarrollo–producción-comercialización (o introducción en la práctica social)".

Un elemento muy importante en el modelo de investigación a ciclo completo es la llamada "interfase de transferencia de tecnología". En casi todos los CES y Centros de Investigación del MES existen, con diferentes denominaciones, las llamadas Oficinas de Transferencia de Tecnología -OTRI- (Conesa, Fernández y Gutiérrez, 1998), cuya misión es favorecer el vínculo con empresas y otras entidades para acelerar las etapas de desarrollo, producción y comercialización o de introducción en la práctica social.

Además, dentro de la estrategia del MES para promover el desarrollo de producciones derivadas de la investigación científica universitaria, se crea a nivel ministerial, en diciembre del 2001, el Comité de Nuevos Productos (Molina, 2001) como un punto de evaluación y apoyo financiero a todo aquel resultado universitario importante que tenga factibilidad técnica, económica y comercial. Este Comité convoca a las universidades y centros de investigación vinculados para que le presenten resultados científicos que, a su entender, pueden llegar a convertirse en productos, y evalúa con rigurosidad las solicitudes que le llegan. Si los análisis de factibilidad técnica y económica, de riesgos, de mercado, etc. son positivos, los aprueba y financia, llevándolos desde su etapa de desarrollo hasta el proceso de fabricación-homologación. En dos años y medio, el Comité ha aprobado y financiado el desarrollo de 13 nuevos productos, de los cuales 11 se comercializan en Cuba y 8 en el extranjero.

**Estudios de casos**

Ejemplos paradigmáticos de realización exitosa de investigaciones a ciclo completo, partiendo de investigaciones realizadas en centros universitarios son: la única vacuna totalmente sintética de uso humano que existe en el mundo contra el *Haemophilus influenzae* tipo B, que tuvo su origen en investigaciones básicas sobre síntesis química; el desarrollo de productos de uso clínico, originado a partir de investigaciones físico-químicas de polímeros y otros materiales; la obtención de una sustancia refrigerante que no contiene componentes que dañen la capa de ozono; el desarrollo y producción de tomógrafos de resonancia magnética nuclear, que se concibieron a partir de investigaciones en radiofísica; diversas aplicaciones de los campos electromagnéticos en procesos industriales y agropecuarios, que tuvieron su origen en investigaciones físicas; el diseño y construcción de "biofábricas" para la reproducción masiva de plantas mediante tecnologías *in vitr*o, que se desarrollaron a partir de investigaciones biotecnológicas básicas; el desarrollo y producción de un medicamento reductor del colesterol a partir de sus propiedades bioquímicas; varias series de equipos médicos basados en investigaciones de neurociencias; un biofertilizante fúngico de amplio espectro para los cultivos, concebido a partir de investigaciones básicas de microbiología del suelo; un surfactante pulmonar y un conservante de leche cruda, entre otros.

De ellos, sobre la base de disponer de la información más completa al momento de redactar este trabajo, hemos seleccionado seis casos de estudio, de cada uno de los cuales se hace una breve descripción del producto y sus fases del ciclo completo.

## 1. Policosanol (PPG)

El **Policosanol (PPG)** es un producto que ha demostrado utilidad en el manejo de la enfermedad aterosclerótica y en la prevención de eventos relacionados, confirmada en el "estudio de cohorte" en 6 611 pacientes y el primer ensayo de intervención doble ciego con el **PPG** contra placebo. Tiene seguridad comprobada en el estudio piloto de vigilancia farmacológica con 25 789 pacientes y solamente una frecuencia de eventos adversos de 0,31%.

Investigación

En la década de los ´80, un grupo de investigadores del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC) trabajó arduamente en la investigación de las propiedades biomédicas de un producto natural que se denominó **Policosanol** y que se identificó con las siglas **PPG**. Estas investigaciones concluyeron con el registro en julio de 1991 del producto **PPG-**5, en febrero de 1996 del **PPG-10** y en diciembre del año 2000 del **PPG-20**.

El diseño de la investigación a ciclo completo ha conducido a la continuación de las investigaciones para obtener nuevos productos y para ampliar su gama de aplicaciones médicas, lo que conlleva numerosas investigaciones clínicas, entre otras. Sin esas investigaciones no hubiera sido posible transitar del **PPG-5,** como agente hipocolesterolémico, al **PPG-10** y al **PPG-20,** como medicamento reductor del colesterol, antiagregante plaquetario y antioxidante. Esas investigaciones continúan actualmente y se prevé que sigan realizándose en los años próximos.

Desarrollo

El desarrollo del **Policosanol** como medicamento implicó la conjugación de investigaciones químicas, bioquímicas y biomédicas con tareas de diseño y construcción de equipos para el escalado de la producción fuera de los límites clásicos de un laboratorio científico. En esta etapa trabajaron juntos profesionales de diversos perfiles, unidos en la voluntad de dar un paso decisivo hacia la producción del **Policosanol** para satisfacer la demanda prevista en el ámbito nacional y de otros países. Cada nuevo resultado de las investigaciones ha estado acompañado de nuevos desarrollos.

Producción

A partir de los resultados del escalado se construyó una fábrica con capacidad para producir las cantidades previstas de **Policosanol,** con la calidad exigida por el medicamento. Estas instalaciones productivas se construyeron en un lugar cercano al CNIC y forman parte de las áreas de esa institución científica, con lo cual se amplió su capacidad como institución científica que se caracteriza por realizar investigaciones a ciclo completo, además de ser un centro en el que se han incubado otros centros, como el actual Centro de Inmunoensayos, que fabrica los equipos de ultramicroanálisis **SUMA.**

Comercialización

Un elemento importante en la estrategia de comercialización es la protección de la propiedad industrial. En correspondencia con dicha estrategia, para el caso específico de este producto, en 1992 se había registrado en 12 países, además de Cuba. Hoy tiene 28 registros (Argentina, Australia, Argelia, Bolivia, Bahamas,

Barbados, Bulgaria, Colombia, Chile, El Salvador, Ecuador, Eslovaquia, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana, Rusia, Trinidad-Tobago, Uruguay, Venezuela, Viet Nam y Zimbabwe), además de los cubanos De esos registros, 28 corresponden al **PPG-**5, 15 al **PPG-10** y 1 al **PPG-20**. Además, tiene 3 patentes de producto (Comunidad Europea, Japón y México); 7 de procedimiento (Argentina, Colombia, China, España, Perú, India, Venezuela) y 12 de producto y procedimiento (Australia 2x, CE, Corea del Sur, Egipto, Estados Unidos 2x, India, Israel, Líbano, Taiwán y Rusia).

Introducción en la práctica social

En los últimos 10 años se han distribuido en Cuba (gratuitamente o vendidas a precios módicos) más de 40 millones de tabletas de **PPG**. Es un buen ejemplo de investigaciones concebidas a ciclo completo en un centro científico perteneciente al Sistema de la Educación Superior en Cuba.

**2. Gas refrigerante ecológico LB-12**

El producto identificado con las siglas **LB-12** es un gas refrigerante ecológico que ha pasado y continúa transitando por la fases de investigación y desarrollo. Su tecnología ha sido transferida a la industria nacional para su producción y distribución en el mercado interno del país.

Investigación

Las investigaciones que condujeron a obtener el **LB-12** se remontan a los años ´80, cuando un grupo de especialistas, estudiantes y técnicos de la Universidad de Oriente (UO) se dieron a la tarea de encontrar un gas refrigerante que no tuviera entre sus componentes sustancias perjudiciales para la capa de ozono y que pudiera sustituir al refrigerante **Freón-12** en instalaciones tales como bebederos, neveras, congeladores, refrigeradores, cámaras frías y otras similares, de amplia demanda doméstica y social. En el año 2000 recibió el Premio Internacional en la Feria Universal EXPO 2000 de Hannover, concedido al proyecto “Counteracting Ozone Depletion: A Natural Refrigerant”.

Desarrollo

A partir de los resultados promisorios que se obtuvieron en las investigaciones sobre el gas refrigerante ecológico **LB-12**, se inició en la propia universidad la fase de desarrollo de una tecnología para producirlo en una escala que satisficiera las necesidades de la población y de la economía nacional. Se crea así el germen de lo que es hoy el Centro de Estudios de Refrigeración “Luis Fernando Brossard Pérez”, que ya no solamente realiza I+D para perfeccionar la tecnología de producción de dicho refrigerante, sino que además acomete otras tareas de desarrollo e innovación tecnológica que han surgido vinculadas al mismo.

Producción

Algunos datos, que dan una idea del nivel de producción alcanzado con las tecnologías desarrolladas sobre el gas refrigerante **LB-12,** son los siguientes:

• Más de 10 000 equipos de refrigeración comercial serviciados.

• Más de 500 000 equipos de refrigeración doméstica serviciados.

- Unos 1 000 técnicos capacitados para la aplicación del gas en la refrigeración comercial y doméstica en todas las provincias del país.
- 1 000 folletos editados del "Reglamento para la utilización del refrigerante **LB-12** en la refrigeración doméstica y comercial" (5 ediciones).
- 124 toneladas producidas.

Comercialización

Dado que se trata de un producto destinado a satisfacer las necesidades, tanto de la población como de la economía, del país, esta etapa del ciclo completo se ha caracterizado por la distribución y el servicio a la población y a entidades estatales, más que a la comercialización en si. No obstante, por su incidencia positiva en los equipos de refrigeración que se venden en Cuba, el trabajo "Generalización de la tecnología del **LB-12** en la refrigeración comercial" recibió una Distinción Especial del Ministro de Educación Superior por el resultado anual de investigación ya aplicado de mayor aporte económico.

Introducción en la práctica social

La magnitud del impacto social y económico como consecuencia de la introducción en la práctica social de este producto se puede aquilatar en base a los siguientes datos:

- Aproximadamente el 15 % de la población cubana se ha beneficiado con el servicio de **LB-12** en la refrigeración doméstica y de pequeños equipos comerciales.
- Desde el punto de vista ambiental, no daña el ozono estratosférico y no produce efecto invernadero.
- Es de producción nacional, con un costo (1 140 USD/t) considerablemente menor al del gas que sustituye, propiciando un significativo ahorro al país.

Por el impacto logrado en la sociedad cubana, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente de Cuba (CITMA) le confirió en el año 2001 el Premio Nacional de Innovación Tecnológica.

### 3. Conservante lácteo Stabilak

El producto **Stabilak** es un activador del sistema lactoperoxidasa, que se utiliza para mantener la calidad inicial de la leche cruda y fresca entre 8 y 16 horas consecutivas posteriores al ordeño, a una temperatura entre 20 y 34$^{o}$ C. Este tiempo de conservación puede alargarse substancialmente cuando se trata de leche cruda de buena calidad higiénica y altos sólidos totales y a temperaturas menores que las señaladas anteriormente.

Investigación

La fase de investigación de este nuevo producto comenzó en 1980, en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Luego se incorporaron, en distintas etapas del proceso, instituciones científicas de otros organismos del país, pues realmente se trataba de investigaciones muy complejas, que se salían del marco de cualquier laboratorio.

Las investigaciones demostraron que la acción del **Stabilak** se basa en la activación del sistema lactoperoxidasa, generando con ello una acción bactericida y bacteriostática sobre los microorganismos contaminantes de la leche, que retarda la acidificación y el efecto perjudicial de las bacterias presentes en la misma e impide su proliferación; que no afecta las propiedades organolépticas de la leche ni de sus derivados; que no se trata de un adulterante ni un aditivo, ya que sus componentes están presentes de forma natural en la leche; tampoco puede considerársele como un inhibidor. La acción el producto está a cargo de la enzima lactoperoxidasa presente, de forma natural, en la leche. Es decir, que es un activador enzimático natural.

Desarrollo

En la fase de desarrollo del producto se concibieron y pusieron a punto tecnologías de producción para garantizar que el mismo fuera de bajo costo e inocuo a la salud humana. Por el tipo de producto sobre el que actúa, las exigencias de calidad son extremadamente altas, lo que implicó desarrollar más aún la cultura de calidad del colectivo del CENSA y de otros centros que trabajaron en su desarrollo (especialistas y colectivos enteros de investigadores y técnicos de los Ministerios de Agricultura, Industria Alimenticia, Salud Pública, Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, así como productores de leche). Hubo que resolver un conjunto enorme de dificultades y problemas para lograr un producto novedoso, destinado a garantizar la calidad de un producto alimenticio tan extendido como la leche, por un método muy distante del empleado tradicionalmente (mantener la leche bajo determinadas condiciones de refrigeración) y que lograra reunir entre sus principales ventajas: un bajo costo, ser efectivo, sencillo y flexible, natural, inocuo, que no afecte a la leche ni a sus derivados y que, además, fuera reconocido por el *Codex alimentariu*s. Esos fueron los retos a la I+D que enfrentaron con éxito los investigadores de conjunto con los productores.

Producción

La producción del **Stabilak** se realiza en el propio centro donde se llevaron a cabo la investigación y el desarrollo (CENSA). Allí existen las mejores condiciones para garantizar que el producto salga con la calidad requerida, en laboratorios debidamente certificados de acuerdos con estándares internacionalmente aceptados. Sobre la calidad con que se produce el **Stabilak** puede juzgarse por los siguientes reconocimientos internacionales: Medalla de Oro en el 24 Salón de Exhibiciones de Nuevas Técnicas e Invenciones, celebrado en Ginebra, Suiza, en 1996; Primer Premio al Producto Ecológico otorgado por la Gobernación de Ginebra, Suiza, 1996; Medalla de Oro de la OMPI, 2002.

Comercialización

Se hace mediante la Oficina Comercial de la institución donde se ha rrealizado la investigación, el desarrollo y la producción. Es un ejemplo típico de un centro del Sistema de Educación Superior de Cuba que hace investigaciones a ciclo completo. Una exigencia que establece el CENSA para la comercialización internacional de este producto es que previamente se haya registrado el producto en el país interesado en comprarlo. Dado que esto va precedido generalmente de pruebas que avalan que el producto reúne la calidad esperada, esa acción evita que la competencia desleal pueda desacreditar el producto en el país en cuestión. Una

característica de este producto es que no se concibe como un fármaco común y, por ello, no está diseñado para ser distribuido en farmacias veterinarias.

Como parte de la estrategia comercial del producto se han realizado y realizan los registros y patentes que aseguren la requerida protección de la propiedad industrial. Así, tiene registros en Bolivia, Guatemala, México y Perú. Hay procesos de registros o ensayos con evaluación positiva en 18 países tropicales y otros, con acciones más adelantadas en Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Honduras, Italia, Kenya, Perú, República Dominicana y Venezuela. Tiene patentes concedidas en Cuba, Colombia, Guatemala, México y República Dominicana, y hoy se vende en Bolivia, Colombia, Ecuador, Honduras, México, Perú, República Dominicana, Venezuela y otros.

Introducción en la práctica social

Tras más de 11 años de pruebas cotidianas en Cuba y en más de 20 países, se incrementa el uso del **Stabilak.** Solamente en Cuba, donde se aplica en todo el país desde 1992, se ha garantizado la calidad a más de 600 millones de litros de leche.

La perspectiva principal de este producto es la posibilidad de desarrollar la producción lechera en muchas partes del mundo, con igual o menor costo que con el uso de la refrigeración. Los cálculos demuestran que con el dinero de la venta de un solo litro de leche se paga la protección de 50 o más litros de leche.

### 4. Tomógrafo de resonancia magnética GIROIMAG®

Los tomógrafos de resonancia magnética de cuerpo completo a campos muy bajos (0.05 T - 0.1 T) de la serie **GIROIMAG®** permiten la obtención de imágenes muy nítidas y de alta resolución, disponiendo además de un sistema modular en su *hardware* y *software* que permite la introducción de los últimos avances tecnológicos en este campo. Con ellos se estudian más de 90 patologías del Sistema Nervioso Central, columna y extremidades. Suministran altos contrastes en imágenes axiales, coronales y sagitales. Son de fácil manipulación y los costos de instalación son mínimos.

Investigación

El inicio de las investigaciones que condujeron al desarrollo, la producción y la introducción en la práctica social de varios equipos basados en la resonancia magnética nuclear, se remonta al año 1975 cuando el líder científico principal del proyecto dirigía el Laboratorio de Resonancia Magnética en la Escuela de Física de la Universidad de Oriente (UO). En 1986 se inician las investigaciones biofísicas por dicho colectivo científico, y en 1987 se ejecutan las tareas de investigación y desarrollo que sirvieron de base científica para ulteriores desarrollos. En 1988 se concibe la idea de diseñar y fabricar el **GIROIMAG®** para su empleo en el diagnóstico de cáncer de mama, sicklemia y otras afecciones. A partir de ese momento, la resonancia magnética de imágenes (RMI) se ha convertido en la principal línea de investigación y desarrollo del Centro de Biofísica Médica (CBM), que se creó en 1993 dentro de la UO, para impulsar las investigaciones a ciclo completo en dicho centro.

Desarrollo

A partir de 1989 comienzan a diseñarse los equipos de la serie **GIROIMAG®**. Esta fase del ciclo resulta muy compleja cuando se trata de equipos médicos de alta complejidad como son los tomógrafos de RMN, que basan su funcionamiento en la adecuada conjugación de una gran cantidad de técnicas específicas. Para desarrollar las tecnologías que garantizan la calidad de los tomógrafos **GIROIMAG®** se han utilizado los últimos adelantos de la biofísica, la bioingeniería, la bioinformática, la cibernética y otras ramas de la ciencia contemporánea.

