

# I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I

Palacio de Minería del 19 al 23 de Junio de 2006

## La formación de recursos humanos en temas relacionados con la ingeniería hidráulica

ISAAC VACA BADILLO

MESA 18



## Introducción

La UNESCO ha creado entre otros programas, el programa Hidrológico Internacional (PHI) y el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP), de los cuales ha derivado la elaboración de diversos documentos cuyo propósito es proporcionar un adecuado diagnóstico y seguimiento de la situación mundial de los recursos hídricos (UNESCO 2003-1) y (UNESCO 2003-2). La totalidad de problemas e ideas no puede ser totalmente resumida, sin embargo algunos problemas comunes relacionados con el recurso agua, pueden ser agrupados en grandes temas de investigación y derivar así en líneas de investigación específicas. Un antecedente importante son las "Agendas de Investigación y Tópicos Futuros de Interés", elaborados en 1993 y 1999, por la Asociación Internacional para la Investigación Hidráulica (IAHR 1999).

Ante una situación de escasez del agua, la amenaza de crisis se concentra en tres aspectos fundamentales del bienestar humano: la producción de alimentos, la salud y la estabilidad política y social. Esta condición se agrava más, si el recurso disponible se encuentra compartido y adicionalmente no se considera el aspecto ecológico. En el Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWDR) (UNESCO 2003-2) se definieron cuatro retos para el futuro:

- El agua y la industria
- La energía y el agua
- Disponer de una base de conocimientos
- El agua y las ciudades

El IV Foro Mundial del Agua, fue celebrado en México 16 al 22 de marzo de 2006 y los temas ejes y transversales fueron:

1. Agua para el crecimiento y el desarrollo
  2. Instrumentación de gestión integrada de los recursos hídricos
  3. Agua y saneamiento para todos
  4. Manejo del agua para la alimentación y medio ambiente
  5. Manejo de riesgos
- A. Nuevos modelos para financiar iniciativas locales
  - B. Desarrollo institucional y procesos políticos
  - C. Desarrollo de capacidades y aprendizaje social
  - D. Aplicación de la ciencia , la tecnología y el conocimiento
  - E. Establecimiento de metas, monitoreo y evaluación de la instrumentación

Precisamente en el documento base para la Perspectiva Transversal D. Aplicación de la Ciencia, la Tecnología y el Conocimiento (IMTA 2006) se enuncian cuatro acciones para fortalecer la ciencia, la tecnología y el conocimiento en aspectos relacionados con el agua:

- Programas regionales o interregionales en ciencia, tecnología y conocimiento
- Reformas nacionales en ciencia, tecnología y conocimiento
- Redes de cooperación internacional con base en un tema hídrico
- Creación de centros de investigación hídrica de excelencia

## Antecedentes

En el ámbito nacional, es importante mencionar que la infraestructura hidráulica en México (CNA 2005), esta integrada principalmente por:

- 4.000 presas de almacenamiento
- 6.3 millones de hectáreas con riego
- 2.8 millones de hectáreas con temporal tecnificado
- 465 plantas potabilizadoras en operación
- 1 182 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales en operación
- 1 579 plantas de tratamiento de aguas residuales industriales en operación
- 120 plantas desaladoras en operación
- 3.000 km de acueductos

Existen alrededor de 4 000 presas en México, de las cuales 667 están clasificadas como grandes presas de acuerdo con la definición de la "International Commission on Large Dams" (ICOLD).

El Servicio Meteorológico Nacional, cuenta con la siguiente infraestructura:

- Red sinóptica de superficie, integrada por 72 observatorios meteorológicos.
- Red sinóptica de altura con 15 estaciones de radiosondeo.
- Red de 12 radares meteorológicos distribuidos en el territorio nacional.
- Estación terrena receptora de imágenes de satélite.

En el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2001-2006 se ubican los objetivos nacionales del sector hidráulico para este período, los cuales están incorporados en el Programa Nacional Hidráulico (PNH) 2001-2006, en él, la Comisión Nacional del Agua (CNA) establece principalmente, el compromiso de fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, para lo cual instrumentó una serie de lineamientos estratégicos [CNA 2001].

