



REVISTA DIGITAL DE INVESTIGACIÓN  
EN DOCENCIA UNIVERSITARIA  
e-ISSN: 2223-2516

Revista Digital de Investigación en  
Docencia Universitaria  
E-ISSN: 2223-2516  
revistaridu@gmail.com  
Universidad Peruana de Ciencias  
Aplicadas  
Perú

Astorne, Renzo; Lepage, Cesar  
LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA EN INVESTIGACIÓN APLICADA Y EL CONTEXTO  
DE LA COMPLEJIDAD: UNA PERSPECTIVA ESTRATÉGICA PARA LA INNOVACIÓN  
EN INGENIERÍA

Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, vol. 5, núm. 1, enero-  
diciembre, 2011, pp. 66-91  
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas  
Lima, Perú

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498573050002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



**LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA EN INVESTIGACIÓN APLICADA  
Y EL CONTEXTO DE LA COMPLEJIDAD: UNA PERSPECTIVA ESTRATÉGICA  
PARA LA INNOVACIÓN EN INGENIERÍA**

**APPLIED RESEARCH UNIVERSITY TRAINING AND THE CONTEXT OF COMPLEXITY: A  
STRATEGIC INNOVATION PERSPECTIVE IN ENGINEERING**

**Renzo Astorne y Cesar Lepage**

**Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas**

Recibido: 26 de octubre del 2011

Aceptado: 15 de diciembre del 2011

---

**Resumen**

¿Cómo afrontar la educación universitaria para la formación en investigación aplicada en un “cambio de época” donde el conocimiento se ha vuelto el activo substancial a la generación de valor en los bienes y servicios de las organizaciones? ¿Qué estrategia implementar cuando su eficacia se tiende a medir a través de mecanismos externos a las áreas de investigación de la universidad? Dos interrogantes que permiten, por un lado recorrer la forma tradicional en que la universidad reitera mecanismos triviales de formación en investigación para ingeniería, y por otro, el enfoque holístico -sistémico-cibernético- de promover esta formación para el contexto de la complejidad. Esta ponencia repasa la experiencia en áreas de ingeniería, con énfasis en la estrategia educativa encaminada a lograr una visión sobre el conocimiento, donde la universidad encuentra una creciente dificultad para establecer la dirección de sus áreas de investigación aplicada en ingeniería y los procesos de formación asociados; vale decir, para establecer la estrategia..

**Palabras clave:** estrategias, investigación aplicada para ingeniería, modelo 2 universitario

## **Abstract**

How to approach higher education for training in applied research in a "change of epoch" where knowledge has become a substantial asset to the generation of value in goods and services in organizations? What strategy should be implemented when its efficiency tends to be measured through mechanisms external to the research areas of the university? Two questions that allow, on the one hand, going the traditional way in which the university reiterates trivial mechanisms for engineering research training, and, on the other, the holistic -systemic-cybernetic- approach that promotes this same training in the context of complexity. This paper reviews the experience in the field of engineering, emphasizing the educational strategy aimed at achieving an insight of knowledge, where the university is facing increasing difficulty in setting the direction of the areas of applied research in engineering and associated training processes, i.e., in establishing the strategy.

**Key words:** strategies, applied research for engineering, university Model 2

*"Nuestra fascinación con la tecnología nos ha hecho olvidar el propósito fundamental de la información: informar a la gente."*

Thomas H. Davenport (1999). *Ecología de la información.*

## Introducción

Establecer estrategias que de manera sostenida permitan innovar la formación universitaria en investigación aplicada, en un contexto de explosión constante de conocimiento, constituye un reto para las áreas de ingeniería, que se asocia al imperativo de dotar a los alumnos de las competencias para la innovación competitiva. Esto implica cambios paradigmáticos, que suelen generar resistencia en los distintos estamentos universitarios. No obstante, la complejidad del mundo actual, con sus implicancias y derivaciones, obliga a asimilar nuevas orientaciones y capacidades que el binomio ciencia-tecnología ejerce en la dinámica del conocimiento. Complementa este panorama la irrupción de nuevos protagonistas, dentro y fuera de los sistemas académicos, en la producción de conocimiento. Todo el conjunto de factores referidos, plantea nuevos desafíos relacionados al *"cambio de época"* o *umbral temporal* en que nos encontramos, y donde la única constante es el cambio.

La complejidad que resulta de estas tendencias mundiales ha abierto otros retos, para los cuales conviene adoptar nuevos modelos teóricos y metodológicos, con el fin de comprender el mundo. Se requiere elaborar teorías más ajustadas de la realidad, que posibiliten, al mismo tiempo, diseñar y poner en práctica modelos de intervención más eficaces, y que orienten las acciones individuales y colectivas en este entorno complejo. Surge así la necesidad de organizar el conocimiento desde una perspectiva trans-disciplinaria, asumiéndolo como un sistema complejo que restablece sistemas constituidos a partir de interacciones, retroacciones, e inter-retroacciones; así, debemos reconocer que el conocimiento debe ser objeto de un proceso de administración.

El presente trabajo propone mostrar la forma cómo se han ido implementando los mecanismos de formación en investigación aplicada, que incorporan estas nuevas tendencias. En ese sentido se organiza del modo siguiente: la primera parte se centra en la presentación de aspectos saltantes sobre el contexto, de donde se desprende la necesidad de una visión de conocimiento a la medida. La segunda parte presenta los cambios que se vienen sucediendo en torno al sistema

universitario y la creación de conocimiento, presentando un cuadro comparativo que facilita la comprensión. En la tercera parte, se aborda la problemática en torno a los procesos de formación en investigación aplicada, caracterizando a los sistemas triviales. La cuarta parte presenta a la formación para la investigación aplicada en ingeniería como un proceso sistémico-cibernetico. La quinta parte, por último, analiza el proceso de formación para la investigación aplicada en ingeniería, y hace hincapié en cómo se ha llevado a la práctica la estrategia.

En esencia, se plantea que la estrategia para la formación universitaria en investigación aplicada para ingeniería pasa por establecer una visión del conocimiento; vale decir, establecer el tipo de conocimiento que se debería buscar y crear. De esta manera, el interés estará focalizado sobre el proceso de generación de conocimiento futuro, a modo de un lineamiento prospectivo, donde, como será evidente, la complejidad y el cambio serán las constantes.

## **1. “Cambio de época”: El conocimiento como activo substancial y el imperativo de una visión del conocimiento**

La visión del mundo se ha consolidado como holística e interconectada, además de influenciada por las particulares perspectivas de los agentes que intervienen. En este contexto, el supuesto de “veo lo que creo”<sup>1</sup> (Manrique, 1996) se ha vuelto un patrón para la interpretación y la acción: una condición básica para el éxito de las organizaciones competitivas.

El paradigma emergente coloca a las personas en una dimensión de importancia mayor, por efecto del rol que juegan sus conciencias y por las experiencias de la subjetivación en la toma de decisiones. Aquí, el conocimiento se ha convertido en el recurso primario de la sociedad; sin embargo, este conocimiento no se produce cuando no se integra en tareas. Esto explica cómo una sociedad del conocimiento se traduce en una sociedad de organizaciones (Drucker, 1994), donde los procesos de desarrollo de conocimiento se administran.