Producción

Como fabricante de equipos médicos, el CBM está inscripto ante el Centro de Control Estatal de Equipos Médicos, entidad reguladora en el país que certifica la calidad de los equipos. Por las características del equipamiento y las demandas de los servicios de salud de Cuba, estos tomógrafos se fabrican a pedido.

La infraestructura de producción del Centro de Biofísica Médica es empleada, además, para la producción de otros equipos médicos de alta tecnología como el Pletismógrafo Digital Microcontrolado, diseñado para el diagnóstico precoz y no invasivo de enfermedades circulatorias periféricas, que está instalado en 81 centros asistenciales del país.

Comercialización

La comercialización no ha sido un objetivo priorizado del CBM, pues los equipos que produce son destinados a satisfacer las necesidades del Sistema Nacional de Salud. Hasta hoy, el propósito no es competir en el mercado internacional, pues la producción comercial de estos equipos está en manos de pocas pero poderosas firmas y es muy difícil competir con ellas en igualdad de condiciones. No obstante, el CBM cuenta con una estrategia de propiedad intelectual para respaldar su actividad comercial. Como parte de esa estrategia, dispone de un sistema interno de propiedad industrial, que se complementa con un adecuado procedimiento de calidad que tiene por objetivo regular, orientar, tramitar y fortalecer dicha actividad, con vistas a garantizar la protección de los resultados y facilitar su comercialización. Desde 1997, el lema comercial del centro está registrado y oficializado ante la Oficina Nacional de la Propiedad Industrial.

Introducción en la práctica social

Como ya fue señalado, los tomógrafos de la serie **GIROIMAG®** se destinan en primer lugar a servicios médicos que se prestan gratuitamente a la población cubana. En correspondencia con esa política, actualmente hay tres tomógrafos instalados en grandes hospitales del Sistema Nacional de Salud. Con ellos se han realizado 24 157 estudios a 13 877 pacientes en los últimos 5 años, lo que da una idea de la magnitud del impacto social de estos equipos.

### 5. Vacuna con antígeno sintético contra *Haemophilus influenzae* tipo b.

El 25 de noviembre del año 2003, la CNN y otras agencias internacionales de noticia dieron a conocer al mundo que se había desarrollado una tecnología para producir masivamente la primera vacuna humana basada en un antígeno sintético.

Esta vacuna, que ofrece un 99,7% de protección a largo plazo contra el agente bacteriano *Haemophilus influenzae* tipo b (Hib), causante de meningitis y neumonías en los primeros años de vida, fue fruto de una investigación a ciclo completo que demoró 14 años y fue diseñada por un grupo de líderes científicos cubanos de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana, a partir de lo cual se realizaron las investigaciones, el desarrollo de la tecnología y se inició la producción masiva de esta vacuna.

Investigación

En 1989, en el Laboratorio de Antígenos Sintéticos (hoy Centro de Estudios de Antígenos Sintéticos) de la Facultad de Química de la Universidad de La Habana, se inició un proyecto que perseguía desarrollar una vía sintética para obtener fragmentos del polisacárido capsular de *Haemophilus influenzae* tipo b y, a partir de los mismos, desarrollar una vacuna conjugada con una proteína. El antecedente inmediato de este propósito fue la obtención, en la década de los ´80 de una nueva generación de vacunas conjugadas en base a un polisacárido capsular o sus fragmentos modificados y conjugados a una proteína. Por ese tiempo, al menos otros 5 laboratorios en Canadá, Suecia, EEUU y Holanda trabajaron en proyectos similares, aunque progresivamente dejaron esas investigaciones, desalentados por los resultados poco esperanzadores de tener éxito en la obtención de una vacuna sintética.

En 1997 el equipo de investigación logró obtener un primer prototipo de vacuna, lo que constituyó un paso importante en el proyecto pues se pudo demostrar la inmunogenicidad del preparado realizado, si bien en ese momento no se pudieron hacer ensayos clínicos en humanos por diferentes problemas técnicos.

Los estudios perclínicos se realizaron satisfactoriamente, lo cual permitió obtener la autorización para iniciar el ensayo clínico fase 1 en adultos. Este ensayo demostró categóricamente que el preparado era inocuo y que no producía reacciones adversas. Se demostró, además, que el candidato vacunal resultó tan inmunológico como la vacuna comercial.

Aunque las investigaciones básicas de síntesis química se hicieron en la Universidad de La Habana, la fase de investigaciones involucró activamente al Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología, al Instituto de Medicina Tropical “Pedro Kourí”, al Instituto de Vacunas “Carlos J. Finlay”, al Centro Nacional de Biopreparados y a especialistas de la Universidad de Otawa. Con este alto grado de integración inter-institucional se pudieron realizar, en tiempo record, los ensayos de inmunogenicidad de los conjugados de los antígenos sintéticos con diferentes proteínas en conejos; dos ensayos clínicos con 80 voluntarios adultos; ensayos clínicos en niños de 4-5 años y, finalmente, ensayos clínicos en lactantes de 2, 4 y 6 meses de nacidos.

Es necesario apuntar que la relación entre las distintas etapas del ciclo completo no fue lineal pues, por ejemplo, no se hubieran podido realizar los estudios preclínicos y clínicos sin el desarrollo de la producción, dada la cantidad de vacuna que fue necesario emplear en tales estudios, en una muestra que dejara fuera toda duda la validez de los ensayos.

Desarrollo

Numerosas tareas de desarrollo vinculadas a esta vacuna se fueron realizando a medida que se fue avanzando en las investigaciones básicas de síntesis química. Un gran reto tecnológico estaba dado porque el procedimiento convencional para producir las vacunas conjugadas (cultivar la bacteria, purificar el polisacárido capsular, introducir grupos activos y conjugar) funcionaba mejor que los procesos sintéticos desarrollados por todos los laboratorios hasta ese entonces. Hubo que trabajar arduamente para optimizar y simplificar estos procesos y se elaboraron nuevas alternativas más eficientes. Como resultado, se montó una nueva tecnología que resulta, al menos, tan eficiente como el procedimiento convencional. De forma resumida, se puede decir que los desarrollos principales fueron:

• un nuevo proceso para el antígeno sintético de Hib,

• una tecnología competitiva,

• un nuevo procedimiento para la conjugación a proteínas.

Producción

El empleo de las Buenas Prácticas de Producción fue necesario para garantizar los tres lotes exigidos por las autoridades regulatorias para poder realizar los ensayos clínicos en la fase 1 con adultos, comparados con un lote de vacuna comercial. Así, aún cuando no se habían obtenido los resultados de todos los ensayos clínicos, los niveles y la calidad de la producción contribuyeron al éxito de la vacuna. Se puede decir que, para el antígeno sintético, por primera vez se logró saltar la brecha entre la química, la tecnología y la medicina, pues cruzaron sus caminos más de una vez y, de hecho, cada una ayudó a la otra. A fines del año 2003 se inició la producción de un millón de dosis para garantizar la vacunación de todos los niños cubanos.

Comercialización

**Quim-Hib** es el nombre comercial de la vacuna contra el *Haemophilus influenzae* tipo b, que tiene solicitud de patente en más de 40 países. En Cuba no se vende porque se aplica gratuitamente a toda la población, mientras que la comercialización internacional se hace por una empresa especializada en productos biotecnológicos. Hasta la fecha varios países han solicitado adquirir esta nueva vacuna.

Introducción en la práctica social

En los primeros meses del 2004 se vacunaron todos los niños cubanos con esta vacuna. Con ello el país ahorró millones de dólares que cada año se invertían en la compra de vacunas contra el Hib. De esta forma, el primer impacto de la nueva vacuna cubana fue de tipo económico. El impacto social se verá dentro de algunos años, cuando no mueran niños por el Hib.

Esta vacuna puede contribuir de un modo importante a la aspiración de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de darle la vacuna contra el *Haemophilus influenzae* tipo b a cada niño en el mundo pues, mientras que en los países industrializados el uso de vacunas contra el Hib se extendió en la década del 1990, por su éxito espectacular, su alta seguridad y eficiencia y alto impacto en la salud

infantil, en los países pobres la introducción fue lenta, debido a que sus precios superan las posibilidades de adquirirlas y continuan muriendo más 500 000 niños al año, solamente por neumonía Hib.

### 6. Biofertilizante EcoMic®

Los biofertilizantes de la serie **EcoMic®** son inoculantes sólidos de amplio espectro, que contienen especies naturales de hongos micorrízicos arbusculares con alto grado de pureza, eficiencia y estabilidad biológica, desarrollados en sustratos adecuados para ser utilizado prácticamente en cualquier cultivo, tipo de suelo y sistema agrícola. Dichos hongos, cuando se inoculan, "micorrizan" a la mayoría de los cultivos de importancia económica, estableciéndose una simbiosis mutuamente ventajosa que tiene entre sus funciones incrementar notablemente tanto la absorción de diferentes nutrientes del suelo como la toma de agua por las plantas, así como proporcionar protección contra plagas y enfermedades de las raíces.

Por todo lo anterior, estos productos dan lugar a una serie de beneficios para la agricultura entre los cuales se pueden citar los siguientes: a) incrementos en el crecimiento y en los rendimientos agrícolas de las plantas, los que oscilan por lo general entre 20-60%; b) aumento del aprovechamiento de los nutrientes del suelo y de los fertilizantes minerales, con la consecuente disminución de los costos por concepto de aplicación de estos insumos; c) protección del sistema radical contra ciertas enfermedades fúngicas, y d) no degradan los suelos y contribuyen a la regeneración de los mismos.

Investigación

A inicios de la década de los ´90 se comenzó en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Cuba la ejecución de un amplio programa de investigaciones sobre el manejo de la simbiosis micorrízica en dos direcciones principales. La primera consistió en establecer las bases científico-técnicas para el manejo efectivo de dicha simbiosis en los diferentes agrosistemas, mientras que la segunda estuvo orientada al diseño de nuevos productos que permitieran la disminución de las cantidades de inoculante a aplicar por unidad de superficie y así lograr una efectiva integración del inoculante micorrízico en los sistemas de producción agrícolas.

En la primera dirección se ha encontrado una alta respuesta de los cultivos a la inoculación micorrízica en un amplio espectro de suelos, desde los de muy baja hasta los de muy alta fertilidad, con aumentos en los rendimientos y en la absorción de los diferentes nutrientes, una mayor adaptabilidad al déficit hídrico e incrementos en el aprovechamiento de los nutrientes del suelo y de los fertilizantes. Además, se ha obtenido una buena respuesta a la inoculación complementaria con bacterias del suelo, así como evidencias de la efectividad del inoculo aplicado al inicio de una secuencia de cultivos, hasta el primero o segundo cultivo posteriores a la aplicación.

En la segunda dirección se logró desarrollar y se dispone de un biofertilizante dirigido fundamentalmente a disminuir las dosis de inoculante a emplear en los cultivos de siembra directa, el cual se aplica a través del recubrimiento de las semillas, y que se ha evaluado satisfactoriamente en la siembra manual y con diferentes modelos de máquinas sembradoras. Actualmente se trabaja en una nueva formulación (líquida) del biofertilizante que ampliará considerablemente el espectro

de acción del inoculante micorrízico, ya que permite su aplicación, vía riego, en plantaciones de cultivos perennes, con las ventajas complementarias de permitir aumentar la eficiencia de utilización al disminuir volumen a aplicar y de ser un producto ecológicamente “mas limpio”.

Desarrollo

A partir de 1995 se elaboraron, desarrollaron y validaron las tecnologías de producción, uso y manejo del biofertilizante, así como se corroboraron los mecanismos de acción del biofertilizante para múltiples cultivos en diferentes condiciones de suelo y clima, resultados que han sido reconocidos, tanto nacional como internacionalmente, mediante la obtención de varios premios colectivos e individuales. Hasta la fecha se habían ejecutado trabajos de extensión en Cuba con aplicación del biofertilizante **EcoMic®** en más de 10 000 ha de cultivos varios, y colateralmente se ha venido ejecutando la validación del biofertilizante en varios países de América Latina y el Caribe (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México, Republica Dominicana, San Vicente y las Granadinas y Venezuela) y en España, en más de 7 000 ha de cultivos como cereales (arroz, maíz, trigo), granos (soya, frijol, sorgo, girasol y otros), algodón, banano, pastos, flores y plantas ornamentales. En todos los casos los resultados obtenidos han sido satisfactorios, lo que se demuestra por el aumento sostenido en las áreas de extensión cada año.

Producción

En la actualidad se dispone en el Sede Central del INCA, de un área para la obtención de inóculo certificado y de la planta matriz para la producción de **EcoMic®**, con una capacidad instalada superior a las 100 t anuales, lo que permite garantizar las demandas crecientes del biofertilizante. El producto cuenta con Registro de Marca, se encuentra patentado en Cuba y dispone, además, de Registro de Seguridad Biológica que ampara su inocuidad y el carácter de ser producto libre de patógenos. Actualmente,se trabaja, en coordinación con el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), en la implementación de un Sistema de Gestión de Calidad amparado por las Normas ISO 9000/2000.

Comercialización

Los favorables resultados alcanzados en las validaciones internacionales del biofertilizante han permitido la contratación y puesta en marcha de varias plantas para la producción *in situ* del **EcoMic®**, con denominaciones comerciales locales, aunque de acuerdo a la tecnología registrada y patentada por el INCA, habiéndose producido hasta la fecha más de 500 t. La comercialización internacional, unida a la contratación de especialistas del INCA para el montaje de las plantas de producción y validación del biofertilizante y la capacitación a los clientes en su uso y manejo, le ha significado al país ingresos netos significativos en USD. Existe solicitud de patente del producto en España, México y Venezuela.

Introducción en la práctica social

Nacionalmente, la comercialización de **EcoMic®** no tiene un manejo económico similar, aun cuando las cifras de comercialización han ido creciendo significativamente cada año, lo que constituye un índice de la gradual aceptación y uso del biofertilizante por parte de los productores cubanos. Debe destacarse que la

producción del biofertilizante en Cuba tiene un componente de su costo en MLC, el cual se ha estado asumiendo directamente por el INCA, a partir de sus ingresos por comercialización en el extranjero, a los efectos de facilitar la introducción del biofertilizante en la producción agrícola nacional.

**Consideraciones finales**

Como se aprecia en la Tabla 1, los 6 casos de estudio escogidos pertenecen a diferentes áreas del conocimiento. En el 85% de ellos están presentes las Biociencias (biotecnología, bioingeniería, bioinformática y agrobiología) y el 50% tiene relación directa con aspectos de la Ecología (protección de la capa de ozono, agroecología, empleo de sustancias naturales). El 85% de los trabajos comenzaron antes de 1985 y ese mismo porcentaje responde a innovaciones radicales, totalmente nuevas para el mundo, cuya idea original partió de los propios investigadores, conocedores de la necesidad social de los mismos. Son casos típicos en que la universidad "hala a la producción". El otro 15% corresponde a innovaciones incrementadas, solicitadas a la universidad. En relación a la propiedad industrial, esta se ha registrado en todos los productos y 5 de los 6 casos han sido patentados, bien los productos, sus procedimientos o ambos.

Tabla 1. Características de la innovación y la propiedad industrial de los casos estudiados.

| Producto | Área del conocimiento | Año inicio | Innovación radical | Innovación increment. | Prop. indust. | Registro comercial | Patente |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PPG** | **Biotec./Salud** | **1980** | **X** | | **X** | **X** | X |
| LB-12 | Energ./Ecol. | 1985 | X | | X | X | X |
| **Stabilak** | Biotec./Ecol. | 1980 | X | | X | X | X |
| **RMN** | Biofísica | 1975 | | X | X | X | |
| **Hib** | Biotec./Salud | 1989 | X | | X | X | X |
| **EcoMic** | Agroecol. | 1990 | X | | X | X | X |

Estas investigaciones se han caracterizado, además, por la creación, en la propia universidad o centro de investigación donde se generaron (ver Tabla 2), de infraestructuras alrededor de las cuales se han nucleado grupos de especialistas de diferentes disciplinas.

Por otra parte, el 70% de dichos resultados ha logrado crear un área de producción (una especie de "incubadora de empresas"), mientras el 30% restante realiza la producción fuera del centro donde se desarrolló el producto. Complementariamente, la producción dentro de las universidades y centros de investigación ha obligado a desarrollar una "cultura de la calidad", que ha permitido que muchos de los productos alcancen normas de calidad según los estándares internacionales, reconocidas mediante premios de relevancia. Otros resultados de importancia asociados a los casos estudiados han sido el empleo del trabajo científico estudiantil como apoyo a las investigaciones, así como la defensa de decenas de Tesis de Maestría y Doctorado.