Por otro lado y refiriéndonos al ámbito educativo, durante la Conferencia Mundial sobre Educación Superior (UNESCO 1998) se señaló la importancia de las tecnologías de la información en apoyo a los procesos educativos y de investigación, por la forma en que la tecnología ha modificado las formas de generación, adquisición y transmisión del conocimiento, creando nuevos entornos pedagógicos capaces de salvar las distancias y con sistemas que permitan una educación de alta calidad. Además, el marco de acción prioritaria derivado de la misma Conferencia, señala que se deberá generalizar la utilización de las nuevas tecnologías, entre otras situaciones, para reforzar el desarrollo académico, ampliar el acceso, lograr una difusión universal y extender el saber, y para facilitar la educación durante toda la vida; lo anterior se logrará mediante la creación y el fortalecimiento de redes académicas, que permitan aprovechar las ventajas de la tecnología, reconociendo las necesidades nacionales y regionales. Por lo anterior, es necesario reconocer el valor de conocimiento y del capital humano altamente capacitado, así como orientar estos elementos a la solución de los problemas que la población demanda, en áreas de vital importancia, como la alimentación, salud, educación, medio ambiente, etc., y todos ellos en vínculo indisoluble con el agua.

Existen problemas claramente detectados en el Programa Nacional de Educación 2001-2006 (PNE) tales como:

- Existe una limitada integración vertical y horizontal, con escasa colaboración entre instituciones y entre los propios sistemas; no se ha logrado arraigar un funcionamiento regular de la planeación y de la coordinación, lo cual es estratégico si se quiere aumentar la cobertura. Existe adicionalmente una calidad heterogénea entre los subsistemas, entre instituciones, y al interior de ellas.
- Existen incongruencias entre el perfil tipológico de las instituciones y las funciones que realizan, es decir, por diversos motivos y en ocasiones como resultado de las políticas públicas, se incorporaron elementos que generaron incongruencias.
- A pesar de los esfuerzos para ampliar las ofertas y diversificarlas, que han sido significativos en las dos últimas décadas, los resultados son limitados, no ha evolucionado adecuadamente la formación de recursos humanos de alto nivel.
- Predomina un modelo educativo centrado en la enseñanza, no necesariamente en el aprendizaje, ni en la localización de los esfuerzos para lograr los aprendizajes, las habilidades y competencias.

Es deseable que las instituciones educativas tengan una alta capacidad de respuesta para atender las necesidades académicas de sus estudiantes. Que sean parte de redes de cooperación e intercambio. Estas redes deberán convertirse en una fuente de consulta para la sociedad y sus representantes, en virtud de su autoridad moral y académica.

### **Análisis del posgrado nacional**

La investigación y los posgrados en Hidráulica y Medio Ambiente son elementos indispensables para la solución de los problemas globales del uso sustentable del agua y de la protección del ambiente. La Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) realizó la segunda Evaluación del Desempeño Ambiental de México y publicó los resultados [OCDE 2003]. Destaca en este reporte el reconocimiento a las acciones realizadas, específicamente en lo que respecta al marco legal en materia medioambiental, sin embargo se emitieron 61 recomendaciones concretas para contribuir con la mejoría del medio ambiente y para lograr la sustentabilidad de los recursos hídricos, en el mediano plazo. Esta publicación forma parte de la serie de Estudios sobre el Desempeño Ambiental que la OCDE realiza a sus países miembros. En este marco, se revisó el progreso de México a la luz de la Estrategia Medioambiental de la OCDE para la Primera Década del Siglo XXI y con relación a sus propios objetivos políticos tales como fortalecer la legislación local y los acuerdos internacionales.

Martínez (2002) ha definido la gestión integral del agua como. "Un proceso indispensable para alcanzar el uso sustentable del recurso que, sin embargo, con frecuencia no es claramente entendido. Para su aplicación, debe ser enunciado como un grupo de principios rectores, que no son universales, sino que dependen del contexto". En esta referencia se realiza una revisión histórica del concepto de gestión integral y se presentan algunas versiones importantes de los principios

rectores para nuestro país. La fortaleza de la gestión del agua en nuestro país, aumentará en proporción directa con los trabajos de investigación que realicen los diferentes grupos desde las universidades, centros y laboratorios de investigación públicos y privados. La investigación y los estudios de posgrado en el ámbito nacional, tiene la gran responsabilidad de ofrecer alternativas de solución para lograr el desarrollo sustentable, a través del desarrollo de temas de investigación que permitan el desarrollo de líneas y proyectos específicos de investigación que ofrezcan elementos para la toma de decisiones y; a través del posgrado preparar los cuadros técnicos y directivos capaces de realizar una planeación integral del recurso agua, para dar respuesta a los retos del siglo XXI.