El paradigma de la sociedad industrial, basado en la acumulación de riqueza sobre la base de la propiedad tangible de recursos materiales, con sus subsecuentes ventajas productivas, ha dado paso a la economía basada en el conocimiento. Aquí, las ventajas competitivas, fundadas en el valor intangible de los bienes y servicios, se expresan en la calidad y rapidez de la innovación.

Un ingrediente central en esta transformación lo constituye la revolución tecnológica en curso, que ha originado cambios significativos en la organización de la economía y de la sociedad. Se ha multiplicado la velocidad de procesamiento, almacenamiento y transporte de datos e

<sup>1</sup> Que va a contrapelo de la secular aserción “ver para creer”.

información, que ha provocado su uso generalizado en la vida cotidiana, acelerando el fenómeno de globalización y regionalismo abierto. Se ha incrementado la incertidumbre estratégica sobre el desarrollo que estimula “...una nueva concepción de competitividad en la que los términos “local” y “global” no son antagónicos.” (Yoguel, Robert, Erbes & Borello, 2006). La interpenetración, como factor crítico de desarrollo, entre el sistema educativo y los sistemas de producción y el emergente fenómeno de la triple hélice (Leydesdorf, 2003), así como el modelo no lineal (basado en una lógica multi-lineal y el principio de la equifinalidad de los sistemas de desarrollo e innovación), han abonado a favor a este cambio de época.

Somos cada vez más conscientes que operamos en un sistema interconectado del que no podemos marginarnos, y cuya sostenibilidad nos convierte a todos en co-responsables. La humanidad se ha incorporado velozmente al agresivo desarrollo de las comunicaciones y tecnologías de información, con lo cual ha generado los espacios para vivir en red, y las redes constituyen un mecanismo de integración.

La articulación sistémica entre el conocimiento como factor crítico de agregación de valor, la revolución tecnológica en curso (con todas sus implicancias) y la dinámica misma de la innovación, expresa un hecho que no es más un fenómeno individual o aislado; la tendencia lo sitúa como un esfuerzo multidireccional, con un propósito de aprendizaje más contextualizado y trans-disciplinario, sobre estructuraciones de conocimiento codificado y tácito, que se valora cuando los agentes económicos y sociales lo incorporan en su práctica e interacción productiva y ciudadana. De esta forma, las personas dirigen su conocimiento más hacia el valor que aporta a los usuarios o beneficiarios, antes que al cumplimiento de rutinas burocráticas y metas internas. En tal sentido, el imperativo está sobre las personas y sobre la necesidad de cambio de sus perspectivas, en lugar de un cambio tecnológico.

En su obra *Engineering and the Mind's Eye*, Eugene S. Ferguson (1994) repasa el proceso de diseño en ingeniería; establece que, a pesar de los modernos avances técnicos, la buena ingeniería es aún una cuestión de intuición y de pensamiento no verbal, así como de ecuaciones y cálculos. Para ser aprovechados, los diseños cobran vida para un mundo real, un mundo contingente, que obliga a formar a los futuros ingenieros, necesariamente, en el uso de las herramientas analíticas de la ciencia y las matemáticas; pero, igualmente importante será formar en ellos competencias en la capacidad de discernimiento y el sentido profesional de lo pertinente.

Ferguson sostiene la necesidad de trascender la mera instrucción del ingeniero; más bien, sugiere ir hacia una propuesta integradora de formación para el conocimiento de la ingeniería, que permita pasar, de la educación del modelo de ingeniería de las máquinas, a un modelo sistémico, que involucre al contexto y a las personas. Debe constituirse en un principio que inspire el proceso de desarrollo de los “*espacios facilitadores*”, que promuevan la adquisición de competencias en la formación para la investigación aplicada en ingeniería.

**¿Cómo estructurar, entonces, un espacio de formación que promueva y genere estas capacidades, habilidades y competencias de modo eficaz?**

Para la economía basada en el conocimiento y el aprendizaje (centrada en la capacidad de innovar y crear valor más rápido sobre la base de conocimiento tácito y codificado), la generación del “*espacio facilitador*” implica la incorporación de una serie coherente de aspectos que forjen, durante la formación universitaria en investigación aplicada, una perspectiva sobre el conocimiento. Lo importante aquí es que en el sistema se tenga la visión del conocimiento, que implique una previsión sobre un estado futuro; de esta forma, se promueve un mapa mental de tres dominios relacionados (Krogh, Ichijo & Nonaka, 2000; Nonaka, 1999): (1) el mundo en que se vive; (2) el mundo en que se debería vivir; y (3) el conocimiento que se debe buscar y crear. Se cultiva así una visión proactiva y prospectiva del quehacer del ingeniero sobre una acción constructivista.

¿Qué lugar corresponde ocupar en un proceso de investigación aplicada como este? La propuesta es llevar la estrategia hasta el nivel de la *adaptación*, para una acción a la medida: “*tipo sastre*”. Se fundamenta esta consideración en que no basta con trasladar conocimiento previamente disponible para un mundo real, sino de generar conocimientos diferenciados (vale decir, específicos, adaptados y competitivos) para un mundo contingente y global a la vez. Las necesidades de conocimiento responden a las demandas emergentes y cambiantes surgidas de un nuevo contexto económico y social globalizado y diferenciado. En ese espiral incremental, que representa el proceso de investigación aplicado (donde interactúan el conocimiento con la realidad), se desarrollan formas de comprensión y resolución de problemas socialmente validados, que, a su vez, alimentan y transforman el conocimiento tácito y codificado de los ingenieros. Esta orientación coincide eficazmente con el objetivo del modelo que busca servir a la sociedad, antes que servirse de ella -como veremos a continuación- y refleja las decisiones estratégicas y compromisos personales de los líderes académicos, así como las directivas que deben acompañar los nuevos programas de formación para la investigación.

## 2. La creación de conocimiento desde la universidad: “**MODELO 1**” y “**MODELO 2**”

Desde mediados de los años ochenta, se viene imponiendo una tendencia y generando una tensión mundial sobre la producción del conocimiento y de los servicios, así como sobre la calidad de ambos desde las universidades. Estos vientos de renovación provienen del nuevo concepto de mercado global, que influye fuertemente en las instituciones de educación superior, y que, evidentemente, representan una amenaza a los valores de autonomía y libertad de cátedra tradicionales. Como consecuencia, “... *a distinct set of cognitive and social practices is beginning to emerge*” (Gibbons, 1997; Albornoz, 2006), caracterizada, *a priori*, por su propósito de aplicación, y cuyo origen se encuentra en la práctica científica universitaria y también fuera de su contexto.

La positiva relación entre ciencia y tecnología y la crítica a la ideología positivista (reduccionista), ha cedido el paso a la comprensión de cuestiones metodológicas complejas (holística). Por otro lado, la corriente posmoderna ha enfocado contra los presupuestos fundamentales –universales– del conocimiento. En concreto, cuestiona las raíces del conocimiento basado en la ciencia, y, con ello, el paradigma tradicional de creación de conocimiento. La renovada perspectiva y su implicancia para el sistema universitario, lleva implícito un desplazamiento paradigmático y una complementariedad o un enfrentamiento entre las metodologías de los programas de investigación a los que responde cada formulación<sup>2</sup>.