Tabla 2. Características de la relevancia y proceso de formación en los casos estudiados

| Producto | Institución lider | C. Estud. o C. Inv. | Área de produc. | Premio nac. | Premio internac. | Trabajo estud. | Tesis M.C. o Doctorado |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PPG | CNIC | X | X | X | X | X | X |
| LB-12 | UO | X | X | X | X | X | X |
| Stabilak | CENSA | X | X | X | X | X | X |
| RMN | UO | X | | X | | X | X |
| Hib | UH | X | | X | | X | X |
| EcoMic | INCA | X | X | X | X | X | X |

## Referencias


Conesa, F., Fernández, I. y Gutierrez, A. **Evolución del papel de las oficinas de transferencia de resultados de investigación en el sistema español.** IBERGECYT'97. GECYT, La Habana, 1998.

CSU. **La Reforma de la Enseñanza Superior en Cuba.** Consejo Superior de Universidades, La Habana, 1962.

Molina, V. **Comité de Exportaciones del MES. Bases generales para su trabajo y funcionamiento.** Documento de trabajo. MES. La Habana, 2001.

Molina, V. **Ponencias principales.** IBERGECYT 2002. La Habana, 2002.

Pavón, J. **Gestión e innovación. Un enfoque estratégico.** Ed. Pirámide. Madrid, 1996.

Vecino, F. **Discurso inaugural.** Conferencia Regional de la UNESCO sobre Políticas y Estrategias para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. La Habana, 1996.

Vecino, F. **La Educación Superior cubana en la busqueda de la excelencia.** Conferencia Magistral. 3ra Convención Internacional de Educación Superior UNIVERSIDAD 2002, La Habana, 2002.

Vecino, F. **La universidad en la construcción de un mundo mejor.** Conferencia Magistral. 4to Congreso Internacional de Educación Superior UNIVERSIDAD 2004, La Habana, 2004.

# LA PROPIEDAD INTELECTUAL EN LA CIENCIA Y EL DESARROLLO EN LAS UNIVERSIDADES

***Beatriz M. García Delgado***
***Centro Nacional de Investigaciones Científicas***

## Introduccion

Son incontables los estudios y análisis que se realizan a nivel mundial sobre el impacto que la ciencia y la tecnología tienen en el desarrollo social y económico. Entre los principales actores sociales de estos resultados científicos y tecnológicos se encuentran las universidades, pero el impacto que generan sus resultados depende mucho de la Gestión Universitaria de la Ciencia y el Desarrollo y de su vinculación con la Gestión de la Propiedad Intelectual.

Es un hecho innegable que en el siglo XXI la humanidad se enfrenta a un mundo globalizado, hipercompetitivo y donde predomina la economía del conocimiento, situación más sensible para los países en vías de desarrollo, en los que su biodiversidad, sus recursos genéticos y sus conocimientos tradicionales enfrentan grandes desafíos.

Las universidades deben enfrentar estos retos e incrementar su cultura en los aspectos esenciales que vinculan a la ciencia, el desarrollo y la innovación tecnológica con la propiedad intelectual. La implantación en las universidades de Sistemas de Propiedad Intelectual, vinculados estrechamente a la Gestión de la Ciencia y la Tecnología, permitirá incrementar el impacto de los conocimientos generados.

## Origenes y evolucion de la propiedad intelectual[1]

La protección legal de las creaciones humanas se remonta al Renacimiento italiano con el establecimiento, en 1497, de la primera ley de patentes en Venecia. En el siglo XVII, el Estatuto sobre Monopolios estableció la creación de patentes en Inglaterra; posteriormente, en 1790 se aprueba la primera Ley de Patentes de los Estados Unidos y en el 1791 la de Francia. En el período comprendido entre 1800 a 1882 se establecen leyes de patentes en muchos estados europeos. La última década

[1] **Propiedad intelectual.** Se encuentra vinculada a aquellas clases de propiedad que son el resultado de creaciones de la mente humana, del intelecto: las invenciones, las obras literarias y artísticas, los símbolos, los nombres, las imágenes y los dibujos y modelos utilizados en el comercio, de forma tal que la propiedad intelectual, desde el punto de vista legal, esta vinculada a los derechos que resultan de la actividad intelectual en los campos industriales, científicos, literarios y artísticos (OMP, 2003).

La propiedad intelectual se divide en dos categorías: *la* ***propiedad industrial*** y *el* ***derecho de autor*****.** Se debe señalar que estas dos categorías tienen sus bases en dos tratados internacionales fundamentales: el Convenio de Paris para la Protección de la Propiedad Industrial (1883) y el Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas (1886).

del siglo XIX marca un hito importante desde el punto de vista de la creación de un Sistema Internacional de Propiedad Intelectual con la firma en 1883, en París, del Convenio para la Protección de la Propiedad Industrial (Convenio París, 2003), y en 1886, en Berna, del Convenio para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas (Convenio Berna, 2003). Todo esto se desarrolló en el contexto de un rápido crecimiento de las ciudades y el incremento de la capacidad innovadora.

El siglo XX estuvo caracterizado por un desarrollo sin precedentes de la ciencia y la técnica y en el campo de la propiedad intelectual por la actualización de los Convenios de Paris y de Berna, así como por la firma de nuevos acuerdos, entre los que se destaca el Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (1995) -ADPIC-, el cual forma parte del paquete de acuerdos multilaterales comerciales vinculados con la membresía en la Organización Mundial de Comercio (OMC).

Los acuerdos ADPIC, tomados a partir de la iniciativa de los países desarrollados, son un gran reto para los países en vías de desarrollo, sobre todo en lo relacionado con actividades de tecnología de punta, como es el caso de la industria médico-farmacéutica y biotecnológica.

**Conocimiento, globalización y propiedad intelectual**

El siglo XXI se caracteriza por ser la era del conocimiento. Los activos intangibles (recursos humanos, propiedad intelectual, etc.) han pasado a jugar un papel muy importante en la economía de las empresas, convirtiéndose el conocimiento en un elemento fundamental para la competitividad y el desarrollo económico. La propiedad intelectual esta estrechamente vinculada con la investigación-desarrollo, la innovación y el comercio, de aquí que se deba tomar en cuenta en la proyección y dirección estratégica de todas las esferas vinculadas a la economía y la cultura de un país.

El impacto que la globalización tiene en la propiedad intelectual y, en específico, en una de las modalidades[2] más importante, las patentes de invención, se observa en

[2] **Propiedad Industrial.** La protección de la propiedad industrial tiene por objeto las patentes de invención, los modelos de utilidad, los dibujos o modelos industriales, las marcas de fábrica o de comercio, las marcas de servicio, el nombre comercial, las indicaciones de procedencia o denominaciones de origen, así como la represión de la competencia desleal (Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial en su Artículo 1).

**Invención. E**s la creación de algo nuevo para solucionar técnicamente un problema existente.

**Patentes.** Es un derecho exclusivo concedido sobre una invención. Ésta puede ser un producto o un procedimiento que presenta una nueva manera de realizar algo u ofrecer una nueva solución técnica para un problema.

**Plazo de protección.** Se otorga por un período de tiempo limitado, por lo general 20 años, a partir de la fecha de presentación de la solicitud. En algunos países se permite ampliar ese plazo en circunstancias excepcionales (productos medicinales o de protección de especies vegetales, cuya aprobación para la comercialización se obtiene sólo tras un largo procedimiento).

**Requisitos.** Los criterios principales de patentabilidad son: novedad, actividad inventiva y aplicabilidad industrial.

las estadísticas reportadas (Trilateral Statistical Reports, 2003). De las solicitudes de patentes de invención presentadas durante los años 2000 y 2001 en tres de las principales oficinas de propiedad industrial del mundo, Japón, EPO (Oficina Europea de Patentes) y Estados Unidos se aprecian las siguientes situaciones: en las dos primeras el 95% corresponden a solicitudes de patentes de Japón, EPO y USA y el sólo el 5% a los nacionales del resto del mundo y en la tercera el 88% pertenece a Japón, EPO y USA y el 12% al resto del mundo. Esto implicará que el resto de los países del mundo, sólo tendrán acceso a la parte del mercado que no quede protegida por los derechos que se concedan a partir de esas solicitudes en esos tres potentes mercados.

Lo planteado ejemplifica como la propiedad intelectual, el conocimiento y la globalización están estrechamente vinculados, incrementando la distancia que separa a los países en vías de desarrollo de los países altamente desarrollados.

Estas amenazas o retos imponen la necesidad de una estrategia para un futuro mediato, de la cual debe formar parte la Propiedad Intelectual y su gerencia, vinculada estrechamente a la investigación, el desarrollo, la tecnología, la innovación tecnológica, la producción y el comercio. En esta estrategia deben estar presentes en primera fila, las universidades y las instituciones de I+D de la Educación Superior, ya que han sido, a través de la historia, las generadoras de conocimiento por excelencia, solo que en esta era de la economía del conocimiento, tienen que tener como objetivo estratégico transformar ese conocimiento creado en activos intangibles y la explotación adecuada de estos permitirá generar el impacto económico que la sociedad necesita. Este objetivo estratégico se puede alcanzar vinculando la Gestión Universitaria de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación Tecnológica con la Propiedad Intelectual y con su adecuada gerencia.

Todos los aspectos abordados en este epígrafe pueden ser ampliados en las siguiente fuentes: CENDA (2003), Invenciones (2003), OCPI (2003), OMP (2003), Sistema Nacional Propiedad Industrial (2003).

**Impacto de la Gestión Universitaria de la Ciencia y el Desarrollo. Papel de la Propiedad Intelectual**

En la actualidad son numerosos y variados los estudios que se acometen para medir el impacto o el rendimiento que las investigaciones tienen en el desarrollo económico y social de la humanidad, destacándose aquellos en que el campo de análisis se centra en las tecnologías emergentes (biotecnología, nanotecnología, etc.) (Meyer, 2000; Meyer y col., 2002; Comisión Europea, 2003). En estos estudios, de forma general, se analiza el papel de las universidades, destacándose estas por su

---

**Derechos conferidos.** El titular de una patente goza del derecho de impedir a terceros la elaboración o utilización con fines comerciales, oferta a la venta, venta o importación, sin su autorización, de la invención patentada y, si el objeto de la patente es un procedimiento, también goza de ese derecho respecto del producto obtenido directamente a partir de dicho procedimiento.

**Procedimiento de concesión.** Se encarga de la concesión la oficina nacional o regional de patentes del país o la región de que se trate, tras la presentación y el examen de la solicitud. El examen podrá limitarse a las formalidades o incluir requisitos de fondo.

generación de conocimientos y en como las pequeñas y medianas empresas (Pymes), así como las transnacionales, utilizan los conocimientos generados y publicados en revistas científicas por las instituciones universitarias.

En una nota informativa sobre el Tercer Informe Europeo sobre Indicadores en Ciencia y Tecnología (Comisión Europea, 2003), se plantea que Europa supera a Estados Unidos y a Japón en lo que respecta a la producción científica, por ejemplo en publicaciones, señalándose que las universidades europeas son buenas generadoras de conocimiento pero, a pesar de eso, el nivel de rendimiento europeo en el sector de la alta tecnología ha decrecido, existiendo un incremento en el déficit comercial en productos de alta tecnología entre 1995 y 2000. Esto se ejemplifica en el campo de la biotecnología, donde se señala que Europa se ha rezagado en este campo, a pesar de que su producción científica es superior en esta temática a la de Estados Unidos; sin embargo, Estados Unidos patenta más en Europa que los propios europeos, por lo que, aunque en este caso se han generado conocimientos por los europeos y muy especialmente por sus universidades, no se han creado los activos intangibles suficientes que sustente la competitividad en este sector emergente.

El ejemplo anterior ilustra muy bien lo que pasa, de forma general, en el ámbito universitario, sobre todo en aquellos países en vías de desarrollo. Esos conocimientos que se han generado por las instituciones universitarias, son utilizados sin que obtengan la retribución que le corresponde, lo que se debe fundamentalmente, a que no cuentan con una estrategia adecuada de protección y explotación de dichos resultados. Esta situación se manifiesta de forma diferente en Estados Unidos y Canadá, reportándose que las universidades, conjuntamente con los hospitales docentes y centros de investigaciones, generaron en el año 2001 alrededor de 1 100 millones de dólares por concepto de *royalties* y pagos por el licenciamiento de resultados de las investigaciones a compañías comerciales. Las universidades de Estados Unidos obtuvieron más de 827 millones de dólares de 7 715 licencias (Agres, 2003).

Dichos datos demuestran la importancia de que la universidad integre adecuadamente la gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica con la gestión de la propiedad intelectual y se conciba como un sistema integral. Esto se logra a partir de la creación de un Sistema de Propiedad Intelectual que de respuesta a los objetivos estratégicos y a la misión de las universidades.

En Cuba existe una voluntad política para que el impacto de los avances científicos y tecnológicos se revierta en beneficio de la sociedad. Una muestra del avance en los últimos años en la ciencia, y en la protección de sus resultados, son las solicitudes de patentes de invención cubanas que se han realizado en diversos países del mundo. La concesión de patentes cubanas por Oficinas de Patentes de países del primer mundo muestra un avance apreciable del desarrollo científico y la calidad de los resultados obtenidos (García, Gutiérrez y Ramos, 2004).

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) contempla, en el Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica, los aspectos fundamentales de la Propiedad Intelectual. La Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI) ha sido la

encargada de establecer el Sistema Nacional de Propiedad Industrial –SNPI- (Sistema Nacional Propiedad Industrial, 2003).

El Sistema Interno de Propiedad Intelectual de las entidades adscriptas al Ministerio de Educación Superior (universidades e instituciones de investigación), a partir de su misión y de lo establecido por la OCPI y el CITMA en materia de propiedad intelectual, permitirá dar una respuesta al reto que significa el mundo globalizado de hoy para los adelantos vertiginosos de la ciencia y la técnica. Estos sistemas, por la importancia que tiene el capital intelectual en el valor de cualquier tecnología o producto, posibilitará a la Educación Superior explotar los beneficios y oportunidades que se pueden derivar de los aspectos vinculados con la propiedad intelectual

El Sistema de Propiedad Intelectual de las universidades debe tener entre sus objetivos fundamentales:

La formación de los recursos humanos en materia de propiedad intelectual.

Por la importancia que tienen los recursos humanos en la generación de conocimientos, las universidades deben prestar especial atención a la formación en el campo de la propiedad intelectual, la que no se debe circunscribir solamente a la preparación de especialista en esta temática, sino que debe formar parte de los planes de estudios de todas las carreras universitarias, de forma tal que los egresados de la Educación Superior posean conocimientos básicos en el tema, lo que les permitirá una formación más integral.

El establecimiento de estrategias para la protección legal y explotación de los resultados obtenidos en las investigaciones.

Uno de los aspectos más difíciles que enfrentan las universidades para lograr el impacto económico es el establecimiento de una adecuada estrategia de protección, lo que se debe, en muchos casos, a la falta de conocimiento sobre su importancia y al interés de los investigadores y docentes en publicar el resultados de sus investigaciones con el objetivo de fortalecer sus currículos. En el establecimiento de una estrategia política de protección correcta de los resultados intervienen numerosos factores que deben ser analizados desde el inicio de las investigaciones y en los que deben intervenir los estudios de mercado.

Una estrategia correcta debe definir entre otros factores los siguientes:

- proteger o publicar,
- tipo de modalidad de protección,
- cuándo realizar la protección o la publicación,
- dónde realizar la protección.

El uso eficiente de la información contenida en los documentos de patentes

La interpretación con valor agregado de la información contenida en los documentos de patentes es una herramienta de gran utilidad en la gerencia de proyectos de I-D, la gerencia de portafolio de patentes, la evaluación y formulación de programas de desarrollo científico-técnico, los estudios de inteligencia competitiva, la

vigilancia tecnológica, los estudios de prospectiva, el licenciamiento de tecnologías de punta, el avalúo de patentes para su explotación comercial y el desarrollo de operaciones económicas, entre otros. De aquí la importancia de utilizar eficientemente la información contenida en los documentos de patentes, los cuales se caracterizan por contener información de carácter técnico, legal, económico y de mercado que permite monitorear el estado de la técnica, el volumen de la actividad de investigación, la tendencia en el tiempo, localización del flujo de conocimientos, entre otros factores.

Por la importancia que tiene el uso de la información con valor agregado en la gestión de la ciencia y la innovación tecnológica, a continuación se exponen algunos ejemplos de casos de estudios prácticos en que los conocimientos generados a partir de la información de patentes ha sido de gran utilidad.

**CASO 1. Rol de la información de los documentos de patentes. Productos naturales y conocimientos tradicionales (García, 2003a)**

La importancia de los productos naturales como fuente para el desarrollo de nuevos fármacos está avalada por datos estadísticos. Por otro, lado existe una fuerte tendencia a nivel mundial en lograr una mayor calidad de vida, por lo que se ha incrementado el consumo de productos dietéticos, nutracéuticos y farmacéuticos obtenidos a partir de fuentes naturales, sobre todo en los grandes mercados internacionales (Europa, Estados Unidos, Japón, etc.).

Los conocimientos tradicionales están estrechamente vinculados a la diversidad biológica de los países en vías de desarrollo, siendo América Latina y, en particular, la región andina un buen ejemplo de esto. Existen numerosos conocimientos indígenas asociados al uso de materiales biológicos con fines nutricionales y farmacológicos a lo largo de la historia de estas comunidades. Son numerosos los casos que se citan en la literatura sobre la apropiación y uso de materiales biológicos, vinculados a los conocimientos indígenas de estos pueblos, por firmas de países desarrollados.