Hablando específicamente de la docencia del nivel posgrado, la experiencia mostrada por otros países que han logrado un mayor nivel de desarrollo, presenta sistemas productivos caracterizados por un fuerte vínculo entre los sectores productivos y sociales, con otros actores locales, tales como las instituciones públicas y privadas de apoyo financiero, de formación, investigación, asistencia técnica y servicio, entre las más importantes. Este fenómeno puede explicarse a través de la necesidad existente de la especialización, la variedad de competencias, la flexibilidad y la eficiencia, para lograr competir en el escenario económico actual. En el marco de la política científica y tecnológica, proporcionado a través del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, y el Sistema Nacional de Redes de Grupos y Centros de Investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), es importante proponer un esquema de apoyo a la investigación científica y tecnológica y al posgrado, para conformar consorcios y/o redes de estudio del agua, con estrategias de colaboración sectorial, regional e institucional, que impacten en el sistema nacional de innovación, el desarrollo social y el posicionamiento estratégico en nichos de oportunidad científica y tecnológica. La formación de recursos humanos altamente especializados es necesaria para enfrentar los retos y dar cumplimiento a los planes y programas de desarrollo nacionales relacionados con el recurso agua. En el Sistema Educativo Nacional, la matrícula del nivel posgrado se ha incrementado 278% en la década comprendida entre 1993-2003 (ANUIES 2003). No obstante lo anterior, el número de doctores y maestros en ciencias formados y graduados en México, dista mucho de lo logrado por países como España y Brasil, solo por citar un ejemplo (CONACYT 2003). Un elemento adicional que debe ser considerado, es la excesiva concentración geográfica de la matrícula de posgrado en el Distrito Federal (31.6%) y en lo referente al área de conocimiento, la mayor proporción se ubica en las Ciencias Sociales y Administrativas (47%), según se muestra en la figura 1.