Esta renovada forma está comprometida con la cambiante naturaleza del conocimiento, así como con el estudio social de la ciencia, el sistema educativo y las relaciones entre investigación y desarrollo, y desarrollo social, económico y tecnológico. A esta tendencia se le denomina el “*Modelo 2*”, frente al tradicional denominado “*Modelo 1*”, la tendencia del cambio equivale, en su interacción y combinación, a transformar la forma de producir el conocimiento (Welle-Strand, 2000)<sup>3</sup>. La Tabla 1 resume las características de ambos modelos.

---

<sup>2</sup> “... *a paradigm is what the members of a scientific society have in common, and a scientific society consists of human beings sharing the same paradigms*” (Kuhn, 1996). Respecto al comportamiento de los programas de investigación científica, nos basamos en el libro de Imre Lákatos (1983).

<sup>3</sup> El reciente Reporte Científico 2010 de UNESCO lleva esta consideración a un nivel superior, cuando refiere la creciente importancia del conocimiento para la economía mundial: “*Achieving knowledge-intensive growth is no longer the sole prerogative of the highly developed nations of the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Nor is it the sole prerogative of national policymaking. Value creation depends increasingly on a better use of knowledge, whatever the level of development, whatever its form and whatever its origin: new product and process technologies developed domestically, or the re-use and novel combination of knowledge developed elsewhere. This applies to manufacturing, agriculture and services in both the public and private sectors.*” (p.2). Véase también: Ávalos (2006). En Albornoz & Alfaraz (Ed.).

Tabla 1

*Modelos de producción de conocimiento*

FACTORES	MODELO 1	MODELO 2
<b>Enfoque</b>	Mayormente reduccionista	Holístico – abierto y contextualizado
<b>Punto de partida</b>	Interés del investigador	Demandas sentidas de la sociedad
<b>Estrategia</b>	Disciplina personal unidimensional	Multidisciplinar compleja
<b>Validación</b>	Revisión entre pares	Sociedad establece calidad de resultados (eficacia de los resultados)
<b>Agentes del proceso</b>	Élite de conocimiento	Clase de conocimiento

Esta irrupción del llamado Modelo 2 de investigación no supone una nueva forma de crear conocimiento; significa “...there is a new emphasis that affects the process of knowledge production from emphasizing knowledge as procedure to emphasizing knowledge as outcome” (Bleiklie & Byrkjeflot, 2002). No obstante el nuevo énfasis, no es novedad que el conocimiento orientado a los resultados exista en el mundo académico; sin embargo, su papel y situación en el mundo académico han cambiado. Un síntoma es el nuevo énfasis sobre los procesos de planeamiento, orientado a desarrollar sistemas de investigación aplicada; entre ellos, destacan las nuevas alianzas entre los agentes del conocimiento que trascienden a la universidad.

Nowotny, Scott y Gibbons (2001) señalan que el Modelo 2 es complejo, no determinístico y menos uniforme<sup>4</sup>. Lo evidente es que la ciencia o la investigación se están volviendo más contextualizadas, “...it now increasingly finds itself integrated in society, embedded in a context that increasingly “speaks back” to science” (Nowotny, et. al 2001). Esta tendencia se explica por la evolución misma del sistema universitario que, en cuatro décadas, dejó de ser un espacio privilegiado, elitista, a ser un espacio masificado. La evolución del conocimiento sigue esta lógica de crecimiento que, a la larga, tiene un impacto real en el contexto extra-universitario, en la creación de bienes y servicios. Los agentes del mercado requieren investigación para mejorar sus productos y capacidades, por lo que las universidades están más presionadas por estas demandas. A medida que la sociedad logra mayores niveles de conocimiento, el sistema universitario es presionado a producir mayores, mejores y más diverso conocimiento “...as society became more “knowledgeable”, knowledge becomes more “social”.” (Nowotny, et. al. 2001)

<sup>4</sup> Véase también: Adler, 1996.

Los nuevos actores, en contacto con el sistema de educación superior, representan potencialmente nuevos intereses e ideas sobre el conocimiento; sin embargo, el desenvolvimiento de este nuevo modelo plantea dilemas relacionados con el personal que labora en las universidades.

Actualmente las cualificaciones están enfocadas en educar e investigar lo que interesa al educador o investigador, mientras que el *staff* de docentes, que debe conducir el nuevo estilo de investigación, está obligado a poseer competencia y experiencia en investigaciones de campo como prerrequisito. La experiencia práctica es más importante que las calificaciones en investigación pura y cobran mayor importancia las capacidades y los mecanismos de intermediación y traducción que emergen como requerimiento de este nuevo entorno. Ello supone un choque de cultura entre lo puramente académico (producción científica alternada entre pares) y la orientación social (desarrollo, innovación, innovación *ad-hoc*, patentes, socialmente validados), que de hecho, posee implicancias sobre las consideraciones de calidad de la universidad y sobre sus programas de investigación. Todo esto obliga a asumir la íntima imbricación del conocimiento científico y tecnológico con la trama social; la propuesta estratégica que se presenta sobre los sistemas de formación en investigación para ingeniería se sitúa en este ámbito.

### **3. La problemática de la formación universitaria en investigación aplicada para ingeniería: Caracterizando un sistema trivial**

Mientras más se experimentan los atributos que caracterizan a los diversos sistemas de investigación aplicada, así como los mecanismos de titulación asociados en ingeniería, se tornan indiscutibles sus deficiencias; es decir, su condición de sistemas triviales<sup>5</sup>. Esta afirmación se funda en la evidencia que ofrece la estadística<sup>6</sup>, que reitera esta problemática a modo de ciclo vicioso, en detrimento del sistema de educación para la investigación aplicada. Las interpretaciones encaminadas a “resolver” la problemática, son formuladas en lo básico como opiniones o preferencias de interpretación, que a modo de modelos mentales inerciales,

---

<sup>5</sup> Por sistema trivial se entiende los sistemas con comportamientos altamente predecibles “*Responden con un mismo output cuando reciben un input correspondiente, es decir, no modifican su comportamiento con la experiencia*”. (Arnold & Osorio, 1998). Además, “...tienen sólo efectos menores” porque su impacto es poco significativo. (Kume, 2002)

<sup>6</sup> Véase un análisis macro en el reciente informe de la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), especialmente en el trabajo de Ruiz y Herrera (2010).

conspiran contra los sistemas de investigación aplicada y los mecanismos de titulación: se hizo evidente que se había agotado la capacidad de entender y resolver este tipo de problemas.

El imaginario sobre el proceso de titulación, así como la forma cómo se la entiende, fue resumido por Portocarrero y Bielich (s/f), quienes establecieron que la problemática para comprender el sistema relacionado obedecía a una insuficiente teorización del mismo. Esto dificultó el desarrollo de un mecanismo eficaz de titulación, con sus implicancias para el desenvolvimiento de un sistema de investigación mayor, condicionado por la rigidez de su alcance, que ha tenido efectos paralizantes sobre los alumnos -v.gr.- la concepción lineal de la investigación que se promueve y que funge de “receta” para resolver la tarea.