En la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, se firmó por 157 países el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), que tuvo su origen en la Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Nairobi en 1992.

En 1996, el CDB estableció los principios básicos para que se tuvieran en cuenta los derechos vinculados a los conocimientos tradicionales e indígenas, estableciendo las reglas y principios sobre las condiciones para el acceso y uso de estos conocimientos; asímismo, planteó cómo deben compartirse de manera justa y equitativa los beneficios derivados de dicha utilización.

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual del Perú (INDECOPI), en el año 2002, convocó a un grupo de trabajo a fin de analizar las patentes de invención concedidas, así como las solicitudes en trámite, referidas al *Lepidium meyenii* (maca)[3] con el objetivo de evaluar sus

[3] ***Lepidium meyenii* (maca).** Planta nativa de la sierra central de los Andes del Perú, que se destaca por sus propiedades nutricionales y farmacológicas, reportadas en numerosa literatura.

consecuencias y las alternativas para enfrentarlas: Este grupo concluyó su trabajo con un interesante informe en mayo del 2003.

A partir de esa información, se realizó un estudio a partir de la información de libre acceso en **Internet** de documentos de patentes de invención y de otras fuentes tomando como término de búsqueda *Lepidium meyenii* (maca). Se encontraron documentos de patentes de invención en diferentes países, entre los que se encuentran Estados Unidos y Japón. Al analizar las invenciones concedidas en Estados Unidos, se observa que existen solicitudes de invención y patentes concedidas referentes a invenciones en que se reivindica la utilización solamente del *Lepidium meyenii*, mientras que en otras invenciones lo que se reivindica es el uso de varios componentes, siendo uno de ellos la maca.

La información analizada permite concluir que existen derechos de propiedad intelectual (concedida y por conceder en un futuro mediato) vinculados a la maca, fundamentalmente en Estados Unidos y Japón, que, a su vez, son los principales mercados hacia los cuales Perú exporta dicha planta.

Los derechos que conceden las patentes a su titular (la no producción o la no comercialización por terceros de lo que reivindica la patente) se convierten, en este caso, en una amenaza para las exportaciones de los productos derivados de la maca en esos importantes mercados. Es importante señalar que la primera solicitud de invención relacionada con la maca en Estados Unidos aparece en el año 1999 y, en el Japón, la primera solicitud se presenta en 1994, y no es hasta 1999 que vuelven a presentarse solicitudes relacionadas con la maca en esta oficina. Estas fechas coinciden con el incremento de las exportaciones de maca hacia estos mercados. Según se plantea en la literatura, las exportaciones han crecido de 1 056 287,79 USD en 1998, a 3 016 240,03 USD en el año 2002, y Japón incrementó notablemente las importaciones de maca en 1999, y en el 2000 se convirtió en el principal país de destino de la misma.

Los resultados obtenidos a partir del uso de la información de patentes con valor agregado en este ejemplo específico permiten alertar sobre la necesidad de:

- fomentar una cultura sobre la propiedad intelectual en todos los sectores vinculados a los productos naturales que se emplean en la industria farmacéutica, cosmética y alimenticia;
- mantener una vigilancia sobre las invenciones que se solicitan y se conceden respecto a los productos, sobre todo en aquellos mercados de destino de las exportaciones;
- hacer uso eficiente de la información de propiedad intelectual con valor agregado para lograr estrategias eficaces y eficientes de investigación-desarrollo y comercialización.

**CASO 2. Propóleos y salud. Patentes y mercados (Suárez y col., 2003)**

Las conclusiones del estudio: “La introducción del análisis de tendencias de las patentes del propóleos en la gerencia de proyectos y la comercialización”, entre las que se destaca la tendencia ascendente en el desarrollo de las invenciones vinculadas a la

aplicación del propóleos a la salud, sirvieron de base y motivación para la ampliación de esta investigación. Este trabajo profundizó en los análisis de los documentos de patentes de invención relacionados con el uso del propóleos en la salud, expresados como fármacos, cosméticos o suplementos nutricionales.

Las conclusiones fundamentales de este trabajo fueron:

1 - El crecimiento del número de solicitudes durante el período 1995-2002 muestra que el propóleos es un producto natural de interés para el mundo científico y tecnológico, ya que la capacidad innovadora muestra una tendencia ascendente en el campo que es objeto de este estudio.

2 - El uso de propóleos en el período 1972-2001 ha estado dirigido al desarrollo de nuevos productos, especialmente de aquellos productos relacionados a sus propiedades medicinales y nutracéuticas y con utilizaciones dermatológicas.

3 - Se determinaron los principales inventores y titulares vinculados a esta temática.

**CASO 3. Valoración de la calidad y vigencia de una patente a través del estudio de las citaciones (García, 2003b)**

Los estudios bibliométricos a partir de las citaciones son muy utilizados en la actualidad; dentro de estos estudios se destacan, en los últimos tiempos, los análisis de la información de patentes basados en las citaciones, tanto de los documentos de patentes como de la literatura no patente.

Entre las valoraciones más importantes que se realizan a partir de dichas citaciones, se encuentra la valoración de la calidad de las patentes y/o el avaluó de patentes, para lo cual se integra la información obtenida con otros elementos importantes. En este caso particular se realiza un estudio de las patentes que citan a una patente X a lo largo del tiempo y se obtienen los siguientes resultados:

La patente X fue solicitada en el año 1991 y fue concedida en el 1994; la misma fue citada posteriormente (hasta diciembre del 2003) por 18 invenciones concedidas. Los datos obtenidos fueron procesados con el Sistema Automatizado de Vigilancia de Patentes *SiVigPat* versión 3,0, obteniéndose los siguientes resultados:

En la Figura 1 se muestra la distribución de las patentes que citan a la patente X, en base a su fecha de prioridad[4], y en ella se puede apreciar que la patente de invención X ha sido citada, hasta el presente, por patentes concedidas que tienen prioridad desde 1992 hasta el 2000. La última patente concedida que cita a esta patente fue otorgada en el año 2003 y tiene fecha de prioridad el 2000. De estos datos se deduce que la patente X es parte del estado de la técnica de estas 18 invenciones. Por otro lado, en la Figura 2 se observa que las patentes que han citado a la patente X

[4]**Fecha de prioridad.** Fecha en que se deposita por primera vez una invención en una Oficina de Patentes. Este dato es de gran importancia ya que define la prioridad de la invención con respecto a otra que contenga una misma reivindicación. En la mayoría de las legislaciones, cuando se concede una patente de invención esta tiene validez 20 años a partir de la fecha de prioridad.

pertenecen a organizaciones y firmas de reconocido prestigio internacional. Todo esto conlleva a que la actividad inventiva de la patente X, esta aún vigente y que, además, es de importancia para campos de conocimientos en que trabajan firmas de prestigio mundial.

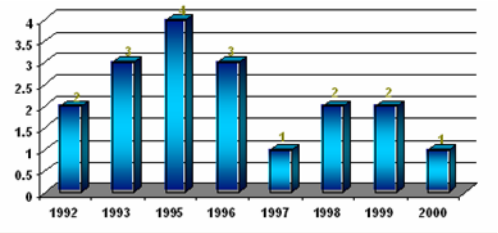



Fig. 1: Patentes que citan por fecha de prioridad

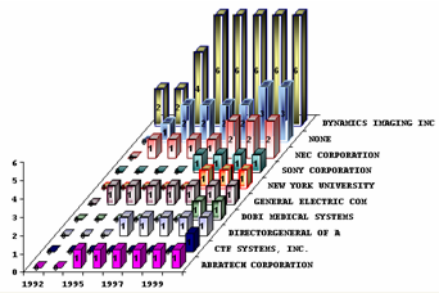



Fig. 2: Titulares que citan por fecha de prioridad

Estos elementos descritos son de gran utilidad a la hora de gerenciar la propiedad intelectual, brindando, conjuntamente otros indicadores, elementos para definir el mantenimiento[5] o no de una patente. Igualmente estos elementos permiten perfeccionar el portafolio de patentes de una firma o institución para su presentación para el licenciamiento. El número de citaciones es utilizado por numerosas instituciones para medir la calidad y evaluar una invención.

### Referencias


Agres, T. **Licenses worth a billion.** The Scientist, Mayo 2003.

CENDA. http://www.cenda.cult.cu/ . Revisado: 15/10/2003.

Comisión Europea. **El rendimiento de la investigación de la UE sigue aumentando, pero se enfrenta a importantes retos.** Tercer Informe Europeo sobre Indicadores en Ciencia y Tecnología. Nota informativa. UE, Bruselas, 2003.

Convenio Berna. http://www.wipo.org/treaties/ip/berne/index-es.html. Revisado: 15/10/2003.

Convenio París. http://www.wipo.org/treaties/ip/paris/index-es.html. Revisado: 15/10/2003.

García, B. **Productos naturales y medicamentos vs patentes y mercados. I- Rol de la información de los documentos de patentes. Productos naturales y conocimientos tradicionales.** Empresas y Negocios. (Rev. elect. http://www.e-camara.net), 2003a.

García, B.. **Valoración del portafolio de patentes mediante citaciones.** CNIC. Informe interno. La Habana, 2003b.

García, B., Gutiérrez, C. y Ramos G. **Estudio de las patentes cubanas concedidas en dos países desarrollados.** Informe interno. CNIC, La Habana, 2004.

Invenciones. http://www.wipo.org/about-ip/es/index.html. Revisado: 15/10/2003.


[5]**Mantenimiento de una patente.** Pago por concepto de anualidades que deben hacerse a las distintas Oficinas de Patente donde esta presentada una invención. El no pago de una anualidad implica la pérdida de los derechos en ese país.

Meyer, M. **Patent citation analysis as a policy planning tool.** The IPTS Report. Issue 49. Institute for Prospective Technological Studies, Seville. 2000.

Meyer, M. y col. **Mapping excellence in nanotechnologies.** Preparatory Study prepared for European Commission. DG Research. UE, Bruselas, 2002.

OCPI. http://www.ocpi.cu. Revisado: 15/10/2003.

OMP. http://www.wipo.org/about-wipo/es/index.html. Revisado: 15/10/2003.

Sistema Nacional Propiedad Industrial. http://www.ocpi.cu/sistema00.html. Revisado: 15/10/2003.

Suárez D., García B., Zayas D. y Guisado F. **Propóleos y salud. Patentes y mercados.** Seminario Latinoamericano de Apicultura. C. México, 2003.

Trilateral Statistical Reports. http://www.trilateral.net/public/tsr_2001/ch4/4.1.php. Revisado: 15/10/2003.

# INVESTIGACION Y DOCTORADOS EN LA UNIVERSIDAD CUBANA. REFLEXIONES EN EL NUEVO SIGLO

***José Luis García Cueva[1], Nicolás L. Medina Basso[2], Francisco Benítez Cárdenas[3] y Walfredo González Rodríguez[1]***
*[1]Dirección de Ciencia y Técnica. Ministerio de Educación Superior*
*[2]Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*
*[3]Universidad Agraria de La Habana*

## Introduccion

El desarrollo a un nivel superior del modelo cubano de universidad moderna, humanista y universal, científica, tecnológica y productiva, altamente pertinente e integrada a la sociedad y profundamente comprometida con el proyecto social de la Revolución Cubana, tiene como premisa el establecimiento de las interrelaciones más pertinentes entre la investigación científica y los doctorados.

En la Planeación Estratégica de la Educación Superior cubana hasta el año 2007 (MES, 2004), se plantea en su Visión el contar con un claustro de profesores e investigadores integrado en un 50% por doctores, considerando todo el personal que ocupa plazas en las diferentes categorías docentes y científicas. En relación con la investigación científica la Visión plantea que "... las universidades se consolidan como centros de investigación y la organización se mantiene en la avanzada del país en cuanto a la obtención y transferencia de resultados científicos de alto impacto socio económico y reconocimiento nacional e internacional... con un elevado efecto de arrastre sobre los restantes procesos universitarios".

En consecuencia, la Planeación Estratégica da rango de Área de Resultados Clave a la Educación de Postgrado y al desarrollo de los Recursos Humanos, en especial del claustro, con un peso principal a su formación como Doctores en Ciencias, con una incidencia determinante en el cómo lograr todos, o casi todos, los Objetivos Estratégicos de la Educación Superior.

De igual forma, la Planeación Estratégica otorga a la Ciencia e Innovación Tecnologica universitarias el rango de Área de Resultados Clave, en la cual se deben alcanzar resultados superiores y desempeñar un papel aún más activo y determinante en la Estrategia Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica.

Por esto, aunque en otros trabajos (Benítez, 1999) se abordan a profundidad los problemas de la investigación universitaria, incluido su nexo con la educación de postgrado, resulta pertinente profundizar en la sinergia estratégica entre la investigación y los doctorados en la universidad, en base no solo a reflexiones conceptuales imprescindibles, sino también a “estrategias particulares y específicas”, necesarias para la consecución de los objetivos planteados.

**Antecedentes históricos del doctorado y la investigación en los modelos universitarios**

Las universidades surgen en la edad media siguiendo básicamente tres modelos:

- universidades liberales burguesas (Bolonia, 1119; Padua, 1222),
- universidades estatales (Nápoles, 1224; Salamanca, 1250; Praga, 1348),
- fundaciones eclesiásticas (París, 1200; Oxford, 1249; Cambridge, 1284; Alcalá de Henares, 1409).

De ellas, las de Alcalá de Henares y Salamanca tendrán la influencia determinante en el surgimiento de las universidades en Latinoamérica. Aunque la investigación siempre acompañó de alguna manera a la universidad, ésta tendría que luchar duramente con la escolástica, la retórica y otros tipos de obras intelectuales que se defendían como doctorados. Durante un largo período, la ciencia tuvo tan poco desarrollo que no se podía hablar de investigación y doctorados científicos y el doctorado era un grado profesional. No obstante, ya por entonces la obtención del grado de Doctor exigía ser Licenciado y escribir y/o exponer oralmente una tesis y defenderla en forma pública, como una proposición, filosófica o teológica, ante un jurado de doctores, incluyendo los oponentes.

A lo largo de los siglos, las ciencias fueron avanzando lentamente, sobre todo dentro de las Facultades de Filosofía. Hombres como Galileo, Bacon, Newton y Leibnitz, allanaron el camino que, junto al advenimiento de la Revolución Industrial y la toma del poder por la burguesía, determinó que a principios del siglo XIX se produjeran grandes cambios, donde la investigación científica y los nuevos doctorados pasaron a jugar el papel principal en los futuros modelos universitarios.

Así, surge con Napoleón I el modelo francés de “universidad profesional”, que desdeñaba la investigación y redujo la universidad a la transmisión de conocimientos, bajo una estructura federal de escuelas profesionales. El centro de la investigación científica se desplazó a instituciones no universitarias. Los doctorados decaen junto con la investigación universitaria, también producto del creciente descrédito doctoral antes de la Revolución Francesa.

En Latinoamérica, el modelo profesional francés fue bien recepcionado y difundido después de la independencia, afectándose el desarrollo de la investigación universitaria, lastre que todavía hoy perdura en gran medida, agravado por la no promoción de otras instituciones científicas.

Paralelamente, surge con Guillermo de Humboldt, en Berlín, el modelo de la “universidad investigativa”, concebida para trasmitir, pero ante todo para generar conocimiento, mediante la unión de estudiantes y profesores en la docencia y la investigación básica. La sinergia berlinesa de docencia e investigación, totalmente válida en las universidades de excelencia en la actualidad, nació unida a un nuevo tipo de doctorado investigativo y científico, el famoso PhD moderno o Doctorado de Filosofía, como obra de científicos y filósofos de la talla de los hermanos Humboldt, Fichte, Schleiermacher, Hegel y otros, todo un símbolo de la “universidad clásica

alemana". Este modelo se iría imponiendo paulatinamente en las principales universidades de los países más avanzados, evolucionando hacia el modelo de "universidad científica y tecnológica" desarrollado en los EE.UU. a fines del siglo XIX y principios del siglo XX, que otorgaba una alta importancia también a la investigación aplicada.

En el presente siglo se conforman los llamados "modelos doctorales dominantes" (Alemania, Francia, Reino Unido-EE.UU., Rusia), todos influenciados por las concepciones iniciales del doctorado berlinés (Morles, 1996).

En Alemania, el doctorado tiene carácter muy poco escolarizado o estructurado; se obtiene después de los estudios de Licenciatura larga (4-6 años), mediante la realización y defensa pública de una tesis, resultado de la investigación científica individual bajo la dirección de un tutor, después de rendir algunos exámenes especializados. La baja estructuración de este proceso contribuye a que el mismo dure, como promedio, 5-6 años en lugar de los 3 años mínimos previstos.

Por encima del doctorado existe la "habilitación", la cual se obtiene después de al menos 3 años adicionales de trabajo científico y docente en la universidad, rendir un examen y presentar una tesis, y permite acceder a las categorías docentes superiores universitarias. Este modelo, que descansa sólidamente en la tradición de la "universidad clásica alemana", garantiza, por su carácter muy investigativo, una elevada capacidad del Doctor para trabajar en la investigación de forma independiente y para dirigir grupos investigativos, pero tiende a durar unos 2 años más que en el modelo anglo-norteamericano.