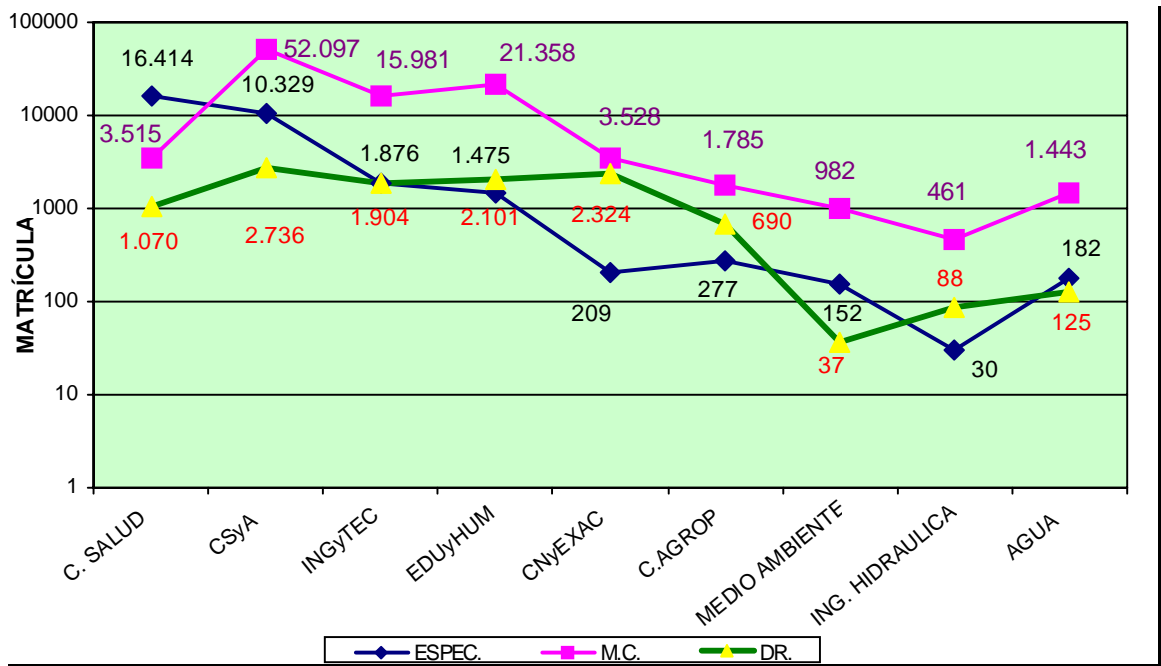


FIGURA 1.- POBLACIÓN ESCOLAR DEL POSGRADO. DISTRIBUCIÓN POR NIVEL Y ÁREA DEL CONOCIMIENTO. 2003

En lo que respecta al número de programas y matrícula inscrita en 2003, en posgrados relacionados con el recurso agua, específicamente en Ingeniería Hidráulica y Estudios de Medio Ambiente y Desarrollo Integrado, el panorama no es favorable, debido a que se aprecia una concentración de más de sesenta y cinco mil alumnos en el área de Ciencias Sociales y Administrativas contrastando con menos de veinte mil alumnos inscritos en Ingeniería y Tecnología o menos de tres mil alumnos inscritos en Ciencias Agropecuarias. Específicamente en Ingeniería Hidráulica se han reportado menos de seiscientos alumnos que sumados a los mil ciento setenta y un alumnos inscritos en programas de Medio Ambiente y Desarrollo Integrado, aportan un total de 1750 alumnos que se preparan en programas de posgrado que atienden planes de estudio relacionados con el estudio del recurso agua. Lo anterior, impide tener disponibles en cantidad y calidad suficientes, los recursos humanos de alto nivel, que deberían estar encargados de la toma de decisiones para el desarrollo sustentable nacional, lo cual seguramente repercutirá en asuntos que son de seguridad nacional y motivos de probables problemas de alimentación, salud y estabilidad social.

En la figura 2 se presenta la distribución geográfica de los programas relacionados con el recurso agua, lo cual incluye posgrados en Ingeniería Hidráulica (24) y en Medio Ambiente y desarrollo Integrado (46). Desataca la concentración de matrícula y número de programas en el Distrito Federal y el Estado de México, seguidos de ciudades importantes como Chihuahua, Puebla y Veracruz. Llama la atención el limitado número de doctorados en el ámbito nacional (10), que coincide con el número de especialidades (10) y contrasta con los programas de maestría (50).