El análisis realizado sobre la forma de investigación predominante en ingeniería, permitió establecer que el denominador común gira en torno a la consecución de una meta; esto implica que se trabaje sobre la base de un “*objetivo óptimo*” para un sistema dado, que fuerza la organización de los componentes y sus interacciones para alcanzar la meta deseada. En tal sentido, cada estudio en particular se inicia con la definición de la meta que se debe alcanzar, a la manera de los sistemas “*duros*”.

En la figura 1 que presenta un análisis de la problemática en torno a los procesos de titulación en ingeniería, nos aproxima puntualmente a la problemática general.

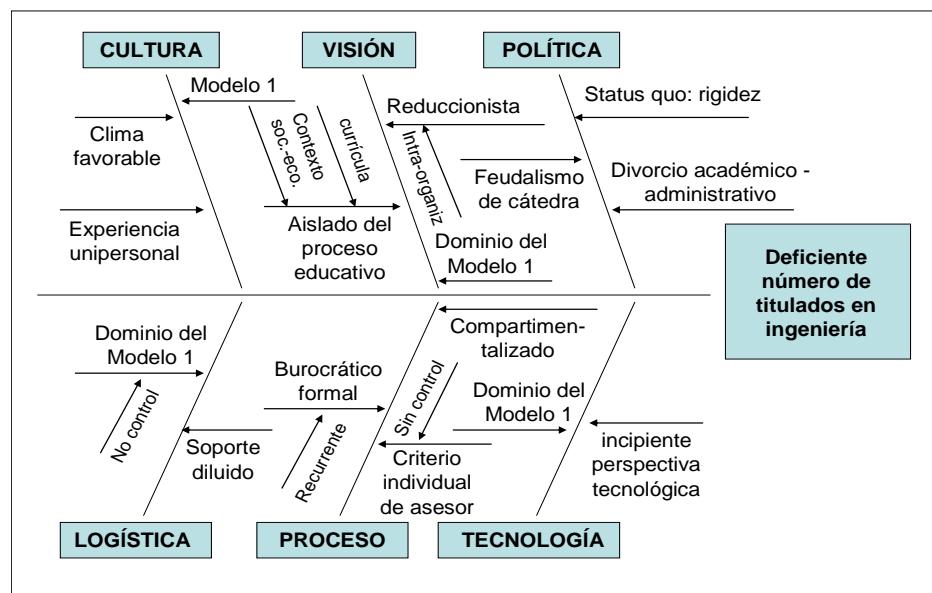


Figura 1. Diagrama de la problemática del sistema de titulación

La experiencia que en esta oportunidad se presenta, permite exponerla desde una perspectiva sistémico-cibernetica<sup>7</sup>, que, pese a su particularidad, presenta una estructura con rasgos comunes al sistema de investigación universitario nacional. Ésta, *grosso modo*, se caracteriza del modo siguiente (Astorne, 2010):

- a) Estratégicamente, los sistemas de investigación aplicada, como herramienta de trabajo intelectual, se mantienen aislados del proceso de formación profesional, tanto de la currícula, como de la conexión de ésta con el contexto de desarrollo social y económico del país, así como de la sociedad del conocimiento y de las tendencias de la globalización. Este hecho, que denota limitaciones en la forma de percibir la creación de conocimiento, así como las acciones conducentes a gerenciarlo, impacta negativamente en el entorno intra-organizacional universitario ligado a la creación de conocimiento “intrépido” en términos de Karl Popper. A su vez, resta legitimación al sistema universitario en el escenario local. Los modelos mentales que prevalecen, han abordado la tarea con una insuficiente teorización al analizar el contexto problemático; además, su explicación reduccionista ha acentuado esta debilidad estratégica.
- b) Con relación a las decisiones de política, centradas en crear mecanismos para favorecer el desarrollo de sistemas y procesos de investigación aplicada, existe una paradoja: (i) por un lado una estrategia de posicionamiento de la ingeniería, sistemáticamente saboteada por políticas y prioridades del sistema burocrático (*v.gr.* curso de titulación); y, (ii) el divorcio entre la operatividad del proceso académico, fuertemente mediatizado, en el mejor de los casos, por formulaciones encuadradas en el Modelo 1 y la logística administrativa (lógica burocrática del sistema). En tal sentido, el contexto de investigación universitaria, caracterizado por el feudalismo del conocimiento, inhibe una política que promueva las investigaciones aplicadas, además de reducirlas a elaboraciones de corte esencialmente básica y/o temática. A ello se añade la atomización del sistema universitaria que las hace unilineales y unidimensionales.
- c) En relación a los procesos para el desarrollo de sistemas de investigación aplicada y los mecanismos de titulación asociados en ingeniería, éstos han sido aleatorios, librados a tiempos marginales tanto de investigadores, innovadores, asesores y asesorados; esto explica su ineficacia e ineeficiencia, vale decir, su falta de calidad y competitividad. El soporte

<sup>7</sup> Véase también: Winter, 2000; Checkland, 1981; Davenport y Prusak, 1999.

pedagógico y de estrategia metodológica es mínimo<sup>8</sup> y están establecidos como desarrollos “duros”, orientados a metas.

- d) En cuanto a clima y cultura, la formación en investigación aplicada viene precedida por la experiencia individual de cada docente, lo que los provee de una visión particular del proceso de creación de conocimiento. Si bien en ocasiones reportan el beneficio de operativizar los procesos en forma práctica, dificultan la estructura de un sistema que, a la vez que estándar, permita la adaptación al estudio de problemáticas. Este factor reviste mayor complicación para el cambio hacia un sistema pertinente, escolarizado y controlado; el control es un factor de poca aceptación en el sector docente y, por ello, genera reparos.

La cultura dominante se caracteriza por los preceptos asociados al Modelo 1; quiere decir que se refuerzan temas de investigación desde el interés del investigador principal (normalmente el profesor asesor o titular). Representa un “acto heroico” como disciplina personal unidimensional (que puede durar varios tortuosos años hasta su conclusión). Se limita a la revisión entre pares y, en la medida que resulta un hecho extraordinario, constituye un ejercicio sólo para una “élite” del conocimiento.

- e) Las capacidades docentes se relacionan con diversas virtudes, así como limitaciones para el proceso; individualmente considerados, es probable que los profesores posean niveles de conocimiento que les permitan conservar relaciones muy competitivas en los campos académicos. Pero, a pesar de ello, muestran dificultad para la integración trans-inter-multi disciplinar; asimismo, no les resulta sencilla la formación de escuelas y la estructuración de programas de conocimiento aplicado, como tampoco la transmisión del conocimiento tácito. Se agrega a esto aquello que denominamos como la “capacidad ausente” para considerarse un “alumno de años avanzados”.

---

<sup>8</sup> Como señalan Portocarrero y Bielich (s.f.), “(...) en estas universidades predomina una visión lineal de la investigación. Una tesis debe ser un proceso que debe seguir una serie de pasos sucesivos, de manera que, si uno no está terminado, no se puede dar el siguiente. Todo debe ser ordenado y organizado según un esquema preexistente: tema, teoría, hipótesis, recojo de la información, análisis. Pareciera que existe una suerte de fórmula o receta que debe seguirse, al pie de la letra, para poder realizar una tesis. La metodología sería un camino de una sola dirección. Una suerte de escalera en la que, para subir el siguiente peldaño, hay que abandonar el anterior. Como veremos, esta idea entrampa a los tesistas, puesto que el proceso de hacer una tesis no es lineal. En efecto, el hecho definitivo es que varias tareas se enfrentan simultáneamente. No se trata, entonces, de pasos sucesivos o peldaños, sino de un ir y venir constante entre la teoría, el trabajo empírico y la formulación de hipótesis”.