Por ello, la tendencia actual en Alemania es a compatibilizar su sistema de una Licenciatura corta, de 3-4 años, con el Bachelor y de un estudio adicional de unos 2 años, para llevar su Licenciatura larga o Diplomado, al equivalente de una Maestría previa al Doctorado. Al mismo tiempo, se trata de lograr una mayor estructuración del doctorado en los llamados "Colegios de Graduados" para contribuir a acortar el tiempo del mismo y resolver mejor la contradicción entre el carácter más individual del doctorado y la necesidad de la interdisciplinaridad y el trabajo en equipos predominante en la investigación estratégica universitaria actual. Ante la masificación de la enseñanza de pregrado, la esencia del modelo de la "universidad clásica alemana" tiende a trasladarse al postgrado, y en particular a la formación de doctores.

En Francia, después de 1984 (Ley Savary), el doctorado tiene un fuerte componente estructurado al exigir, después de la Licenciatura, un Diploma de Estudios Profundos o Especializados, de unos 2 años de trabajo académico escolarizado, como requisito para acceder al Doctorado en si, mediante al menos otros 2 años de elaboración y defensa de una tesis. También existe la "habilitación", aunque orientada más a la dirección investigativa que al ejercicio docente, mediante la presentación y defensa de una nueva tesis o de un conjunto de trabajos originales de alta calidad publicados en revistas de alta visibilidad.

En Rusia se asimiló creadoramente el modelo berlinés, ya antes de la Revolución de Octubre, incorporándolo a un modelo propio de la Unión Soviética, que prevalece

hoy en Rusia y también en otros países del extinto bloque soviético. La Candidatura en Ciencias es equivalente al PhD y se obtiene después de una Licenciatura larga (5 años), mediante no menos de 3 años de trabajo académico en una universidad o instituto de investigación, el conocimiento de un idioma extranjero, la aprobación de algunos exámenes contextuales y especializados y la realización y defensa de una tesis resultado de una investigación científica bajo la dirección de un tutor.

La Candidatura en Ciencias rusa es altamente investigativa e individualizada y demostró formar buenos investigadores y docentes para la universidad y los centros de investigación. Los problemas y las insuficiencias en la introducción de resultados científicos y la innovación tecnológica en las empresas soviéticas tienen otros orígenes no achacables al doctorado y a la investigación universitaria. También existe el Doctorado en Ciencias, que se obtiene, en general, después de largos años de investigación, mediante la realización y defensa de una tesis profunda, con aportes teóricos y, generalmente, de utilidad práctica. Aunque en Rusia hoy se tiende a la introducción, o al menos a la equiparación, del Bachelor y Master anglo-norteamericanos, en relación con los doctorados los cambios han sido menores.

En los Estados Unidos de América (EE.UU.) el modelo berlinés llegó a través de Inglaterra, pero también en forma directa desde Alemania, y se asimiló creadoramente, adoptándolo a las exigencias y al pragmatismo imperante en la sociedad y la economía norteamericana. El resultado es un sistema de educación superior de postgrado y de doctorados muy heterogéneo en cuanto a su forma y su calidad, desde la gran excelencia hasta cierta mediocridad. Lo más frecuente es el PhD, pero existe también el Doctorado profesional (en medicina, leyes, administración) y el Doctorado en Artes (para la docencia). Un grupo de universidades de excelencia (*research universities*) hala el sistema universitario norteamericano, aunque una gran parte de las universidades ni siquiera investiga

El PhD se obtiene mediante examen de ingreso, la aprobación de un conjunto de cursos y seminarios especializados y la elaboración y defensa pública de una tesis, resultante de una investigación bajo la dirección de un tutor. En algunas instituciones o áreas del conocimiento se exige, además, el conocimiento de idioma extranjero, la práctica de ejercicio docente y/o el título de Master en la especialidad.

**Doctorado e investigación en el modelo universitario cubano**

En 1728 fue fundada la Real y Pontificia Universidad de La Habana. Sin embargo, el camino de la ciencia y de la investigación se abrió a principios del siglo XIX, primeramente en el Seminario San Carlos, con la obra de Félix Varela, en la misma época y con interesantes similitudes con los procesos que ocurrirían en la Universidad de Berlín.

La secularización ocurrida en 1843 reformó favorablemente la ahora Real y Literaria Universidad de La Habana, a pesar de cierto fortalecimiento neoescolástico transitorio.

En el relativo auge de la ciencia cubana durante el siglo XIX, en plena colonia, tuvo un peso relevante la Real Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales, fundada en 1861, la primera en toda América.

Las reformas de Varona en 1900 y la Reforma (Revolución) Universitaria de 1923 trataron infructuosamente de abrirle el paso a la investigación universitaria. El período de la intervención norteamericana y de la posterior república mediatizada, representó un retroceso para el desarrollo científico del país y para la investigación universitaria. El despegue cualitativo se produce con la Reforma Universitaria en 1962, ya dentro de la Revolución.

Una periodización de la investigación universitaria es lógicamente similar a las etapas de desarrollo de la ciencia cubana. En el período 1962-1976 se produce “una promoción dirigida de la ciencia y el desarrollo universitario”, con un peso creciente de la investigación. Ya la Reforma Universitaria señalaba como una de las obligaciones de las universidades la de “realizar investigaciones y colaborar con las instituciones científicas y organismos extrauniversitarios” (CSU, 1962). Esta política es ratificada en los años sucesivos por los máximos dirigentes del país (Castro, 1964) y es claramente definida en los lineamientos de la política educacional aprobados por el Primer Congreso del PCC en 1975 al señalar que “no hay verdadera educación superior sin actividad de investigación científica” (PCC, 1978). Este periodo se caracterizó por una promoción dirigida de la ciencia y el desarrollo universitario.

Con la creación en 1976 del Ministerio de Educación Superior se da continuidad estratégica al proceso de fortalecimiento de la investigación universitaria, en estrecha vinculación con las exigencias del desarrollo socioeconómico del país.

Ante el crecimiento de la matrícula, la existencia de una gran masa de profesores noveles y la creación de toda una red nacional de Centros de Educación Superior (CES), fue necesario un alto nivel de centralización inicial, que fue decreciendo paulatinamente. Ello se manifiesta en el cambio de los planes de estudio unificados A $\rightarrow$ B en 1982 y en el paulatino incremento de la amplitud y calidad de la investigación universitaria en el período 1976-1989.

En esa etapa se consolida un sistema nacional de superación postgraduada y de postgrado académico, con énfasis en la formación de doctores. Al inicio de esa etapa, la mayoría de los doctores se formaban en universidades de los países socialistas de Europa, con un peso similar de las modalidades de tiempo completo y tiempo parcial. No obstante, durante todo ese período, hubo una tendencia creciente a las defensas de doctorado en Cuba, en correspondencia con la madurez que iba alcanzando la investigación universitaria, las cuales ya eran una clara mayoría a finales de los años ochenta. En este período, las principales universidades alcanzan una "masa crítica" de doctores, de donde saldrían los líderes científicos y un número creciente de doctores activos y triunfadores, de forma sostenida, en la investigación científica, necesarios para la conformación del nuevo paradigma de los años 90: la universidad como centro de investigación.

El modelo cubano de universidad moderna, humanista y universal, científica, tecnológica y productiva, altamente pertinente e integrada a la sociedad y al sector productivo y profundamente comprometida con el proyecto socialista de la Revolución Cubana, se fue formando desde la Reforma Universitaria de 1962. Se incorporaron buenas experiencias de las mejores universidades norteamericanas, con la influencia del modelo alemán de universidad investigativa, por vía directa a través de la entonces República Democrática Alemana, y las buenas experiencias universitarias de la extinta URSS y de otros países socialistas. No obstante, se trata de un modelo autóctono, soportado en nuestra historia, consecuente con la tradición electiva de la ciencia universitaria y del pensamiento cubanos, desarrollado en base a nuestras propias experiencias y características y proyectado hacia el futuro, en correspondencia con las misiones estratégicas de las universidades en función del desarrollo socioeconómico del país.

El cambio cualitativo se inicia con el proceso de "rectificación de errores y tendencias negativas", en 1986, derivado del 3er. Congreso del Partido Comunista de Cuba, donde se señalaron críticas al bajo nivel de aplicación de los resultados científicos y a la dispersión y falta de integralidad en la actividad de ciencia y técnica. Pero las insatisfacciones no condujeron a una pérdida de confianza en la ciencia, sino a su fortalecimiento, produciéndose cambios en la política científica y tecnológica, con un significativo impulso a la investigación en las universidades.

Hacia 1989, la investigación universitaria va alcanzando niveles de madurez y consolidación que van señalando un cambio cualitativo. En 1990, en el IV Congreso de la Federación Estudiantil Universitaria (FEU), el Comandante en Jefe Fidel Castro nos convocó a convertir las universidades en centros de investigación. Para lograr esta transformación se elaboró un programa que preveía un cambio en los métodos de dirección, basados ahora en la Dirección por Objetivos, con una Planificación Estratégica hasta el año 2000, así como en estructuras más consecuentes con la Misión y Visión generadas. Se trataba de elevar la investigación a la altura de la docencia en la misión de la universidad, con vida propia y con una influencia decisiva en las restantes funciones sustantivas universitarias.

A la pregunta clave de para qué se investiga en las universidades cubanas, se puede responder (Vecino, 1996) que se investiga:

- para promover y difundir la cultura, en una estrategia coordinada de extensión universitaria con una fuerte actividad de divulgación científico-popular;
- para obtener nuevos conocimientos científicos, con elevada calidad y relevancia, lo que debe expresarse, ante todo, en la cantidad e índice de impacto de nuestras publicaciones científicas y en los premios y reconocimientos nacionales e internacionales que obtienen nuestros profesores e investigadores;
- para incrementar la captación de recursos materiales y financieros que permitan el mejor desarrollo de las funciones sustantivas universitarias.

Sin embargo, hoy nuestras universidades investigan fundamentalmente para resolver problemas con pertinencia, impacto y consecuencia tecnológica, en función de los intereses del desarrollo socioeconómico del país. Esto se manifiesta en el satisfactorio cumplimiento de nuestros elevados compromisos en los planes de resultados y su generalización, en los recursos que van apareciendo para sostener la investigación, en los registros y patentes de nuevos productos y tecnologías. Ello supone un alto componente de superación profesional para la transferencia y asimilación de las tecnologías, en el marco de una buena gestión tecnológica, pero también una creciente y mayoritaria implicación de los aspirantes al grado científico de Doctor en los proyectos de investigación.

Todo esto ha sido posible porque el país considera el desarrollo científico como un pre-requisito, y no como una consecuencia, del desarrollo económico y social, y por una política acertada de potenciar el papel de las universidades en este desarrollo. Esta situación obliga a la universidad cubana a incursionar en el campo de la tecnología, tanto como sea necesario, pero con una estrategia de creciente integración de los centros de investigación, los centros tecnológicos y el sector empresarial. La existencia en Cuba de una considerable I+D tecnológica en los institutos ramales y la creciente actividad de innovación tecnológica en las empresas, a la luz del perfeccionamiento empresarial, sienta condiciones favorables para una complementación.

En esta etapa, las múltiples afectaciones vinculadas a lo que en Cuba llamamos "período especial", provocado por el derrumbe del campo socialista y el recrudecimiento del bloqueo de los Estados Unidos, determinaron un deterioro de los indicadores científicos de salida más importantes, como artículos publicados y patentes concedidas, aunque se manifiesta una clara tendencia a la recuperación de los mismos en las universidades cubanas, como puede apreciarse en la Tabla 1, donde se muestra el comportamiento de algunos indicadores de la producción científica universitaria en los últimos 10 años.

No obstante, en algunos índices de visibilidad, como es el caso de los artículos publicados en revistas de “corriente principal”, aun queda mucho camino por andar pues las cifras indican que estamos lejos de los países “punteros”, incluso dentro de la región de América Latina y el Caribe. Así, según datos del Science Citation Index (SCI Search) correspondientes al año 2000 (RICYT, 2002), Cuba publicó ese año 646 artículos en las revistas procesadas en esa base de datos, para un 0,07 % del total de artículos a nivel mundial, correspondiente al 1,17 % del total de artículos de Iberoamérica y al 2,30 % del total de artículos procedentes de América Latina y el Caribe, región dentro de la cual ocupamos el 6$^{to}$ lugar junto a Colombia y detrás de Brasil (45 %), México y Argentina (18 % c/u), Chile (8 %) y Venezuela (4 %), aunque este indicador ofrece dificultades para expresar la producción científica de la región, pues sólo alrededor del 1 % de las revistas científicas iberoamericanas son procesadas en esa base de datos.

Tabla 1. Algunos indicadores de salida de la producción científica en la investigación universitaria.

| Indicador | 1993 | 1995 | 1997 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1. Publicaciones** | | | | | | | | |
| - Art. en rev. cientif. nac. y extran. | 2241 | 2735 | 3784 | 5313 | 6212 | 7071 | 8156 | 8493 |
| . en rev. indizadas internac. | 190 | 391 | 507 | 1375 | 1728 | 2000 | 2082 | 2034 |
| - Libros | (1) | 95 | 96 | 163 | 225 | 194 | 184 | 234 |
| - Monografías | (1) | 97 | 203 | 417 | 511 | 436 | 529 | 517 |
| **2. Premios** | | | | | | | | |
| - Otorgados por la ACC | 21 | 16 | 18 | 31 | 31 | 31 | 35 | 32 |
| - Otorgados por el Forum de CyT | 116 | 80 | (2) | (2) | 87 | (2) | 70 | (2) |
| - Internacionales | (1) | (1) | 4 | 12 | 14 | 14 | 16 | (1) |
| **3. Patentes y registros** | | | | | | | | |
| - Patentes solicitadas | 90 | 52 | 76 | 62 | 70 | 77 | 86 | 61 |
| - Patentes concedidas | 26 | 32 | 27 | 21 | 24 | 32 | 38 | 37 |
| - Registros de productos | (1) | 57 | 36 | 70 | 107 | 111 | 147 | 118 |
| **4. Aporte económico (MMP)** | 27,7 | 21,4 | 25,3 | 32,8 | 38,8 | 164,1* | 171,5* | 134,3* |

Fuente: Registros de la Dirección de Ciencia y Técnica. MES.
(1) No se posee el dato
(2) No se celebró ese año
* Considera impacto integral de las actividades científicas en los sectores productivo y de servicio del país

La defensa de doctorados en la última década muestra una tendencia similar a la ya vista para los resultados científicos, de forma tal que en el período se fue incrementando el porcentaje de doctores en el claustro de las universidades y los centros de investigación vinculados al MES, alcanzando un promedio general del orden del 28% al cierre del año 2003, como puede observarse en la Tabla 2. Se destacan favorablemente, por encima de la media, la Universidad de La Habana, el Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría", la Universidad Central de Las Villas, la Universidad de Pinar del Río y, especialmente, los 4 centros de investigación con vinculación directa al MES.

Los grados científicos cubanos parten del modelo del doctorado ruso, con una apreciable influencia alemana y son el Doctor en Ciencias de determinada especialidad y el Doctor en Ciencias, independientes entre si, aunque el primero es requisito para el segundo. El Decreto Ley No. 133 de 1992 (CNGC, 2003) plantea:

"Artículo 3. El grado científico de Doctor en Ciencias de determinada especialidad se otorgará a los graduados del nivel universitario que contribuyan significativamente al desarrollo de su especialidad y satisfagan a plenitud los requisitos y las evaluaciones correspondientes a los programas que se establezcan, dentro de un

proceso que culminará con la defensa ante el tribunal competente de una tesis donde se ponga de manifiesto un determinado grado de madurez científica, su capacidad de enfrentar y resolver problemas científicos de manera independiente, se demuestre un profundo dominio teórico y práctico en el campo del conocimiento de que se trate y que contenga la exposición del resultado alcanzado por el graduado universitario en su especialidad, que podrá consistir en la propuesta de solución o solución de un problema teórico o práctico de ella o en una contribución científica de otro tipo.

Artículo 4. El grado científico de Doctor en Ciencias se otorgará a los Doctores en Ciencias de determinada especialidad que hayan realizado un trabajo de alto nivel de especialización en el campo del conocimiento al que se dediquen, con la defensa ante un tribunal competente, de una tesis que contengan la solución y generalización de un problema de carácter científico que constituya un aporte a la rama del conocimiento de que se trate".