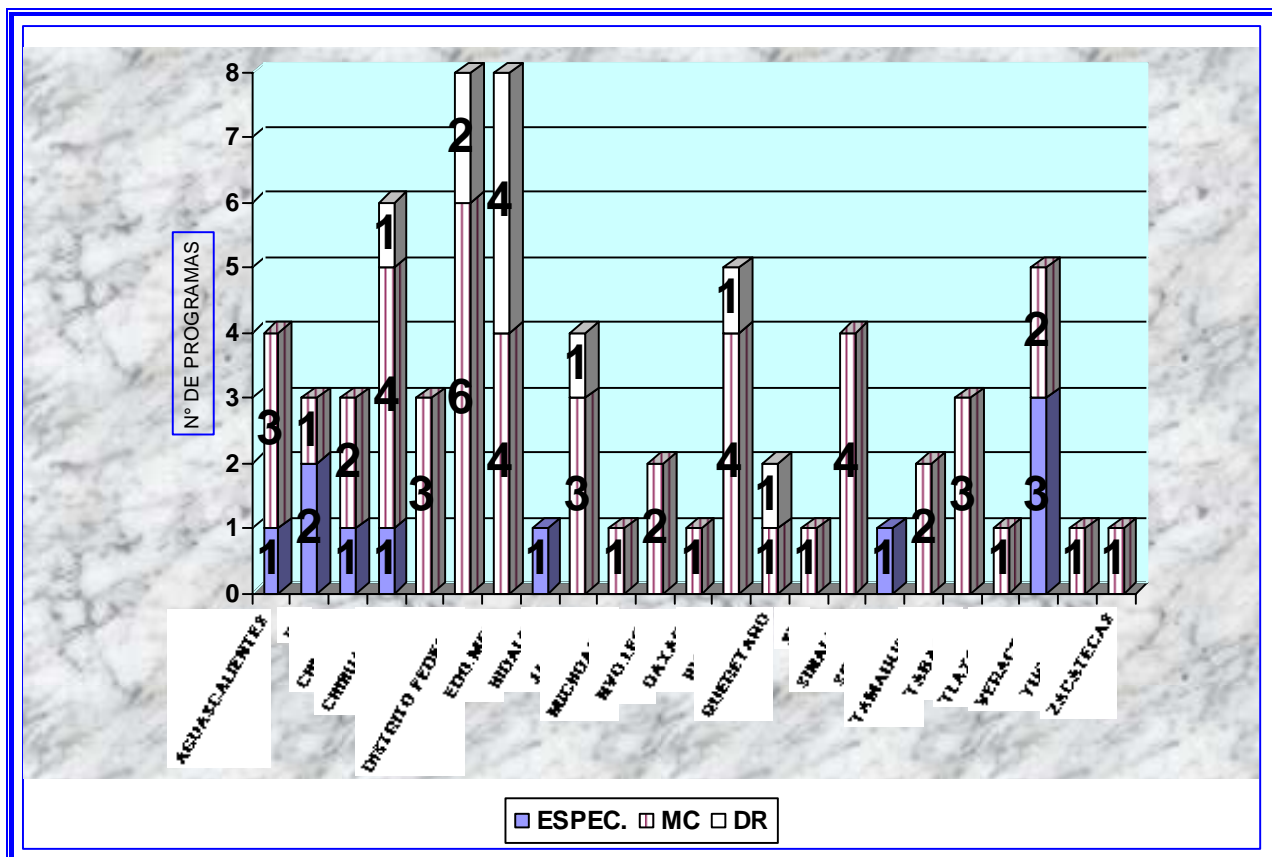


FIGURA 2.- POSGRADOS NACIONALES RELACIONADOS CON EL RECURSO AGUA (2003)

Es muy importante reflexionar sobre la situación de la investigación y del posgrado en hidráulica, en el ámbito nacional, debido a que en este marco de referencia entenderemos el origen de los problemas que deberán ser atendidos de forma inmediata y eficiente.

El posgrado, asociado a líneas de investigación particulares relacionadas con el recurso agua (no se incluyen aspectos de oceanografía, estudios biológicos o económicos- históricos) en el ámbito nacional, posee las siguientes características:

- 44 Instituciones de Educación Superior realizan investigación y estudios de posgrado en hidráulica y, medio ambiente y desarrollo integrado
- 7 Entidades Federales o Descentralizadas atienden el problema del recurso agua
- 70 Programas de posgrado relacionados con el agua son impartidos, de los cuales solamente 24 son de ingeniería hidráulica.
- 19,761 Alumnos de posgrado, están ubicados en el área de Ingeniería y Tecnología
- 1,750 Alumnos de posgrado están inscritos en programas que incluyen temas relacionados con el agua
- 579 Alumnos de posgrado están inscritos en programas de Ing. Hidráulica
- 150 Investigadores-Docentes participan en programas de Ing. Hidráulica
- 268 Investigadores están adscritos al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- 500 Investigadores en ingeniería hidráulica cuentan con doctorado
- 37 Regiones hidrológicas
- 13.5 Doctores en ingeniería hidráulica por región hidrológica.
- 5 Doctores en ingeniería hidráulica por millón de habitantes

En la tabla 1 se muestra la distribución por nivel académico, de los programas de hidráulica y, medio ambiente y desarrollo integrado que contemplan estudios relacionados con el recurso agua, especificándose la matrícula inscrita y el número de programas. Se aprecia la concentración más alta en el nivel de Maestría y las proporciones más pequeñas en los niveles de Especialización (por abandono de la modalidad) y del Doctorado (por un desarrollo todavía incipiente).