- f) Estructuralmente, los mecanismos formales establecidos para el desarrollo de procesos de formación en investigación aplicada, están burocráticamente formalizados, lo que supone un lineamiento administrativo de la Facultad. Al dejar a criterio de cada profesor asesor el mecanismo de asesoramiento, este se vuelve inmanejable, impidiendo el control correspondiente, y la posibilidad de determinar la eficacia y eficiencia del proceso de titulación, que se limita a ser la suma simple de resultados.

Las estrategias tradicionales orientadas a desarrollar niveles de investigación aplicada, gestionan resultados y procesos sobre políticas que se determinan como medidas de carácter intra-organizacional y administrativas, por lo tanto no están sincronizadas con las tendencias cambiantes y menos con las potencialidades del contexto. La práctica alrededor de la producción, difusión y aplicación del conocimiento sigue a la política –normalmente burocrática, reduccionista y ajena al desenvolvimiento de nuevo conocimiento- y no a la inversa; es decir, se comporta bajo el modelo de las organizaciones cerradas. En consecuencia, el efecto social en la generación de conocimiento significativo resulta intrascendente.

#### **4. La formación para la investigación aplicada en ingeniería como proceso sistémico-cibernetico**

La formación universitaria para la investigación aplicada en ingeniería, como hecho, actividad y relación, se nos ofrece como un fenómeno socio-tecnológico (Kast & Rosenzweig, 1988), en el que intervienen diversos elementos conectados entre sí, que tienden a conseguir un logro específico. Este presenta las características básicas de un sistema (Castillejo & Colom, 1987); es decir, deviene, en su misma presentación, como hecho, operación y relación de un sistema real, perfectamente determinado como un conjunto de elementos conexionados. A esto se añade la disponibilidad para conseguir un determinado resultado, una realización específica; una tendencialidad o disponibilidad en orden a conseguir un logro específico.

La fenomenología del hecho educativo implícito en el caso tratado, nos descubre unos elementos básicos y constitutivos, que se interrelacionan: el alumno (para nuestro caso, profesionales de mando medio), el docente (facilitador, proveniente de diversas áreas profesionales), el medio (el entorno de desarrollo socio-económico y cultural) y las circunstancias y factores que intervienen en la realización del sistema (materia y material para la formación, contenidos significativos, métodos o procedimientos que se utilizan, etc.). Descubre, asimismo, un factor dinámico o funcional que viene determinado por la tendencia u orientación (la visión de conocimiento orientada hacia la adaptación) que el conjunto interrelacionado busca conseguir.

Asimismo, el proceso de formación es un sistema personal e interpersonal, en íntima conexión con la sociedad y la cultura, que nos permite decir, extensivamente, que la formación universitaria para la investigación aplicada en ingeniería es además de un sistema personal, un sistema social y un sistema cultural. Se puede considerar, a partir de cada una de las tres vertientes en que su proceso tiene lugar, que el aprendizaje es una actividad altamente contextualizada.

La dimensión cibernetica presenta a la formación universitaria como un hecho o fenómeno de información y control (Sanvicenç, 1982); dicho de otra forma, es un hecho cibernetico. Esta metodología analógica utiliza modelos determinados para conocer mejor o descubrir aspectos interesantes en campos de la cultura, la ciencia o la tecnología; contribuye al desarrollo del conocimiento y viene limitado por la utilidad o el aprovechamiento que puede representar. Podemos, ciertamente, hablar de una formación que se sustente en la interpretación cibernetica de sí misma; es decir, que explique el sistema educativo como realidad y como función, apelando a la información y al control, en sus mutuas implicaciones y en sus consecuencias reales.

En síntesis, diremos que la cibernetica incide en la regulación o control del sistema, para que las acciones que emanan de sus relaciones estructurales, logren la dinámica adecuada del sistema (metas)<sup>9</sup>. Se trata, pues, de un proceso de optimización.

En la formación universitaria para el ámbito en estudio, la concepción sistémico-cibernetica se destaca como proceso, es decir, como una realización temporal, un curso o secuencia en la que se integran aspectos estructurales funcionales u operativos y de relaciones. Un sistema real en el que intervienen dinámicamente aspectos entitativos, activos y de relación. Atendiendo a su dinámica inter-relacional, puede denominarse, en cierta medida, un proceso ecológico, con características distintivas que afectan a su dimensión humana y personal, y a su inserción en los sistemas socio-tecnológicos. Estas orientaciones, y la visión de conocimiento asociada, resumen la estrategia que se viene aplicando y es objeto de la presente ponencia.

Así, este proceso aparece como un proceso de transformación, que opera en el binomio docente/discente, facilitando su desarrollo como tal y en relación con el medio sociocultural donde se desenvuelve. Promueve en este binomio la evolución, la superación de su estatus individual y colectivo, la modificación progresiva y ascendente de su modo de ser y del medio mismo que lo integra, de superación personal y social; es un proceso prospectivo que se encausa

<sup>9</sup> Los sistemas, bajo el enfoque de este trabajo, regulan sus acciones para el logro de un fin u objetivo; en ese sentido, se les denomina sistemas auto-regulados (de esto se ocupa la función cibernetica).

hacia el futuro, superador de las deficiencias, de los conflictos y de las imperfecciones y limitaciones que pueden advertirse. Por lo mismo, deviene en un proceso liberador, que procura responsabilizar al estudiante de su papel, eliminando cada vez más las trabas y coacciones que dificultan su creatividad y libertad. Viene a ser, en resumen, un proceso de cambio.

En la formación universitaria para la investigación aplicada en ingeniería, intervienen aspectos cognoscitivos, afectivos y volitivos de forma integrada; se desarrollan capacidades de orden superior, específicamente humanas.

Algunas consideraciones desde la perspectiva constructivista complementa el modelo sistémico-cibernetico, y permiten entender que el conocimiento es construido y que, en esta construcción, el sujeto es el actor fundamental que, en un intercambio dinámico con el entorno, lo selecciona, lo procesa y lo transforma (Reátegui, 1995). Lo realiza desde un nivel simbólico; es decir, con palabras, imágenes y esquematizaciones de la realidad. Así, el lenguaje cumple un papel fundamental, pues es el instrumento básico para la interiorización y elaboración del mundo.

A diferencia del aprendizaje tradicional basado en mecanismos pasivos, el aprendizaje constructivista de conocimientos consiste en aprender relaciones generales que no están dadas en los objetos, de manera que lo fundamental del conocimiento, en cuanto estructura organizada y significativa de aprendizaje, es producir cambios en los diferentes tipos de aprendizaje (pre asociativo, asociativo, cognitivo y metacognitivo).