Tabla 2. Cantidad y proporción de doctores en los claustros de las universidades, centros de investigación y otras dependencias del MES al cierre del año 2003.

| Centro | Claustro (Prof. + Invest.) | Doctores en Ciencias | % Doctores en el claustro |
|---|---|---|---|
| Universidad de Pinar del Río | 346 | 101 | **29,2** |
| Universidad Agraria de La Habana | 362 | 93 | 25,7 |
| Universidad de La Habana | 1 362 | 600 | **44,1** |
| Inst. Sup. Politécnico “José A. Echeverría” | 778 | 316 | **40,6** |
| Centro Universitario de la Isla de la Juventud | 65 | 2 | 3,1 |
| Universidad de Matanzas | 446 | 78 | 17,5 |
| Universidad de Cienfuegos | 266 | 56 | 21,1 |
| Universidad Central de Las Villas | 887 | 272 | **30,7** |
| Centro Universitario de Sancti Spiritus | 178 | 12 | 6,7 |
| Universidad de Ciego de Ávila | 250 | 47 | 18,8 |
| Universidad de Camaguey | 479 | 89 | 18,6 |
| Centro Universitario de Las Tunas | 158 | 17 | 10,8 |
| Universidad de Holguín | 374 | 64 | 17,1 |
| Inst. Sup. Minero Metalúrgico de Moa | 193 | 49 | 25,4 |
| Universidad de Granma | 319 | 45 | 14,1 |
| Universidad de Oriente | 945 | 170 | 18,0 |
| Centro Universitario de Guantánamo | 124 | 21 | 16,9 |
| Centro Nacional Investigaciones Científicas | 127 | 66 | **52,0** |
| Centro Nacional Sanidad Agropecuaria | 108 | 58 | **54,7** |
| Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas | 83 | 38 | **45,8** |
| Instituto de Ciencia Animal | 75 | 44 | **58,7** |
| Emp. Nac. Prod. Serv. Educación Superior | 5 | 2 | **40,0** |
| Organismo Central | 87 | 52 | **60,0** |
| **Total** | **8 017** | **2 288** | **28,5** |

Fuente: Registros de la Dirección de Educación de Postgrado. MES.

El doctorado cubano se ha caracterizado por ser muy investigativo, poco escolarizado, aceptablemente multidisciplinario, deslocalizado y altamente personalizado. Este tipo de doctorado es muy coherente con el modelo cubano de "universidad científica y tecnológica" y constituye una garantía del rigor científico con que se investigan los problemas más acuciantes para el desarrollo socio-económico del país. Sin embargo, en los últimos años se ha producido un estancamiento en el número de defensas de doctorados, del orden de 300 anuales. Para lograr avances adicionales importantes parece necesario incursionar consecuentemente en programas doctorales más estructurados.

**Doctorado e investigación en la Planeación Estratégica y la Dirección por Objetivos en las universidades**

El desarrollo del claustro y, en particular, la obtención de una calificación superior que representa el doctorado, influye de forma importante e incluso determinante en el cumplimiento de los diferentes Objetivos Estratégicos universitarios, por lo cual los doctorados tienden a aparecer explícita y cuantitativamente en diferentes Criterios de Medida que permiten evaluar el cumplimiento de cada uno de los objetivos, en estrecha relación con la investigación científica. Así, por ejemplo:

- En la Formación de Profesionales, donde se investiga en dos Programas Ramales Científico-Técnicos (PRCT) sobre Pedagogía y Gestión Universitaria, se considera el número de defensas de doctorados vinculadas a los proyectos de investigación de estos programas. A partir de grupos de investigación sobre estos dos perfiles, se han ido creando, en la mayoría de las universidades, Centros de Estudios especializados en la investigación y el postgrado en los mismos. La aprobación de esos Centros de Estudio exige la presencia de una masa crítica de doctores en dichos perfiles. Además, la acreditación de las carreras universitarias considera la calificación del claustro y, en particular, los doctores.

- En la Educación de Postgrado, se concerta entre el MES y cada universidad el número de defensas de doctorados a lograr durante cada curso académico en cuestión y se evalúan, además, los avances en este sentido respecto a las características de cada universidad. Junto a la formación de doctores dentro del claustro, la universidad debe graduar doctores para entregarlos a los centros de investigación académicos y tecnológicos e, incluso, al sector empresarial, para garantizar el crecimiento sostenido del potencial científico del país y los procesos de innovación, lo cual también es evaluado. Los doctores en el claustro de las Maestrías son un elemento determinante a los efectos de la acreditación de las mismas.

- En la Formación y Superación de Cuadros, empresariales y estatales, una nueva e importante función que desempeñan las universidades desde hace unos años, también se concertan y evalúan el número de defensas de doctorados a realizar en los perfiles afines, tales como Técnicas de Dirección, Gestión Empresarial, Administración Pública, Economía Empresarial y Local, Desarrollo Económico, etc. La existencia de un Programa Nacional Científico-Técnico (PNCT) sobre el trabajo con los cuadros, facilita la coordinación y el establecimiento de prioridades en estos perfiles investigativos.

- En la actividad de Ciencia y Técnica, el número de defensas de doctorados en los proyectos de investigación, en relación al total de investigadores y profesores que participan en la investigación (generalmente entre el 75-80 % del claustro), se considera un importante indicador de producción científica. También se consideran, explícitamente, los doctorados a defender en temáticas específicas.

- En la gestión de Recursos Humanos, se concerta y evalúa el porcentaje del claustro que tiene el grado científico de Doctor. La dinámica de este indicador depende no solo de las defensas de doctorados, sino también de la permanencia en la universidad de los profesores que ya son doctores, así como de la integración a la plantilla del claustro de profesionales con experiencia práctica y que ya sean doctores. Las categorías docente y científica de Profesor e Investigador Titular exigen el grado científico de Doctor y, por tanto, la acreditación de ser capaz de investigar de forma independiente y de conducir un grupo de investigación. En las universidades y centros de investigación más desarrollados ya se exige también ser Doctor para optar por la categoría de Profesor o Investigador Auxiliar.

La Informatización de la educación superior se constituye en una Estrategia Maestra, con una incidencia transformadora sobre todas las funciones sustantivas universitarias. Su perfeccionamiento sobre bases científicas, el desarrollo de la informática educativa, el aprendizaje y la investigación colaborativos, los laboratorios y bibliotecas virtuales, las Intranet, Extranet y el uso de Internet, nos llevan a concertar y evaluar las defensas realizadas en los perfiles de Ingeniería Informática, Ciencias de la Computación y de la Información, Telecomunicaciones, Telemática y Automática y, en general, en las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

**El doctorado y la estrategia nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica**

Las prioridades de la ciencia y la tecnología en Cuba hasta el año 2005 (MES, 1999), permiten definir 4 grupos:

1. Áreas donde se pretende alcanzar o mantener excelencia y competitividad internacional, a partir de productos y tecnologías novedosas.
2. Áreas clave más tradicionales, donde son necesarios cambios tecnológicos importantes para garantizar competitividad, eficiencia, diversificación, protección medio ambiente, etc.
3. Áreas vinculadas al estudio de la naturaleza y la sociedad cubanas.
4. Áreas científico-técnicas avanzadas, sin perspectivas a corto plazo pero que requieren alcanzar o mantener un nivel, para otros grupos y para el futuro.

En el grupo 1, aunque se desarrolla a ciclo completo el proceso innovativo, tiene gran peso la investigación estratégica. En el grupo 2, sin embargo, junto a la I+D tradicional tiene importancia determinante la innovación tecnológica, con gran peso de la transferencia de tecnologías nacionales y extranjeras. Así, por sus características, el peso de la participación en los grupos 1 y 4 recae en las universidades e institutos ramales nacionales, mientras que en las universidades territoriales el peso estará en los grupos 2 y 3. Esto, naturalmente, no es absoluto y algunos grupos y centros de estudio

y de investigación de universidades territoriales, acometen proyectos en los grupos 1 y 4, generalmente vinculados a objetivos territoriales priorizados.

En correspondencia con lo anterior, el tipo de proyectos de investigación que más fácilmente, y más necesariamente, conducen a doctorados tiende más a estar incluidos en los grupos 1, 3 y 4, mientras esto se dificulta más en el grupo 2.

Las altas prioridades nacionales para la investigación se orientan a la producción de alimentos, al desarrollo energético sostenible, a la salud, al medio ambiente, a las ciencias sociales y humanísticas, a las tecnologías de la información y las comunicaciones, a las ciencias naturales y a la defensa (CITMA, 1999).

En todas las provincias se dan como prioridades la educación, la salud, la cultura, el empleo, la ciencia y la producción de alimentos. En casi todas las provincias se priorizan las construcciones y la vivienda, la industria de materiales de construcción, la industria ligera y sideromecánica y el turismo. Otras esferas de la agricultura, la industria básica y la pesca son más específicas por provincias.

Lo anterior nos impone el reto de hacer ciencia defendible como doctorado a partir de la investigación e innovación tecnológicas, así como en la transferencia y asimilación de tecnologías sobre bases científicas y de forma creadora. Ello es más difícil, pero resulta posible y necesario. Los requisitos establecidos a las tesis para la obtención de grados científicos en Cuba dan un espacio para lograr lo anterior, como se muestra a continuación (CNGC, 2003):

"Las tesis de Doctor en Ciencias de determinada especialidad y de Doctor en Ciencias deberán responder al desarrollo actualizado de la ciencia y la técnica, así como a las tareas prácticas de la construcción del socialismo, teniendo como base las necesidades del desarrollo económico, social, tecnológico, científico y cultural del país.

Los resultados alcanzados estarán en concordancia con los objetivos iniciales del trabajo y deberán contribuir a resolver algún problema, teórico o práctico, o representar un aporte a la ciencia correspondiente. En cualquier caso, los resultados deberán poseer actualidad, novedad y valor científico.

La tesis presentada para la obtención del grado científico de Doctor en Ciencias de determinada especialidad deberá demostrar un dominio profundo, teórico y práctico, en el campo del conocimiento de que se trate y contribuir a su desarrollo. Se podrá presentar en forma de:

a) Resultados de trabajos científicos destacados, así como invenciones que representen aportes importantes al desarrollo del país. En caso de invención se deberán acompañar con el correspondiente documento acreditativo de las patentes.

b) Trabajos concluidos relativos a la creación de maquinarias o equipos nuevos, sistemas de dirección, instrumentos, nuevas instalaciones y procesos tecnológicos.

c) Libros de texto y de consulta o monografías que estén publicados. Estos deberán reflejar la novedad científica, los logros científicos del autor en la materia en cuestión y en los aspectos investigativos o científico pedagógicos.

Se podrán presentar como tesis para el grado de Doctor en Ciencias de determinada especialidad para su defensa por la modalidad libre, un número de publicaciones enlazadas en una misma temática, las cuales se complementarán con una introducción, la correspondiente revisión bibliográfica sobre el tema en cuestión y conclusiones".

**Doctorado vs. proyecto de investigación**

En los últimos años se han venido articulando programas de doctorado “curricular”, “escolarizado”, “semiescolarizado”, “de grupos”, etc., que pretenden dar una mayor estructuración a la formación de doctores. Cierto éxito han tenido algunos de dichos programas doctorales con colaboración internacional y titulación por la universidad extranjera. Sin embargo, la verdadera estructuración nacional de programas doctorales se alcanza en el 2003 con la emisión de la Instrucción 1/2003 de la Comisión Nacional de Grados Científicos, sobre cuya base se han presentado numerosas propuestas por las universidades. A partir de aquí es que puede hablarse en propiedad de verdaderos programas doctorales en el país, acorde con las mejores experiencias mundiales. Estos programas doctorales prevén una fase de formación académica, una fase de formación investigativa y la fase de elaboración y defensa de una tesis de doctorado (CNGC, 2003)

Los programas de doctorado y de investigaciones deben están muy interrelacionados y no debían existir incongruencias entre los mismos, ni entre el tema de doctorado y el proyecto de investigación. En la práctica se dan las situaciones siguientes:

a) El programa doctoral va por delante y tiene su aseguramiento, incluyendo la investigación que le da sustento científico. Lo más importante es formar doctores. El tema de doctorado se define en las líneas tradicionales del programa y, aunque puede organizarse como proyecto de investigación, este solo tiene definido, si acaso, un cliente y usuario dudoso y no comprometido con los resultados de la investigación. Se entiende que la ciencia generada en el doctorado, en forma de nuevos conocimientos, empuja el desarrollo socio-económico por vías no muy estructuradas.

b) El programa doctoral concerta el tema de doctorado como proyecto investigativo que responde a la demanda de algún cliente y/o usuario. El aspirante, a partir de las líneas científicas del programa y una macrodefinición temática, sale a buscar un cliente y usuario a quienes satisfagan determinadas demandas, generalmente no muy priorizadas ni urgentes, con un proyecto de investigación que responda a su tema. El lograr esto es parte del problema a resolver por el aspirante. Aquí sigue siendo la ciencia generada como doctorado y organizada como proyecto de investigación la que empuja la innovación tecnológica como aplicación práctica.

c) El programa y el proyecto de investigación van por delante. Se parte de las prioridades establecidas en las estrategias de ciencia e innovación tecnológica y de las

necesidades y requisitos de un cliente concreto que hala las acciones del proceso de investigación. El aspirante debe desarrollar un proyecto de investigación y ser capaz de satisfacer primero las necesidades y requisitos, generalmente de mayor prioridad para el cliente, y al mismo tiempo hacer y defender su doctorado.

En las condiciones de Cuba vamos a casi descartar la primera variante y analizar comparativamente las otras dos.

Debemos considerar que al cliente, con frecuencia, no le interesa el doctorado o le interesa en un plano muy secundario. Por otra parte, las últimas etapas de desarrollo final de un proyecto tecnológico son determinantes para cerrar el ciclo innovativo, introducir resultados, generalizarlos y comercializarlos. Sin embargo, con frecuencia, a partir de un punto éstas aportan poco en el plano científico al contenido de la tesis de doctorado. Por eso, la variante b) tiende a ser más segura y rápida para el aspirante, al menos en el plano formal.

Sin embargo, en el plano real de las condiciones de Cuba, el apoyo y financiamiento del cliente y su entorno social es determinante para el mejor y más rápido desarrollo del proyecto de investigación. Por otra parte, el enfrentar consecuentemente la solución de un problema priorizado, urgente e importante, libera grandes potencialidades en el campo de la cooperación y los mecanismos subjetivos de motivación, muy por encima de lo generalmente alcanzable cuando el doctorado va por delante, aunque sea en forma concertada. Por ello, en general, consideramos más adecuada la variante c), ya que favorece, además, el mayor y más rápido impacto de los resultados investigativos.

No obstante, en un momento de gestación de nuevos programas doctorales, bien estructurados y con programas científico-técnicos bien definidos en las prioridades del país, lo ideal sería poder unir las bondades de las variantes b) y c) en una cuarta variante:

d) El doctorado y la investigación están altamente integrados como programas y, también, a nivel de tema de doctorado y proyecto de investigación.

Ello implica una elevada integración institucional y entre líderes científicos. En ocasiones, una misma institución lidera ambos programas, de investigación y de doctorado, y las cosas se facilitan. Este puede ser el caso en algunos Programas Nacionales Científico-Técnicos (PNCT) liderados por una universidad o un centro de investigación que realizan investigaciones estratégicas.

En otros muchos casos, el programa doctoral lo lidera una universidad o centro de investigación de carácter más académico y el programa científico-técnico lo lidera un instituto de investigación de carácter más tecnológico, subordinado a una rama de la economía y, en consecuencia, a las demandas tecnológicas de la misma. En este caso se impone una integración cruzada de representantes institucionales en los Grupos de Expertos del programa de investigación y del Comité de Doctorado, así como una importante participación institucional cruzada en ambos programas.

En ocasiones, el programa doctoral se deberá integrar con más de un programa científico-técnico o, un programa científico-técnico deberá integrarse con más de un programa doctoral. En ambos casos, la integración cruzada multiinstitucional resulta indispensable.

Sería conveniente establecer, también, un grupo de indicadores a cumplir por ambos tipos de programas con el objetivo de favorecer la integración:

- el 70% de las tesis del programa doctoral responden y cumplen oficialmente con resultados comprometidos en proyectos de investigación del(de los) programa(s) científico-técnico(s) a que se integra.
- el 70% de los proyectos del programa científico-técnico incluyen tesis doctorales entre sus resultados comprometidos y, de ellos, un 50 % en el(los) programa(s) doctoral(es) a que se integra, con un promedio mayor a un doctorado por proyecto de investigación.

Además, a medida que investigamos en problemas complejos, multidisciplinarios, a ciclo completo y en función de un cliente real, que exige alta calidad a bajo costo y en un tiempo breve, las exigencias a la organización interna del proyecto se elevan. En muchos proyectos es necesario aplicar las técnicas de la dirección integrada de proyectos y usar ventajosamente técnicas computacionales como el **Proyect Management** unido a algunas herramientas del **Microsoft Office** de u otras similares.

La tendencia es a que el proyecto de investigación desborde ampliamente el doctorado y sean necesarios incluso varios doctorados en serie y sobre todo en paralelo, además de muchas otras tareas que no dan doctorados, para cumplir con los resultados comprometidos. El proyecto de investigación es el marco idóneo y natural para resolver la contradicción entre el carácter más individual y más disciplinario del doctorado y el carácter más integrador, colectivo y multidisciplinario de la investigación necesaria para resolver un problema complejo.

**La colaboración inter-universitaria en los doctorados y la investigación**

Damos por sentado que el desarrollo universitario exige un claustro con una masa crítica de doctores, la cual algunas universidades territoriales cubanas no han alcanzado aún. Entonces, la colaboración interuniversitaria se impone. Sin embargo, el clásico envío de un joven aspirante durante 3-4 años para integrarse en un grupo, centro de estudios o departamento de una universidad o centro de investigación nacional para hacerse doctor, no siempre es la mejor solución. Aunque en forma atenuada, puede suceder algo parecido a lo que pasa cuando enviamos un colaborador a hacerse doctor en una universidad extranjera, mediante una beca a tiempo completo. Las diferencias de desarrollo, de intereses, de equipamiento y de perfil investigativo pueden llevar a que regrese un doctor desarraigado de los problemas y las condiciones de trabajo de su universidad de origen y que no ha contribuido con su doctorado a resolver un problema priorizado de su territorio.