Tabla 1.- DISTRIBUCIÓN DE PROGRAMAS DE POSGRADO POR NIVEL (2003)

POSGRADO	NIVEL	MATRÍCULA	No DE PROGRAMAS
HIDRÁULICA	ESPECIALIDAD	30	2
	MAESTRÍA	461	16
	DOCTORADO	88	6
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>579</b>	<b>24</b>
MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO INTEGRADO (MADI)	ESPECIALIDAD	152	8
	MAESTRÍA	982	34
	DOCTORADO	37	4
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>1171</b>	<b>46</b>
RELACIONADOS CON EL RECURSO AGUA (HIDRAULICA Y MADI)	ESPECIALIDAD	182	10
	MAESTRÍA	1443	50
	DOCTORADO	125	10
	<b>TOTAL</b>	<b>1750</b>	<b>70</b>

Este panorama nos motiva a recomendar, el establecimiento de acciones conjuntas entre todos los sectores de la sociedad para establecer estrategias que permitan modificar las tendencias históricas y permitir un desarrollo adecuado en calidad y cantidad en los programas de posgrado y el egreso oportuno de sus

graduados, mismos que deberán poseer el perfil adecuado para contribuir en la solución de los problemas relacionados con el recurso agua, en los diferentes ámbitos.

Es evidente la necesidad de fortalecer los posgrados existentes en Ingeniería Hidráulica y vincularlos con el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 y todas las entidades oficiales y privadas, nacionales e internacionales, que iniciaron desde años atrás, sus estrategias para atender un problema que ya es mundial y requiere soluciones integrales. La investigación sólo puede prosperar en ambientes académicos que reúnan las condiciones propicias para la planta docente y los alumnos.

Los países integrantes de la OCDE coinciden en que la educación superior, misma que incluye al posgrado, tiene los retos que a continuación se enuncian:

- Ofrecer una educación masiva que otorgue acceso a todos los sectores de la población.
- Orientar los estudios hacia áreas más necesarias para el desarrollo económico y social de cada comunidad.
- Vincular adecuadamente las instituciones de educación con la sociedad.
- Garantizar permanentemente, al sector productivo y de servicios la actualización de sus técnicos y profesionales.
- Brindar una educación que responda a los retos que ofrecen las condiciones demográficas, geográficas y sociales de todo el país.
- Utilizar las nuevas tecnologías y la infraestructura disponibles para ampliar y mejorar la calidad de la educación nacional.
- Aumentar el número de profesionales con estudios de posgrado y la matrícula de la educación superior y, con ello fortalecer la red educativa nacional.
- Tránsito del paradigma científico-tecnológico clásico a nuevos paradigmas.
- Enseñanza basándose en computadoras y telecomunicaciones que formen a ciberestudiantes.
- Exámenes realizados por computadora o internet.
- Libros a través de multimedia con guiones de alta calidad a base de la televisión digital y la robótica, en el aspecto educativo.
- Imagen y guión apropiados que le proporcione al docente el perfil deseado.

La limitada importancia que se le ha otorgado a los cursos de posgrado en sus diferentes niveles, se refleja en la escasa cantidad de instituciones de educación superior que imparten programas relacionados con el recurso agua. La necesidad de compartir recursos humanos, de infraestructura y presupuestales se aprecia como una mecánica de trabajo impostergable a fin de continuar con la formación de recursos humanos de alto nivel, que contribuyan a la presentación de alternativas de solución en todos los ámbitos públicos y privados. Lo anterior, también es una muestra de los nuevos retos, a los cuales se enfrentan los posgrados en general. Específicamente los del área hidráulica, deben utilizar las nuevas herramientas tecnológicas, a fin de cambiar su paradigma y trascender en el panorama nacional, desempeñando una actuación importante en la toma de decisiones y aportando egresados preparados con calidad, pertinencia y vinculación con la realidad

nacional, con el compromiso de graduarse en los tiempos mínimos establecidos a través de trabajos de tesis con un alto contenido de impacto social.

Específicamente, el Instituto Politécnico Nacional, como parte de su Nuevo Modelo Educativo está trabajando en el establecimiento de redes y es importante reflexionar sobre las siguientes premisas, aplicables a la investigación y al posgrado en aspectos relacionados con el agua (IPN 2004):

- Las mejores redes académicas (de investigación y posgrado) no resultan de compartir capacidades sino de conjuntarlas. Las unidades responsables o instituciones deben participar como pares y no como subsidiarias unas de otras.
- La investigación, es aún más valiosa como factor integrador en los programas de posgrado, debido a que constituye el vínculo adecuado entre los cuerpos académicos participantes.
- Debe fortalecerse el proceso de formación de cuadros académicos con gran exposición al exterior de la institución, evitando así el riesgo de la endogamia extrema.
- La administración de las redes académicas, es más compleja y por lo tanto más vulnerable, por lo cual debe atenderse con gran sensibilidad
- Las redes académicas son una opción válida y académicamente promisorias, que permite lograr con rapidez y eficacia el incremento de la cobertura y la profundidad del impacto.