Todo proceso de enseñanza-aprendizaje que no presente retos para los involucrados, es una enseñanza repetitiva y sin sentido para el binomio docente-alumno. En términos cognitivos, el aprendizaje existe cuando es capaz de recuperar la información aprendida; esta recuperación es posible gracias a la memoria. Todo el aprendizaje debe suministrar esquemas (una estructura de conocimiento abstracto y genérico almacenado en la memoria que especifica los rasgos o atributos relevantes de un objeto, situación o persona) de conocimiento, siendo esta su función principal. En tal sentido, son el soporte de la estructura mental.

¿Cómo se da el pensamiento constructivo?, Ausubel, Novak y Hanesian (1982) plantean la asimilación cognitiva a partir de la oposición entre aprendizaje mecánico y significativo. El primero se produce por asociaciones puramente arbitrarias, mientras el significativo ocurre cuando las tareas están relacionadas, natural y lógicamente, con el conocimiento.

No todo lo que debe aprenderse se encuentra organizado y estable. Cuando esta información se integra en la estructura cognitiva existente, y se organiza y se transforma para producir una

nueva estructura o una modificación de ella, estamos frente a un “aprendizaje del descubrimiento”. Este nos conduce a una construcción esquemática, de forma piramidal; los conceptos más generales se ubican en la cúspide, en el medio los sub-conceptos, mientras que en la base, la información específica y los hechos concretos.

La asimilación se produce cuando la nueva información se sitúa dentro de la estructura antigua; este es el proceso de inclusión que se realiza de manera derivativa, correlativa o combinatoria. La asimilación, entonces, va de lo general a lo particular por mecanismos de inclusión; esto determina que lo aprendido sea una construcción resistente al olvido o pérdida de información.

## 5. El proceso de formación para la investigación aplicada en ingeniería: Apuntes sobre una estrategia para el “espacio facilitador”

El proceso de formación para la investigación aplicada en ingeniería, se asume como una cadena de valor académico, que potencia sus aspectos diacrónicos (secuencia) y sincrónicos (transversalidad sistémica); se estructura sobre el estudio de casos, destacan dos aspectos básicos, que son el punto de partida para el trabajo con los alumnos. Uno se refiere al basamento teórico (Marco teórico), y otro a los aspectos de la realidad que se expresa sistémicamente (Marco problemático). Su determinación implica un constructivismo dinámico donde la estructura cognitiva (que se asume como el “mapa”) se va adaptando mejor a la estructura de lo real (que corresponde al “territorio”). Su requiere la verbalización, y el manejo de imágenes y esquemas, sobre la base de los lineamientos del Modelo 2 (en cuanto a estructuración, visión del conocimiento, y competitividad global).

Una metodología eficaz debe procura siempre evitar la confusión entre modelo y realidad (o entre modelo de que se parte y modelo o caso real estudiado). Por lo general, es más provechoso partir de modelos que se acerquen a la realidad tratada; así, en nuestro caso, convienen los modelos orgánicos, psíquicos o, incluso, socio cultural y socio-tecnológicos, que explican el uso frecuente de casos de estudio. A continuación repasaremos la problemática educativa, las estrategias de formación y los resultados obtenidos, tanto a nivel de estructura conceptual de los procesos de conocimiento, como de la estructuración sistémica de la realidad que es objeto de estudio.

## 5.1 Marco teórico

Es el nivel donde se desarrolla (i) el: estado del arte, (ii) las conceptualizaciones generales, y (iii) el modelo teórico. Los principales comentarios, basado en el análisis de la experiencia de trabajo en los grupos de alumnos, demuestran lo siguiente:

### Sobre el estado del arte

Las deficientes destrezas y competencias “informacionales” dificultan el eficaz y eficiente desenvolvimiento del proceso de formación para la investigación. Los alumnos no acostumbran acceder sistemáticamente a los centros de información, bibliotecas digitales y catálogos en línea; a ello se añade un desconocimiento de las bibliotecas en línea que dispone el sistema universitario.

En el proceso de lectura y análisis de fuentes de información, los alumnos de ingeniería demuestran poca concentración para la lectura analítica y ligereza en la interpretación de contenidos; dicha dificultad se acentúa ante textos densos o de carácter metodológico; se agudiza aún más si están escritos en inglés. También resalta la poca destreza para redactar resúmenes que sinteticen las lecturas realizadas.

Atendiendo a la lógica del manejo de la información, que viene aparejada a la preparación del estado del arte y sus diferentes momentos de producción, es evidente la poca claridad sobre el significado y alcance de lo que es “dato”, “información” y “conocimiento”. La identificación de las ideas de los autores, el contexto de referencia que las sustentan, su recuperación y puesta en el contexto deseado (sin alterar el sentido de la connotación original de dichas ideas) constituyen problemas mayores.

La estrategia implementada para afrontar eficazmente esta situación, se vale de una alternativa pragmática que incorpora un proceso de inducción. Este involucra a los alumnos con estos nuevos espacios de acceso y manejo de información (arbitrada en el mejor de los casos), y les muestra el potencial que tienen en la dinámica del aprendizaje para la vida (competencia metódica). Recientes experimentaciones nos han confirmado que un acompañamiento de tipo *coaching*, que provee soporte experto a los procesos para la determinación de criterios de búsqueda (y a la búsqueda misma de las investigaciones), asegura aprendizajes mejores y mayores: esto redunda, favorablemente, en un adecuado manejo de antecedentes.

## Sobre las conceptualizaciones generales

El lenguaje cumple un papel fundamental, pues es el instrumento sustancial para la interiorización y elaboración del mundo. En tal sentido, la verbalización en la formación universitaria para la investigación aplicada en ingeniería, es un factor central para el desarrollo de conocimiento y de sus derivaciones. Implica el manejo de un lenguaje experto, en un doble sentido: por un lado el relacionado con el área de conocimiento con que se liga el asunto de estudio en consideración<sup>10</sup>. Por otro lado, debido a la complejidad de los procesos como resultado de este “cambio de época”, es necesario recurrir a un lenguaje que integre diferentes ámbitos de conocimiento relacionados con el asunto de estudio, dentro de una perspectiva holística. Este lenguaje deberá provenir de la teoría general de sistemas, que se comporta como una macro tecnología, que permite integrar conocimientos diversos, asumiendo la complejidad de los sistemas vivos.

Orden y claridad en el manejo de conceptos, constituye la premisa de este nivel de análisis. Para ello, se suele promover el uso del cuadro sinóptico de llaves, que facilita la visualización de la estructura conceptual *ad-hoc* al proceso de conocimiento en cuestión. Estos conceptos fueron definidos para construir una visión del sistema real y, en esa interacción con la realidad, alcanzar la definición raíz de los sistemas pertinentes, que son conceptualmente definidos. Esta estructuración va de lo general a lo específico. Se construye así una jerarquización de los conceptos.

## Sobre el modelo teórico

Possiblemente, el nivel más complejo en la medida que debe idear el sistema, es el modelo conceptual. Sintetiza la visión del futuro sistema (cómo este debería ser), y con ello, la visión de conocimiento. Debe recrear sus elementos, la relación que estos guardan entre sí y su dinámica de desarrollo.