Por eso, es necesario garantizar la movilidad interuniversitaria para potenciar la cooperación y posibilitar la estancia por tiempos cortos o largos de aspirantes de

universidades territoriales en las universidades, institutos y centros de investigación ramales y nacionales. Con ese objetivo se han establecido programas de apoyo a los doctorados que dan una respuesta satisfactoria en este sentido, pero la vida demuestra que ello no basta. Es necesario además, establecer redes de investigación interuniversitarias y lograr que estas funcionen de forma efectiva. Pero el intercambio de información, la asesoría de expertos e incluso la tutoría compartida de un aspirante de otra universidad, puede resultar también insuficiente.

En ocasiones, es necesario llegar a proyectos de investigación conjuntos entre varias universidades, que hemos llamado y en ocasiones financiamos como “proyectos integrales”. Para ello es conveniente partir de la estrategia de ciencia e innovación tecnológica de cada territorio, de cada rama de la economía, de la educación superior y de cada universidad y centro de investigación. Se trata de encontrar la forma de unir fortalezas a partir de las características de complementariedad entre las universidades y centros de investigación, para aprovechar las oportunidades que se presentan y así poder enfrentar y solucionar problemas complejos de alto impacto económico-social que exige esa forma superior de colaboración. Al hacerlo, debe preverse la defensa de doctorados de uno o varios participantes, en especial de las universidades territoriales.

La aplicación generalizada de los logros científicos obtenidos en universidades, institutos y centros de investigación nacionales y ramales pasa, con frecuencia, por el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica o proyectos integrales con la participación de las universidades de los territorios. El resto es hacer innovación sobre bases científicas, con creatividad y novedad, de forma tal que se puedan defender doctorados por esta vía.

La integración investigativa entre universidades debe complementarse y coincidir, en gran medida, con su integración en programas doctorales multicentros. La mencionada Instrucción 1/2003 de la Comisión Nacional de Grados Científicos (CNGC, 2003) establece las categorías de instituciones cabecera, participantes y colaboradoras de un programa doctoral, en base al aporte de cada institución al claustro del programa.

De esta forma se potencia la calidad y la pertinencia del programa doctoral, se facilita su acreditación, se fortalece la imagen y el reconocimiento del programa, se amplia la capacidad formativa del mismo y se evitan las negativas “endogamia” y “consanguinidad” del programa, a la vez que se fortalece el liderazgo de las instituciones cabecera.

El número de doctorados defendidos en un año por una universidad se va convirtiendo en el indicador de más peso sobre su desempeño, de acuerdo con sus características. Un intento de clasificación e indicadores podría ser:

- Universidades nacionales: más de 50 defensas de doctorados al año (la UH logra más de 100 establemente y la UCLV, el ISPJAE y la UO pueden alcanzarlo en esta etapa.
- Universidades territoriales: más de 15 defensas de doctorados al año.
- Institutos Superiores ramales: más de 10 defensas de doctorados al año.

- Centros Universitarios: más de 5 defensas de doctorados al año.

De alcanzarse esos indicadores por la mayoría de las instituciones universitarias, el país podría pasar de 300 a 500 doctorados anuales en 5 años y las instituciones del MES de 200 a 400 defensas de doctorado al año. Ello es alcanzable integrando instituciones y programas de doctorado e investigación.

Como un buen ejemplo de dicha integración puede mencionarse la obtención y producción de brasinoesteroides, como nuevos bioestimulantes, por el Centro de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, la realización de su evaluación biológica y agronómica en diferentes cultivos, con el uso combinado de biofertilizantes, por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y la ampliación de dichas evaluaciones a otros cultivos en otras condiciones edafoclimáticas de diferentes provincias con la participación de profesores de varias universidades territoriales.

Asimismo, puede mencionarse el desarrollo de una ganadería tropical sostenible por el Instituto de Ciencia Animal y la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” y diferentes universidades del país, todos del MES, y el Instituto de Investigaciones en Pastos y Forrajes del MINAG, mediante la ejecución de investigaciones y doctorados de forma conjunta.

**Doctorado y cooperación científica internacional**

A partir de la década de los ´90 del siglo XX, nuestros doctores que se forman en el extranjero lo hacen en universidades de países desarrollados de Europa y en Canadá, así como en algunas universidades latinoamericanas de alta calidad. Generalmente se trata de estudios de postgrado a tiempo completo, mediante la obtención, con apoyo institucional, de una beca individual por concurso, por parte de colaboradores relativamente jóvenes, sin mayores nexos investigativos previos con las universidades receptoras en una gran parte de los casos.

Aparte del peligro del "robo de cerebros", el cual en nuestro caso también ha existido aunque con carácter minoritario, se han producido las siguientes tendencias negativas:

- al faltar nexos investigativos previos, los temas de doctorado, aunque estén en líneas de interés general, con frecuencia no responden a los problemas concretos priorizados para la investigación nacional,
- el largo tiempo fuera del país tiende a provocar un desarraigo de las condiciones de trabajo, vida y estudio existentes en el centro de procedencia,
- la formación recibida en una dirección no coincidente con los intereses del centro de procedencia, provoca contradicciones en cuanto a la temática y condiciones de investigación futura al regreso del joven doctor.

A partir de haber logrado en el último período una recuperación de la vitalidad investigativa en la mayoría de nuestros grupos, centros de estudio y de investigación en las universidades, resultó procedente reajustar la política a seguir en cuanto a los

doctorados y la colaboración investigativa con el extranjero en el nuevo siglo, de acuerdo a los siguientes criterios básicos:

1. Los doctorados se hacen y defienden fundamentalmente en Cuba y en base a los proyectos de investigación aprobados en función de los intereses del país.
2. En el intercambio científico se deben lograr relaciones sistemáticas entre colectivos investigativos y docentes, más que entre individuos.
3. En general, no hacer en el extranjero lo que podemos hacer en Cuba, incluyendo los doctorados.
4. Los proyectos de investigación deben ir por delante de los temas de doctorado, aunque ajustándolos a las características de la colaboración internacional.
5. Fortalecer las relaciones de intercambio científico e investigativo con centros y universidades de alta calidad y afines a nuestros perfiles de trabajo, con el objetivo de llegar a proyectos de investigación conjunta.
6. Facilitar, a estos efectos, la comunicación y la movilidad entre nuestros líderes científicos y los extranjeros, para lograr el conocimiento y confianza mutua que permita llegar a proyectos conjuntos.
7. Usar nuestra capacidad de convocatoria y concurso y la de nuestros “asociados", para favorecer los proyectos y las redes multinacionales.
8. Favorecer la realización de doctorados dentro de los proyectos de colaboración internacional, fundamentalmente con estancias cortas para experimentación y en la modalidad de tiempo compartido o *sandwich*, con tutoría compartida y movilidad de los tutores de ambas partes y defensa final del doctorado en una u otra universidad.
9. Priorizar las estancias postdoctorales de los líderes científicos y los doctores más activos en investigaciones, también con el objetivo de concertar los objetivos de colaboración en base a estas estrategias.
10. Organizar programas de doctorado compartidos con universidades europeas, canadienses y latinoamericanas de excelencia.
11. Apoyarnos en los “asociados” extranjeros para publicar en revistas de "corriente principal".

La verdadera muestra de madurez científica de un colectivo investigativo no es la obtención por concurso de una buena beca de doctorado en el extranjero, sino el establecimiento de relaciones estables con colectivos homólogos, de alta calidad, en el extranjero y la formulación y aprobación de proyectos de investigación conjunta que impliquen la defensa de doctorados mediante estancias cortas. Por ejemplo, las relaciones con universidades e instituciones españolas, brasileñas, mexicanas y alemanas han favorecido estas formas de colaboración, llegándose, en algunos casos, a doctorados conjuntos con doble titulación.

**Selección y preparación temprana del futuro doctor e investigador.**

La preparación del futuro doctor e investigador comienza con su participación como estudiante en pequeñas investigaciones de carácter curricular, proyectos de curso, práctica laboral investigativa, hasta el trabajo de diploma.

Los estudiantes más aventajados e interesados por la investigación, en la actualidad aproximadamente 1/3 del total, se relacionan con grupos de investigación en los cuales realizan investigaciones con carácter extracurricular, que generalmente desbordan las exigencias curriculares.

Una vanguardia de estudiantes de alto rendimiento, en la actualidad aproximadamente el 10% del total, se convierten en miembros activos de los grupos de investigación e investigan intensamente en el marco de un plan de estudios ajustado e individualizado, con gran flexibilidad. Se considera que la capacidad investigativa es una competencia de perfil amplio, cualitativamente superior al conocimiento y habilidad adquiridos mediante la docencia tradicional, sea cual sea su contenido. De hecho, la investigación se convierte en la disciplina principal integradora en un grupo de carreras de base altamente científica.

Este último grupo de estudiantes es la primera cantera natural de los futuros doctores. Su selección no debe realizarse solo en base a consideraciones académicas, sino en evaluaciones integrales, en las cuales, valores como la responsabilidad, el patriotismo, la dignidad, el amor al trabajo y el espíritu de sacrificio, tienen un peso determinante.

Junto a los grupos estudiantiles los colectivos de investigación deben constituir ambientes idóneos donde se forjen y se desarrollen estos valores. Las responsabilidades en las organizaciones estudiantiles y juveniles, la participación en las Brigadas Estudiantiles de Trabajo (BET), la impartición de docencia como alumno-ayudante en su facultad o en una sede universitaria, ante una necesidad, y otras tareas que reclaman el concurso estudiantil, no solo contribuyen al desarrollo de los valores antes mencionados, sino que también van conformando rasgos de la personalidad, como la capacidad de dirección, la comunicación, el liderazgo, el trabajo en grupos etc., muy necesarios para el éxito del futuro doctor. Las bondades de nuestro sistema social y la obra educacional de la Revolución determinan que solo el talento y la dedicación deciden el avance y el éxito de un joven hasta y en la universidad. Por ello, es posible, a pesar de nuestras limitaciones materiales, contar con una cantera de jóvenes estudiantes de verdadera “excelencia”, incluso según los estándares internacionales más exigentes, y con una capacidad de trabajo que tiende a desbordar las expectativas de los tutores más exigentes.

Los líderes científicos deben ser también educadores consagrados, directores de una escuela exitosa, con verdaderos discípulos que se forjen al amparo de su ejemplo.

Nos pronunciamos por una selección temprana, nunca después del 3er. año, con planes de formación exigentes y altamente individualizados. La investigación altamente priorizada y comprometida, bien tutorada en lo individual y bien liderada en lo colectivo,

es un crisol excelente para forjar, a la vez, al futuro doctor-investigador, y al ciudadano-patriota comprometido con el proyecto social de la Revolución Cubana.

Al inicio de los años ´90 del pasado siglo y ante la contracción económica, y también parcial de la investigación, motivada por el "período especial", se creó la figura de la Reserva Científica para la formación de investigadores. Así, a partir de la definición temprana de una cantera con estudiantes de alto rendimiento, se seleccionan aquellos que se incorporan a las universidades y centros de investigación por un plazo de hasta 3-4 años, en un plan de formación con un alto peso investigativo, aunque también con actividades de superación, docentes y productivas. De esta forma, se logró mantener la vitalidad de las instituciones científicas y evitar que se perdiera el potencial de talento y consagración investigativa de nuestros mejores egresados universitarios, en aquellos años tan difíciles, formando una reserva científica donde hubiera condiciones, con la alternativa de moverla en su momento hacia otras instituciones donde hiciera falta.

Hoy las condiciones han mejorado pero, con algunos ajustes necesarios, se mantiene la política y los conceptos de formar investigadores mediante la creación de una reserva científica.

Partiendo de una selección temprana, no después del tercer año de la carrera, y manteniendo una línea y una actividad investigativa coherentes y con perspectivas a mediano plazo, se puede hacer un corte con el Trabajo de Diploma, otro con la Tesis de Maestría y defender, o casi defender, la Tesis de Doctorado al final del período como reserva científica. Esto resulta particularmente importante en el caso de las áreas donde se pretende alcanzar o mantener excelencia y competitividad internacional a partir de productos y tecnologías novedosas. Al medir esa excelencia y competitividad con los países del primer mundo, debemos recordar que allí lo normal es defender el doctorado con menos de 30 años y nosotros, en general, no debemos hacerlo después.

La situación actual está aún lejos de ese objetivo y nuestros doctores defienden con mayor edad, siendo un importante criterio de medida el disminuir la edad promedio de los doctores, mediante más defensas de doctorados en edades tempranas.

**Conclusiones**

1. La investigación universitaria, históricamente unida a los doctorados, determina el modelo de universidad en cuestión, sobre todo en términos de universidad profesional o científica y tecnológica.

2. La Universidad de Berlín legó a la humanidad un paradigmático modelo de universidad investigativa y de doctorado en filosofía que se mantiene en la base de la excelencia universitaria actual.

3. El modelo de universidad cubana, siendo autóctono, recoge las mejores experiencias de las tendencias mundiales en cuanto a la investigación y los doctorados universitarios.

4. En la universidad cubana, el desarrollo del claustro y, en particular, la formación de doctores constituye un Objetivo Estratégico, dentro de la Planeación Estratégica, con incidencia en prácticamente todos las Áreas de Resultados Clave.

5. El doctorado cubano ha sido, en general, investigativo, desescolarizado, personalizado, aceptablemente multidisciplinario y deslocalizado, lo cual facilita su vinculación con proyectos de investigación de potencial impacto socio-económico.

6. El programa doctoral, adecuadamente estructurado, es imprescindible para lograr un salto cualitativo en la formación de doctores.

7. El programa y el proyecto de investigación debe ir, generalmente, por delante del tema de doctorado, en base a las prioridades establecidas para el desarrollo del país.

8. La estrategia principal es la integración entre programas doctorales y de investigación.

9. La colaboración nacional debe partir de proyectos y programas de investigación conjunta y de programas doctorales interuniversitarios, y dar como resultados científicos, entre otros, los doctorados de algunos participantes.

10. La colaboración internacional debe ir a proyectos de investigación conjunta y doctorados cooperados, con estancias cortas de nuestros doctorantes en otros países y, preferiblemente, con doble titulación.

11. Se debe hacer una selección temprana y una preparación consecuente de los futuros doctores, promoviendo su graduación antes de los 30 años.

## Referencias


Benítez, F. y col. **Investigación científica e innovación tecnológica. Papel de la Educación Superior.** Ministerio de Educación Superior, La Habana, 1999.

Castro, F. **Discurso inaugural de la Ciudad Universitaria "José Antonio Echeverría".** Ed. COR, La Habana, 1964.

CITMA. **Bases para una estrategia nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica.** Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. La Habana, 1999.

CNGC. **Normas y resoluciones vigentes para el desarrollo de los grados científicos en la República de Cuba.** Comisión Nacional de Grados Científicos. La Habana, 2003.

CSU. **La reforma de la enseñanza superior en Cuba.** Consejo Superior de Universidades.La Habana, 1962.

MES. **III Taller de Planeación estratégica.** Ministerio de Educación Superior. La Habana, 1999.

MES. **Planeación Estratégica para el periodo 2004-2007.** Ministerio de Educación Superior, La Habana, 2004.

Morles, V. **El grado de Doctor. Historia y estado actua.** En: Los doctores y el doctorado. Historia y algunas propuestas. Centro de Estudios e Investigaciones sobre Educación Avanzada, Universidad Central de Venezuela, Caracas, 1996.

PCC. **Tesis y Resoluciones.** 1er. Congreso del Partido Comunista de Cuba. Ed. Ciencias Sociales. La Habana, 1978.

RICYT. El estado de la ciencia. Principales indicadores de ciencia y tecnología iberoamericanos. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Buenos Aires, 2002.

Vecino, F. **Discurso inaugural.** Conferencia Regional de la UNESCO sobre Políticas y Estrategias para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y el Caribe. La Habana, 1996.