El trabajo en redes para el estudio del agua, deberá ser el eje fundamental de las actividades de ciencia, tecnología, innovación y posgrado, para impulsar el desarrollo económico y social del país, a través de:

- Promover la formulación de proyectos conjuntos de investigación, desarrollo e innovación tecnológica, así como de programas de posgrado y servicios.
- Promover la incorporación de las redes institucionales a redes nacionales e internacionales.
- Proponer estrategias para acceder a financiamiento externo para operar las redes institucionales.
- Promover los programas de movilidad de alumnos del posgrado e investigadores, en los ámbitos inter e intrainstitucional.
- Impulsar la formación y consolidación de grupos institucionales de investigación y posgrado de alto nivel.
- Fomentar la integración vertical y horizontal de programas de investigación y posgrado, promoviendo el empleo de tecnologías de vanguardia.
- Impulsar la descentralización de las actividades científicas, tecnológicas, y de posgrado.
- Promover la firma de convenios de colaboración para favorecer la operación de las redes académicas.
- Organizar foros de discusión, a través de talleres con académicos de alto nivel, que permitan definir las redes temáticas y sus características, así como líneas de trabajo de impacto regional o nacional, con enfoque interdisciplinario.

Las redes académicas para el estudio del agua deben funcionar con base en:

- El establecimiento de objetivos comunes de largo plazo. Las actividades de cooperación trascienden a la operación cotidiana individual y colectiva. La docencia y la investigación se asumen como una responsabilidad colectiva y no como un desafío individual.
- El logro de equilibrios en los grupos en el Mediano Plazo.
- Apreciar en su justa dimensión las aportaciones individuales de corto plazo y fomentar las relaciones estables de mayor trascendencia. Las diferencias de cada elemento que integra la red, permitirá plantear líneas de trabajo complementario, tales como la organización de reuniones científicas, intercambio académico, publicaciones conjuntas, etc., las cuáles enriquecen a la propia red.
- El establecimiento de relaciones estrechas. Se generan compromisos morales y éticos entre los integrantes de la red, la convicción del trabajo de grupo, permite superar las expectativas que oficialmente se asumieron.
- Estructuras flexibles y adecuadas. La comprensión de las características propias de cada elemento de la red, permitirá evitar la rigidez del sistema burocrático y permitir la adaptación a las condiciones dinámicas y complejas de nuestra sociedad.
- Considerar el elemento interdisciplinario como un punto medular.
- La movilidad como principio de acción.
- Las redes académicas requieren de recursos humanos de alto nivel, los cuales deberán contar con el apoyo de una gestión administrativa adecuada que les permita una gran capacidad de movilidad para aprovechar las oportunidades de intercambio y trabajo colectivo que ofrece la propia red. Es necesario proporcionar mayor atención a los problemas sociales e incrementar el esfuerzo interinstitucional para resolver los nuevos desafíos.
- Establecimiento de responsabilidades compartidas. Todos los integrantes de la red deberán asumir un alto nivel de responsabilidad, incluyendo a docentes-investigadores, alumnos, autoridades institucionales y actores externos.

## Conclusiones

La educación es el elemento clave para promover que las sociedades tradicionales evolucionen hacia la sociedad de la información y del conocimiento, y en cada caso se desarrollaran bajo condiciones particulares de sus respectivas culturas y de acuerdo a los elementos externos internacionales, especialmente de la globalización y del propio avance de los esquemas virtuales.

Los hipertextos y los sistemas multimedia son innovaciones muy importantes en lo referente a los alcances de los sistemas informáticos en la enseñanza. El común denominador del aprendizaje en línea es el uso de redes de computación. La situación que hace especial a la enseñanza en línea dentro de las TIC, es su versatilidad de combinar las características de diferentes medios en un solo ambiente de aprendizaje, en el que texto, dibujos, video y audio se integran en un sistema, lo cual debe aprovecharse para los posgrados en hidráulica. La internacionalización de los programas de posgrado, los programas interinstitucionales y la educación "on line", a través del campus virtual, son

elementos que caracterizaran la universidad del futuro, por lo cual deberán considerarse, como herramientas que fortalezcan los programas de posgrado en hidráulica.