La figura 2 muestra un caso de un proceso adaptativo en la construcción de una estructura conceptual (mapa mental) que sufrió variados y repetidos cambios; se trabajó en modificar la antigua estructura de comprensión, esencialmente tecnológica (donde mayor importancia era asignada al equipamiento *hardware*, por ser el elemento principal, más visible, del modelo), hacia una comprensión socio-tecnológica. En esta, sobre la base del conocimiento previo, se

<sup>10</sup> Si el asunto de estudio está en relación con los sistemas de información gerencial (SIG), veremos que será pertinente el uso de un lenguaje propio de la ingeniería de sistemas, que se ocupa de los sistemas de información expertos en las organizaciones.

varía la ocupación de los objetos en el espacio y las connotaciones asociadas, de modo que los equipos de *hardware* dieron paso a las personas (clientes potenciales) como eje de desenvolvimiento (razón de ser de los sistemas informáticos y, consecuentemente, el elemento central para un modelo teórico).



Figura 2. Mapa mental sobre estrategias de marketing directo para turismo vivencial <sup>11</sup>

Este modelo se estructura con sustento en el factor dinámico y estratégico de la formación universitaria para la investigación aplicada en ingeniería. Viene determinado por la tendencia (vale decir, por la visión de conocimiento orientada hacia la adaptación). En esa dirección, adapta un esquema general a una situación específica. Permite razonar las relaciones que no están dadas en los objetos, logrando una estructura organizada y significativa del aprendizaje, que produce cambios en la comprensión de las cosas. El alumno se percata de que su estructura

<sup>11</sup> La idea que expresa esta gráfica corresponde al trabajo final realizado por los alumnos Rocío Grajeda Ríos y José Rodríguez Sánchez, en el Seminario de Ingeniería de Investigación en TIC, durante el ciclo 2011-2, módulo A.

cognitiva se amolda mejor a la estructura de lo real, gracias a un esfuerzo de constructivismo dinámico.

Ya asumimos que todo aprendizaje debe suministrar esquemas de conocimiento (porque los esquemas son el soporte de la estructura mental); en el modelo teórico, se promueve la definición de una estructura de conocimiento abstracto y genérico, que especifique los atributos relevantes de un objeto, situación o persona, que se almacenan en la memoria para mejorar la visión sobre el mundo real (a través de la identificación de las problemáticas y sus posibles soluciones). El modelo teórico revela los puntos críticos y, por lo tanto, señala dónde se debe recoger los datos en el análisis de los sistemas socio-tecnológicos; a su vez, orienta en la determinación de los parámetros de medida.

La experiencia docente nos permite aseverar que el proceso de asimilación ocurre en tanto la nueva información se imbrica con la estructura antigua; es decir, se opera el proceso de inclusión en sus diversas formas (derivativa, correlativa o combinatoria), de lo general a lo particular; esto determina que lo aprendido sea una construcción resistente a la pérdida de información y que tenga un uso instrumental en la definición de problemáticas.

## 5.2 Marco problemático

En el nivel del marco problemático se analizan las variables externas (de contexto), internas (de procesos), y la declaración del marco problemático (en qué consiste la problemática)

### Sobre las variables externas (de contexto)

Presentado como un mapa mental que provee una visión ordenada de una problemática, contiene el conjunto de datos que se analizarán: la ubicación, la relación y la correlación (transversalidad) que guardan, entre sí, las diferentes variables. Es un gráfico sistémico multi-lineal (que establece relaciones en todas las direcciones), y ayuda a presentar la problemática en el contexto de la empresa o negocio, su mercado y las tendencias u orientaciones macro.

Esta forma de presentación más adaptada a los sistemas complejos, resulta poco familiar para los alumnos, porque los enfoques predominantes ponen de relieve los atributos racionales, secuenciales y analítico-numérico, correspondientes al hemisferio izquierdo del cerebro. Sin embargo, los aspectos relacionados al hemisferio derecho del cerebro (la orientación intuitiva no lineal o lúdico-espacial) importan más en la representación de los procesos complejos (Davenport & Prusak, 1999). Este mecanismo retira al alumno de su espacio de *comfort*,

obligándolo a interiorizar formas de análisis y reflexión no habituales; con ello, se logra establecer los alcances del uso de la tecnología y sus aplicaciones e implicancias. No es una receta infalible, ni garantiza el éxito de estudio, pero representa un espacio inteligente de reflexión, que facilita el examen de otras variables que influyen en las organizaciones y de los sistemas de información asociados.

Presentamos, a continuación, una estructura de comprensión de contexto, para un proceso dado, bajo la forma de un mapa mental. Su elaboración ha implicado un trabajo de *coaching*, a través de interacciones y discusiones que exigieron a los alumnos sustentar cada conjunto de datos, así como su ubicación en el contexto adecuado.



Figura 3. Mapa mental sobre el contexto de un sistema de video conferencia

### Sobre las variables internas (de procesos)

Los procesos a ser estudiados son vistos a partir de un diagrama de flujo que interpreta exactamente la realidad actual de la empresa en estudio, y los diferentes problemas asociados; permite identificar y recoger los datos de importancia, organizándolos adecuadamente para facilitar su procesamiento de manera clara y objetiva. Los problemas identificados se analizan en una matriz de tipo “problemas/análisis” que permite identificar los problemas vitales y separarlos de los triviales y cómo se relacionan con las causas.

Esto acerca al estudiante con su conocimiento real. El uso de diagramas de flujos y tablas, para describir los procesos, le resultan afines, pues los desarrolla ampliamente en su vida profesional. No obstante, persiste la dificultad muy enraizada en los alumnos de expresar los problemas. Es habitual recurrir en las descripciones de las causas, al empleo la ‘vía negativa’ para la formulación y expresión de problemas. Frecuentemente los alumnos señalan que el problema es originado porque “no tenemos el *hardware*”, “no tenemos el *software*”, “no existe la tabla que haga la correlación de...”, entre otras justificaciones. Esta descripción no permite una apreciación objetiva de los problemas, da una apreciación subjetiva de los mismos y no informa lo suficiente para conocerlo. Esta dificultad de redacción es permanentemente abordada, y debe corregirse y superarse.

### **Sobre la declaración del marco problemático**

La identificación de las causas requiere una deducción intelectual; para tal propósito, se promueve, en los alumnos, un sentido para categorizar según la base de su modelo y los principios del denominado “Diamante de Davenport”. De esta forma, establecen una tipología, para el sistema problemático, desde la perspectiva sistémica.

La categorización de Davenport (estrategia de la información, política, comportamiento y cultura organizacional, personal o de recursos humanos, procesos, arquitectura y tecnología) facilita la síntesis de la estructura que causa la problemática; lo hace en términos empresariales, comprensibles para las organizaciones. Así, el alumno sienta las bases para formular una visión de conocimiento en relación a un sistema socio-tecnológico, con sus implicancias sistémicas.