# ANEXO 1

## Red de Centros, Facultades y Filiales Independientes de Educación Superior

### A. Centros de Educación Superior

**I. Hasta el curso 1975-76**

1. Universidad de La Habana
2. Universidad de Oriente
3. Universidad Central de Las Villas "Martha Abreu"
4. Instituto Técnico Militar "José Martí"
5. Universidad de Camagüey

**II. Incorporados en el curso académico 1976-77**

6. Universidad de Pinar del Río "Hnos. Saiz Montes de Oca"
7. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"
8. Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez"
9. Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría"
10. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya"
11. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa
12. Universidad de Granma
13. Instituto Superior de Ciencias Médicas de Ciudad Habana
14. Instituto Superior de Ciencias Médicas de Villa Clara
15. Instituto Superior de Ciencias Médicas de Santiago de Cuba
16. Instituto Superior Pedagógico "Capitán San Luis" de Pinar del Río
17. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona" de la Habana
18. Instituto Superior Pedagógico de Enseñanza Técnica y Profesional "Héctor A. Pineda Zaldívar"
19. Instituto Superior Pedagógico "Juan Marinello" de Matanzas
20. Instituto Superior Pedagógico "Félix Varela" de Villa Clara
21. Instituto Superior Pedagógico "José Martí" de Camagüey
22. Instituto Superior Pedagógico "Blas Roca Calderío" de Granma
23. Instituto Superior Pedagógico "Frank País García" de Santiago de Cuba
24. Instituto Superior Pedagógico "José de la Luz y Caballero" de Holguín
25. Instituto Superior de Cultura Física "Manuel Fajardo"
26. Instituto Superior de Relaciones Internacionales "Raúl Roa García"
27. Instituto Superior de Arte

**III. Incorporados en el curso académico 1977-78**

28. Academia de las Fuerzas Armadas Revolucionarias "General Máximo Gómez"
29. Escuela Interarmas de las Fuerzas Armadas Revolucionarias "General Antonio Maceo"
30. Academia Naval "Granma"

**IV. Incorporados en el curso académico 1978-79**

31. Universidad de Ciego de Ávila
32. Instituto Superior del Ministerio del Interior "Eliseo Reyes Rodríguez, Capitán San Luis"
33. Escuela Superior del Partido Comunista de Cuba "Ñico López"

**V. Incorporados en el curso académico 1979-80**

34. Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez"
35. Instituto Superior Pedagógico de Guantánamo "Raúl Gómez García"
36. Instituto Superior de Ciencias Médicas de Camagüey

**VI. Incorporado en el curso académico 1981-82**

37. Instituto Superior de Medicina Militar "Dr. Luis Díaz Soto"

**VII. Incorporado en el curso académico 1982-83**

38. Escuela Interarmas "General José Maceo"

**VIII. Incorporado en el curso académico 1983-84**

39. Instituto Superior Pedagógico "Capitán Silverio Blanco N." de Sancti Spíritus

**IX. Incorporados en el curso académico 1984-85**

40. Instituto Superior de Diseño Industrial
41. Escuela Militar Superior "Arídes Estévez"

**X. Incorporado en el curso académico 1986-87**

42. Instituto Superior de Ciencia y Tecnología Nucleares

**XI. Incorporado en el curso académico 1993-94**

43. Centro Universitario de Guantánamo

**XII. Incorporado en el curso académico 1994-95**

44. Centro Universitario de Las Tunas "Vladimir I. Lenin"

**XIII. Incorporados en el curso académico 1995-96**

45. Instituto Superior Pedagógico "Manuel Ascunce" de Ciego de Ávila
46. Instituto Superior Pedagógico "Pepito Tey" de Las Tunas

**XIV. Incorporado en el curso académico 1997-98**

47. Instituto Superior Pedagógico de Cienfuegos

**XV. Incorporados en el curso académico 1998-99**

48. Instituto Superior Pedagógico de La Habana "Rubén Martínez Villena"
49. Escuela Latinoamericana de Ciencias Médicas

**XVI. Incorporados en el curso académico 2000-01**

50. Escuela Internacional de Educación Física y Deporte
51. Escuela Nacional de Tropas Especiales "Baraguá"

**XVII. Incorporados en el curso académico 2002-03**

52. Universidad de Ciencias Informáticas
53. Centro Universitario de la Isla de la Juventud “Jesús Montané Oropesa”
54. Centro Universitario de Sancti Spíritus

Se incorporaron, además, 169 Sedes Universitarias Municipales

## B. Facultades y Filiales Independientes

**I. Adscripta al Ministerio de Educación**

1. Filial Pedagógica "Carlos Manuel de Céspedes" de la Isla de la Juventud.

**II. Adscriptas al Ministerio de Salud Pública**

1. Facultad de Ciencias Médicas de Pinar del Río
2. Facultad de Ciencias Médicas de Matanzas
3. Facultad de Ciencias Médicas de Cienfuegos
4. Facultad de Ciencias Médicas de Sancti Spíritus
5. Facultad de Ciencias Médicas de Ciego de Ávila
6. Facultad de Ciencias Médicas de Las Tunas
7. Facultad de Ciencias Médicas de Holguín
8. Facultad de Ciencias Médicas de Granma
9. Facultad de Ciencias Médicas de Guantánamo

## ANEXO 2

### CENTROS DE INVESTIGACIÓN y Centros de Estudio en la Red de Centros de Educación Superior del MES

**Ministerio de Educación Superior**

- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CNIC)
- INSTITUTO DE CIENCIA ANIMAL (ICA)
- CENTRO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA (CENSA)
- INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRÍCOLAS (INCA)

**Universidad de Pinar del Río "Hnos. Saiz Montes de Oca" (UPR)**

- Centro de Estudio de Ciencias Forestales
- Centro de Estudios de Didáctica de la Educación Superior
- Centro de Estudios de Gerencia y Turismo
- Centro de Estudios de Desarrollo Cooperativo y Comunitario
- Centro de Estudios de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**Universidad de La Habana (UH)**

- JARDIN BOTÁNICO NACIONAL (JBN)
- CENTRO DE INVESTIGACIONES MARINAS (CIM)
- CENTRO DE INVESTIGACIONES DE ECONOMÍA INTERNACIONAL (CIEI)
- CENTRO DE ESTUDIOS DEMOGRÁFICOS (CEDEM)
- INSTITUTO DE MATERIALES Y REACTIVOS PARA LA ELECTRÓNICA (IMRE)
- CENTRO DE BIOMATERIALES

- Centro de Estudios de Proteínas
- Centro de Estudio de Admnistración Pública
- Centro de Estudio de Turismo
- Centro de Estudios de Técnicas de Dirección
- Centro Interdisciplinario "Casa de Altos Estudios Don Fernando Ortiz"
- Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior
- Centro de Estudios de Antígenos Sintéticos
- Centro de Estudios de Migraciones Internacionales
- Centro de Estudios de Medio Ambiente
- Centro de Estudios de Salud y Bienestar Humano
- Centro de Estudios de Investigaciones y Evaluaciones Biológicas
- Centro de Estudios sobre Estados Unidos
- Centro de Estudios de la Economía Cubana
- Centro de Estudios de Productos Naturales
- Centro de Estudios Facultad Latinoamerica de Ciencias Sociales

**Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría" (ISPJAE)**

- CENTRO DE INVESTIGACIONES Y PRUEBAS ELECTROENERGÉTICAS (CIPE)
- CENTRO DE INVESTIGACIONES DE MICROELECTRÓNICA (CIM)
- CENTRO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS (CIS)
- CENTRO DE INVESTIGACIONES HIDRAÚLICAS (CIH)

- Centro de Estudios de Tecnologías de Avanzada
- Centro de Estudios de Innovación y Mantenimiento
- Centro de Estudios de Tecnologías Energéticas Renovables
- Centro de Estudios de Ingeniería de Procesos

- Centro de Estudios de Construcción y Arquitectura Tropical
- Centro de Estudios de Técnicas de Dirección
- Centro de Referencia para la Educación de Avanzada

**Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez" (UNAH)**

- CENTRO DE MECANIZACIÓN AGROPECUARIA (CEMA)

- Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural
- Centro de Estudios de Educación Superior Agropecuaria
- Centro de Estudios de Ensayos Clínicos Epizootiológicos

**Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos" (UMCC)**

- ESTACION EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES “INDIO HATUEY” (EEPFIH)

- Centro de Estudios de Combustión y Energía
- Centro de Estudios de Materiales Anticorrosivos y Tensoactivos
- Centro de Estudios y Desarrollo Educacional
- Centro de Estudio de Turismo
- Centro de Estudios Biotecnológicos
- Centro de Estudios de Medio Ambiente de Matanzas

**Universidad Central de Las Villas "Martha Abreu" (UCLV)**

- INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LAS PLANTAS (IBP)
- CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (CIAP)

- Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras y los Materiales
- Centro de Bioactivos Químicos
- Centro de Estudios de Química Aplicada
- Centro de Estudios de Análisis de Procesos
- Centro de Estudios de Informática
- Centro de Estudios de Electroenergética
- Centro de Estudios de Electrónica y Técnicas de Información
- Centro de Estudios de Técnicas de Dirección Empresarial
- Centro de Estudios de Soldadura
- Centro de Estudios de Educación "Gaspar Jorge García Galló"
- Jardin Botánico de Villa Clara
- Centro de Estudios Turísticos
- Centro de Estudios Comunitarios
- Centro de Estudios de Termoenergética Azucarera

**Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" (UCF)**

- Centro de Estudios del Desarrollo de la Oleohidraúlica y la Neumática
- Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible
- Centro de Estudios Energéticos
- Centro de Estudios de la Didáctica y la Dirección de la Educación Superior
- Centro de Estudios Socioculturales

**Centro Universitario de Sancti Spíritus (CUSS)**

- Centro de Estudios Energéticos y Procesos Industriales
- Centro de Estudios de Ciencias de la Educación “Raul Ferrer”
- Centro de Estudios en Técnicas Avanzadas de Dirección

**Universidad de Ciego de Ávila (UNICA)**

- CENTRO DE BIOPLANTAS DE CIEGO DE ÁVILA

- Centro de Estudios Hidrotécnicos
- Centro de Estudios Educacionales de Ciego de Ávila
- Centro de Estudios del Turismo

**Universidad de Camagüey (UC)**

- Centro de Estudios del Desarrollo Empresarial y Territorial
- Centro de Estudios de Trabajo Comunitario
- Centro de Estudios Multidisciplinarios del Turismo
- Centro de Estudios de Conservación de Centros Históricos y Patrimonio Edificado
- Centro de Estudios de Producción Animal
- Centro de Estudios de Desarrollo Educativo

**Centro Universitario de Las Tunas "Vladimir I. Lenin" (CULT)**

- Centro de Estudios de Didáctica Universitaria
- Centro de Estudios de Desarrollo Agrario de Las Tunas

**Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya" (UHOLM)**

- Centro de Estudios de Identidad y Cultura
- Centro de Estudios Turísticos
- Centro de Estudios de Técnicas de Dirección Empresarial
- Centro de Estudios de Ciencias de la Educacion Superior
- Centro de Estudios de CAD/CAM y Robótica
- Centro de Estudios para Agroecosistemas Áridos

**Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM)**

- Centro de Estudios del Medio Ambiente
- Centro de Estudios Pedagógicos

**Universidad de Granma (UDG)**

- Centro de Estudios de Biotecnologia Vegetal
- Centro de Estudios de Producción Animal

**Universidad de Oriente (UO)**

- CENTRO DE BIOFÍSICA MÉDICA

- Centro de Estudios Cuba-Caribe "Jose Antonio Portuondo"
- Centros de Estudios Turísticos
- Centro de Estudios de Refrigeración "Luis Fernando Brossard Perez"
- Centro de Estudios de Investigaciones Azucareras
- Centro Nacional de Magnetismo Aplicado
- Centro de Estudios de Educación Superior "Manuel F. Grán"
- Centro de Estudios de Energía
- Centro de Estudios de Informática Médica y Equipos
- Centro de Estudios de Biotecnología Industrial
- Centro de Estudios de Zonas Costeras
- Centro de Estudios para el Desarrollo Integral Comunitario
- Centro de Estudios de Neurociencias y Procesamiento de Imágenes y Señales
- Centro de Estudios de Reconocimiento de Patrones y Minería de Datos

**<u>Centro Universitario de Guantánamo</u> (CUG)**

- Centro de Estudios de la Educacion Superior
- Centro de Estudio de Café y Cacao

## SOBRE LOS AUTORES

- ***Aguirre de Lázaro, Erwin O..*** Licenciado en Ciencias Políticas. Doctor en Ciencias Económicas. Investigador Titular. Profesor Auxiliar. Especialista en la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio del Interior.
- ***Alonso Rodríguez, Norberto.*** Ingeniero Agrónomo. Doctor en Ciencias Agrícolas. Profesor Titular. Profesor en la Universidad Central de Las Villas "Martha Abreu".
- ***Armenteros Acosta, Ma. del Carmen.*** Licenciada en Historia y en Ciencias Políticas. Doctora en Ciencias Económicas. Profesora Titular. Profesora en el Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría".
- ***Benítez Cárdenas, Francisco.*** Ingeniero Mecánico. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Rector de la Universidad Agraria de La Habana.
- ***Delgado Victore, Roberto.*** Ingeniero Civil. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Asesor en la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación Superior.
- ***García Cueva, José L..*** Ingeniero Electrónico. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Académico Titular de la Academia de Ciencias de Cuba. Director de la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación Superior.
- ***García Delgado, Beatriz M..*** Licenciada en Química. Diplomada en Propiedad Intelectual. Investigadora Auxiliar. Jefe del Departamento de Organización de Actividades Científicas y Propiedad Industrial en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas.
- ***Gómez Cevallos, Gliceria.*** Licenciada en Economía. Doctora en Ciencias Económicas. Profesora Auxiliar. Profesora-Investigadora del Centro de Estudios de Gerencia, Desarrollo Local y Turismo en la Universidad de Pinar del Río.
- ***Gómez Luna, Liliana.*** Licenciada en Biología. Doctora en Ciencias Biológicas. Profesora Titular. Metodóloga de Ciencia y Técnica en la ViceRectoría de Investigaciones y Postgrado de la Universidad de Oriente.
- ***González Pérez, Maricela.*** Licenciada en Economía. Doctora en Ciencias Económicas. Profesora Titular. Académica Titular de la Academia de Ciencias de Cuba. ViceRectora de Investigaciones y Postgrado en la Universidad de Pinar del Río.
- ***González Pérez, Marisol.*** Licenciada en Biología. Doctora en Ciencias Veterinarias. Investigadora Auxiliar. Profesora Titular. ViceRectora de Investigaciones en la Universidad Agraria de La Habana,
- ***González Rodríguez, Walfredo.*** Licenciado en Economía. Profesor Titular. Asesor en la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación Superior.
- ***González Suárez, Erenio.*** Ingeniero Químico. Doctor en Ciencias. Profesor Titular. Investigador Titular. Académico Titular de la Academia de Ciencias de Cuba. Director del Centro de Innovación Tecnológica en la Universidad Central de Las Villas "Martha Abreu".
- ***Hernández Nodarse, Ma. Teresa.*** Ingemiera Química. Doctora en Ciencias Técnicas Investigadora Titular. SubDirectora del Centro de Innovación Tecnológica en la Universidad Central de Las Vullas "Martha Abreu".
- ***Hernández Pérez, Gilberto.*** Ingeniero Industrial. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Asesor en la ViceRectoría de Investigaciones de la Universidad Central de Las Villas "Martha Abreu".

- ***Herrera Martínez, Manuela.*** Doctora en Medicina. Doctora en Ciencias Médicas. Profesora Auxiliar. Profesora en el Instituto Superior de Ciencias Médicas de Villa Clara.
- ***Jova Aguiar, Santiago.*** Ingeniero Químico. Investigador Auxiliar. Asesor en la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación Superior.
- ***Milán Fuentes, Olacio.*** Licenciado en Filosofía. Master en Ciencia, Tecnología y Sociedad. Profesor Auxiliar. Decano de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanísticas en la Universidad Agraria de La Habana.
- ***Molina Morejón, Víctor M..*** Ingeniero Mecánico. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. Asesor en la Dirección de Relaciones Internacionales del Ministerio de Educación Superior.
- ***Medina Basso, Nicolás L..*** Licenciado en Química. Doctor en Ciencias Agrícolas. Investigador Titular. Profesor Titular Adjunto. Investigador en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas y Colaborador de la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación Superior.
- ***Mesa Fleites, Ma. Elena.*** Licenciada en Información Científica y Bibliotecología. Doctora en Ciencias de la Información. Investigadora Auxiliar. Profesora Auxiliar Adjunta. Especialista en Información en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.
- ***Pedrero González, Edwin.*** Licenciado en Física. Doctor en Ciencias Físicas. Investigador Titular. Asesor en la Dirección de Ciencia y Técnica del Ministerio de Educación Superior.
- ***Ponvert Deslisles, Dámaso R..*** Ingeniero Civil. Doctor en Ciencias Técnicas. Investigador Auxiliar. Profesor Auxiliar. Metodólogo en la ViceRectoría de Investigaciones de la Universidad Agraria de la Habana.
- ***Ronda Martínez, Rodrígo.*** Doctor en Medicina Veterinaria. Doctor en Ciencias Veterinarias. Investigador Titular. Jefe del Grupo de Ciencia y Técnica en el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.
- ***Rubio González, Ángel.*** Ingeniero Mecánico. Doctor en Ciencias Técnicas. Profesor Titular. ViceRector de Investigaciones en la Universidad Central de Las Villas “Martha Abreu”.
- ***Tristá Pérez, Boris.*** Ingeniero Químico. Doctor en Ciencias Económicas. Profesor Titular. SubDirector del Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior en la Universidad de La Habana.
- ***Vega García, Caridad.*** Licenciada en Economía Política. Doctora en Ciencias Económicas. Profesora Titular. Profesora en el Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”.
- ***Vérez García, María A.*** Licenciada en Economía. Profesora Titular Adjunta. Profesora en el Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”.