El posgrado en Ing. Hidráulica no es prioridad para los egresados del nivel licenciatura. Se requiere la creación de posgrados interinstitucionales con visión multidisciplinaria. Es importante fortalecer la vinculación con los sectores productivo y social, a través de estancias y trabajos conjuntos. Debe promoverse la calidad del posgrado a través del acreditamiento. La opción de los posgrados en línea, debe explorarse para la Ing. Hidráulica y aprovechar los beneficios del trabajo conjunto a través de las redes académicas

La investigación y los posgrados en hidráulica son un elemento de seguridad nacional y deben recibir financiamiento y apoyos diversos en esa proporción. La investigación y el posgrado en hidráulica pueden mejorar y tener resultados de mayor impacto si se concibe la organización de una Red de Instituciones de Educación Superior (IES), Centros de investigación y Laboratorios que a través de políticas nacionales de investigación hidráulica, concretadas en líneas de investigación prioritarias, y con el intercambio y colaboración de sus cuadros de investigadores, docentes, técnicos, equipos e instrumentación, puedan lograr la optimización de recursos en momentos de recesión económica, como los que estamos viviendo, con un enfoque de servicio social y nacionalista.

Es urgente satisfacer la necesidad de generar nuevos programas y reestructurar los que ya existen en ingeniería hidráulica, bajo un enfoque multidisciplinario, atendiendo a la búsqueda del desarrollo sustentable, conjuntando elementos de ingeniería ambiental, desarrollo integrado, educación ambiental, gestión de cuencas, del riesgo, de ecosistemas y particularmente de zonas costeras. Esta revisión permitirá vincular los programas de posgrado con las necesidades de los sectores sociales y productivos nacionales, a través de la formación de personal altamente capacitado que se inserte rápidamente en los grupos acreditados que están intentando influir en la solución de los nuevos retos que impone la globalización. Ese mismo perfil de egreso será el principal promotor para mantener y aumentar la matrícula, al ofrecer una perspectiva más prometedora de desarrollo profesional y de investigación a los alumnos involucrados.

## Referencias bibliográficas

[CNA 2005] Comisión Nacional del Agua. "Estadísticas del Agua en México". México 2005

[ANUIES 2003] Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. "Anuario Estadístico 2003. Población Escolar de Posgrado". México 2004

[CNA 2001] Comisión Nacional del Agua. "Programa Nacional Hidráulico 2001-2006". México 2001.

[CNA 2003] Comisión Nacional del Agua. Sistema Unificado de Información Básica del Agua (SUIBA). "Estadísticas del Agua en México". México 2003.

[CONACYT 2003] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. "Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas". México 2003

[IAHR 1999] International Association for Hydraulic Research (IAHR). "Research Agenda and Future Topics of Concern". Zurich Germany. 1999.

[IMTA 2006] Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. "Aplicación de la Ciencia, la Tecnología y el Conocimiento". Documento Base. Perspectiva Transversal D. IV Foro Mundial del Agua. México 2006.

[IPN 2003] Instituto Politécnico Nacional. "Estrategia para Impulsar el Trabajo en Red en el IPN". Materiales para la Reforma. México 2003.

[Martínez 2002] Martínez Austria Polioptro F. "Los Principios Rectores de la Gestión Integral de los Recursos Hídricos". Revista Tláloc. Año IX, Número 24, enero-abril 2002. pp 21-25. México. 2002

[OCDE 2003] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). "Estudio sobre el Desempeño Ambiental de México". Francia 2003

[UNESCO 2003-1] UNESCO. "Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Datos y Cifras". 2003. Reporte en línea (<http://www.unesco.org.water/wwap>)

[UNESCO 2003-2] UNESCO. "Water for People. Water for Life. The United Nations World Water Development Report". 2003.

**ISAAC VACA BADILLO**

[redesipn@yahoo.com.mx](mailto:redesipn@yahoo.com.mx), [ivaca@ipn.mx](mailto:ivaca@ipn.mx)

COORDINADOR DE OPERACIÓN DE REDES DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO. SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. MÉXICO.

PALABRAS CLAVE: AGUA, POSGRADO, REDES