## **Conclusiones**

1. El “*cambio de época*” con todas sus consecuencias, demanda una visión de conocimiento; vale decir, el conocimiento que se debe buscar y crear, proveyendo así una visión proactiva y prospectiva del quehacer del ingeniero, sobre una acción constructivista para los sistemas socio-tecnológicos.
2. El Modelo 2 constituye el reconocimiento a los retos. Estos insisten en la conveniencia de adoptar nuevos modelos teóricos y metodológicos para la comprensión del mundo; su perspectiva holística (abierta y contextualizada), su preocupación por las demandas sentidas de la sociedad, su enfoque multidisciplinar y complejo, y un sistema de calidad, conectado a la sociedad, para determinar la eficacia de los resultados, reflejan que la investigación cuenta con un contexto más amplio.
3. Los sistemas de formación en investigación aplicada vigentes, en áreas de ingeniería, no alteran su comportamiento con la experiencia. Esto las convierte en sistemas triviales, porque reiteran, a modo de ciclo vicioso, las formas burocráticas de organización, con pobres resultados.
4. El sistema de formación como proceso sistémico-cibernetico aporta una consideración socio-tecnológica, en la que intervienen diversos elementos conectados entre sí: estos tienden a conseguir un logro específico. A su vez, resulta un fenómeno de información y control que asegura los objetivos trazados. Este proceso se dinamiza con una estructuración constructivista.
5. La formación universitaria en investigación aplicada requiere de una visión de conocimiento que facilite la construcción de estructuras conceptuales sobre esquemas que actúen como soporte de la estructura mental. De este modo, la aproximación a la realidad será de carácter holístico e integradora, facilitando la determinación de problemáticas de estudio.
6. Las capacidades que los alumnos optimizan son las siguientes: una visión de conocimiento, trabajo en equipo, mejoras en las competencias informacionales, capacidad de comunicación oral, capacidad de comunicación escrita, capacidad de análisis, sentido ético y orientación al logro

## Referencias

- Adler, P. (1996). *The dynamic relationship between tacit and codified knowledge: Comments on Ikujiro Nonaka's "Managing innovation as an organizational knowledge creation process"*. Recuperado el 13 de junio de 2011, de <http://padles/research/Tacit%20to%20explicit%20draft-1-pdf>.
- Albornoz, M. & Alfaraz, C. (Ed.). (2006). *Redes de conocimiento. Construcción, dinámica y gestión*. Paris: UNESCO, Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.
- Arnold, M. & Osorio, F. (1998). *Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas*. Recuperado el 10 de mayo de 2006, de <http://rehue.csociales.uchile.cl/publicaciones/moebio/03/frprinci.htm>.
- Astorne, R. (2010). *Consideraciones estratégicas en el contexto de la complejidad y la formación en investigación aplicada: el caso de Ingeniería Electrónica en la PUCP*. Lima: Actas VI del Congreso Iberoamericano de Docencia Universitaria (VI CIDU).
- Ausubel, D., Novak, J. & Hanesian, H. (1982). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bleiklie, I. & Byrkjeflot, H. (2002). *Changing knowledge regimes: Universities in a new research environment*. Recuperado el 27 de septiembre de 2009, de <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&hid=122&sid=8f846302-1836-4585-a638-c59a0038da2b%40sessionmgr14>.
- Castillejo, J. & Colom, A. (Comp.) (1987). *Pedagogía sistémica*. Barcelona: CEAC.
- Winter, M. (2000). [Entrevista con Peter Checkland: *The relevance of soft systems thinking*]. Recuperado el 17 de junio de 2010, de <http://www.tandf.co.uk/journals>.
- Checkland, P. (1981) *Systems thinking, systems practice*. Lancaster: Universidad de Lancaster, Wiley.
- Davenport, T. & Prusak, L. (1999). *Ecología de la información. ¿Por qué la tecnología no es suficiente para lograr el éxito en la era de la información?* Oxford: Oxford University Press.
- Drucker, P. (1994). *La sociedad postcapitalista*. Bogotá: Norma.
- Ferguson, E. (1994). *Engineering and the Mind's Eye*. Cambridge: MIT Press.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. (1997). *La nueva producción del conocimiento*, Barcelona: Ediciones Pomares.
- Kast, F. & Rosenzweig, J. (1988) *Administración en las organizaciones: enfoque de sistemas y de contingencias*. México, D.F: McGraw-Hill.

- Krogh, G., Ichijo, K. & Nonaka, I. (2000). *Facilitar la creación de conocimiento. Cómo desentrañar el misterio del conocimiento tácito y liberar el poder de la innovación.* México: Oxford University Press.
- Kuhn, T. (1996). *The Structure of Scientific Revolutions.* (3a. ed.). Chicago y Londres: The University of Chicago Press.
- Kume, H. (2002). *Herramientas estadísticas básicas para el mejoramiento de la calidad.* Bogotá: Norma.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica (1970-74).* Madrid: Alianza Editorial.
- Leydesdorf, L. (2003). *A Sociological Theory of Communication: The self-organization of the Knowledge-Based Society.* USA: Universal Publishers
- Manrique, F. (1996). *Un cambio de época, no una época de cambios.* Santa Fe de Bogotá: Mc Graw Hill.
- Nonaka, I. (1999). La organización creadora de conocimiento: cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. México: Oxford University Press
- Portocarrero, G. & Bielich, C. (s.f.). *¿Por qué los estudiantes no hacen sus tesis?* Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú – Dirección Académica de Investigación.
- Reátegui, N. (1995). *El Constructivismo. La dimensión individual y sociocultural.* Lima: Cuadernos CEDHUM.
- Ruiz, R. & Herrera, A. (2010). Capacidades: Recursos humanos, institucionales y financieros. *En Ciencia, tecnología y universidad en Iberoamérica.* Buenos Aires: EUDEBA–OEI.
- Sanvicens, A. (1982). Dimensión cibernetica del aprendizaje de adultos. *Educar, 01, 7 – 14.*
- UNESCO. (2010). *The Current Status of Science around the World.* Paris: Autor.
- Welle-Strand, A. (2000). Knowledge Production, Service and Quality: higher education tensions in Norway. [Versión electrónica]. *Quality in Higher Education, 6 (3).* Recuperado el 27 de septiembre de 2005, de <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=5&hid=125&sid=bc295983-0af9-4da8-b54b81951e8a2ec3%40sessionmgr114&bdata=Jmxhbmc9ZXMc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=3892870>.

**Renzo Astorne**

[pcinrast@upc.edu.pe](mailto:pcinrast@upc.edu.pe)

Historiador - Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) (Lima – Perú). Maestría en Historia – PUCP (Lima – Perú). Miembro del Instituto Riva-Agüero, de la PUCP. Ha desarrollado consultorías para el Banco Mundial (BM) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Experto en sistemas de investigación académica y de áreas de desarrollo del conocimiento organizacional. Docente en la PUCP – Ingeniería Electrónica. Docente en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) – Estudios Profesionales para Ejecutivos (EPE) – Sistemas

Telf. 626 2000 – 4670 (Pontificia Universidad Católica del Perú)

**Cesar Lepage**

[pcsiclep@upc.edu.pe](mailto:pcsiclep@upc.edu.pe)

Maitrise d'Informatique - Universidad Scientifique et Medicale de Grenoble (Grenoble – Francia). Diplome d'Etudes Approfondies d'Informatique - Universidad Pierre et Marie Curie (Paris – Francia). Bachiller en Matemática, Especialidad Computación - Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) (Lima – Perú). Gerente de la Oficina de Proyectos - *Systems Support & Services* (Lima – Perú). Docente de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) – Estudios Profesionales para Ejecutivos - Sistemas

Telf. 611 6100 (*Systems Support & Services*)