



**Innovation in research and engineering education:
key factors for global competitiveness**

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:
factores claves para la competitividad global*

EL MODELO DE LAS ASIGNATURAS INTERACTIVAS, EL CASO INGENIERÍA INDUSTRIAL DEL INSTITUTO DE INGENIERÍA Y AGRONOMÍA DE LA UNAJ

J. Enrique Carrizo

**Universidad Nacional Arturo Jauretche
Buenos Aires, Argentina**

Resumen

En Argentina se están desarrollando estrategias innovadoras de carácter integral argumentadas en el concepto de inclusión y retención estudiantil en carreras denominadas estratégicas para el desarrollo endógeno del territorio y la región donde las ingenierías ocupan un papel fundamental.

Se abren interrogantes ¿cómo se avanza sobre el concepto de inclusión y retención estudiantil en carreras denominadas estratégicas para el desarrollo endógeno del territorio y la región donde las ingenierías ocupan un papel fundamental?, ¿Cómo sosteniendo y asegurando la calidad académica para muchos? Las respuestas conllevan articular una práctica social compleja pues esta situación problemática posee las características de los problemas cuasi estructurados con final abierto, en los cuales se pueden precisar algunas relaciones entre variables y su solución es situacional, es decir, debatibles según intereses y posiciones. La incertidumbre es dura y se traduce en una deficiente capacidad para predecir.

Partiendo de esa realidad compleja se propone el desarrollo un diseño curricular que involucra un modelo pedagógico innovador en estrategias para asumir el proceso de estudio aprendizaje y las relaciones áulicas. Se comienza en el 2011 un estudio de estilos de aprendizajes y su relación con los diseños curriculares basados en competencias arrojando resultados interesantes.

De la ecuación de Armando Rugarcía, se puede observar la tasa de ganancia del conocimiento respecto al tiempo y si los parámetros en términos de competencia no se modifican pero los procesos y procedimientos si lo hacen, entonces en el mismo tiempo, se puede abarcar mayor competencia. Se evidencia que la velocidad del cambio deriva del abandono de las viejas estructuras pedagógicas por otras innovadoras.

Se propone trabajar sobre tres ejes:

a) Competencias emprendedoras; b) Competencias de innovación, y c) Competencias antropeica y ecosistémicas

Cada eje involucra una serie de asignaturas las que en conjunto poseen áreas de superposición cognitiva y por ello presenta la oportunidad de implementar el modelo de asignaturas interactivas. Las áreas fomentan la interacción dinámica entre las asignaturas en función de las posiciones relativas que estas poseen dentro de la malla curricular y de las diferentes perspectivas cognitivas para la construcción del conocimiento, así una misma situación problemática es posible de ser retomado por otra asignatura del área pero no igual.

Palabras clave: modelo pedagógico; asignaturas interactivas; prácticas complejas

Abstract

Integral and Innovative strategies are being developed in Argentina, based on student inclusion and retention concepts within degree courses that are considered strategic for the inside regional development where engineering has a main role.

Here questions arise, how to advance on student inclusion and retention in degree courses that are strategic for the region's endogenic development where engineering has a main role? How to sustain and ensure academic quality for everybody? The answers imply the articulation of a complex social practice because this situation has the characteristics of "cuasi structured problems with open ending", in which it is possible to set some relationships between variables, and the resolution is situational, namely, debatable upon interests and points of view. Uncertainty is hard and results in a poor predicting ability.

With this complex reality in mind, we propose a curricular development that involves an educational model which is innovator in strategies to face the learning process and classroom relationships. We began in 2011 with a research around different learning styles and its relation with curricular designs based in competencies which showed interesting results.

Starting from Armando Rugarcía's equation

$$\frac{dG}{dt} = \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial A}{\partial t} \text{ Where } C = \text{Knowledge}; H = \text{ability y } A = \text{attitudes}$$

This equation shows the knowledge income rate regarding time and if the parameters of competencies are not modified but processes and procedures are, we can then obtain greater competencies in the same space of time. It becomes apparent that the speed of this change comes from the abandoning of old structures for innovative ones.

We propose working over three axes:

a) Entrepreneur competencies; b) Innovation competencies; and c) Antropeic and ecosystemic competencies

Each axis involves a series of subjects which, in the aggregate, has overlapping cognitive areas that represent an opportunity to implement the model of interactive subjects.

Those areas contribute to the dynamic interaction among subjects, regarding their relative position in the curricula and the different points of view used to build knowledge; so it is possible for one specific situation, to be addressed by another subject of the same area but not equal.

Keywords: pedagogical model; interactive courses; complex practices

1. Introducción

Se abren interrogantes ¿cómo se avanza sobre el concepto de inclusión y retención estudiantil en carreras denominadas estratégicas para el desarrollo endógeno del territorio y la región donde las ingenierías ocupan un papel fundamental?, ¿Cómo sosteniendo y asegurando la calidad académica para muchos? Las respuestas conllevan articular una práctica social compleja, pues esta problemática posee las características de los problemas cuasi estructurados con final abierto, en los cuales sólo se pueden precisar algunas relaciones entre variables, y su solución es situacional, debatibles según intereses y posiciones. En este tipo de problemas la incertidumbre es dura lo que se traduce en una deficiente capacidad para predecir.

1.1 Desarrollo de una apuesta

Partiendo de esa realidad compleja se propone el desarrollo un diseño curricular basado en competencias, involucrando un modelo pedagógico innovador en estrategias para asumir el proceso de estudio aprendizaje y las relaciones áulicas. “Se comienza en el 2011 un estudio de estilos de aprendizajes y su relación con los diseños curriculares basados en competencias” (Carrizo, 2012), el cual arroja resultados interesantes.

2. Hacia el modelo de las asignaturas interactivas

Sobre la base de los estudios mencionados se puede realizar una comparación entre dos cohortes de estudiantes de diferente universidad, la primera perteneciente al Instituto de Ingeniería de la UNAJ correspondiente al primer cuatrimestre del primer año y la segunda de la Facultad de Ingeniería de la UNLP, compuesta por estudiantes del quinto al noveno cuatrimestre. Para la selección de la muestra se utilizó un método probabilístico con un muestreo estratificado y se empleo el test de David Kolb (1984). Figura 1

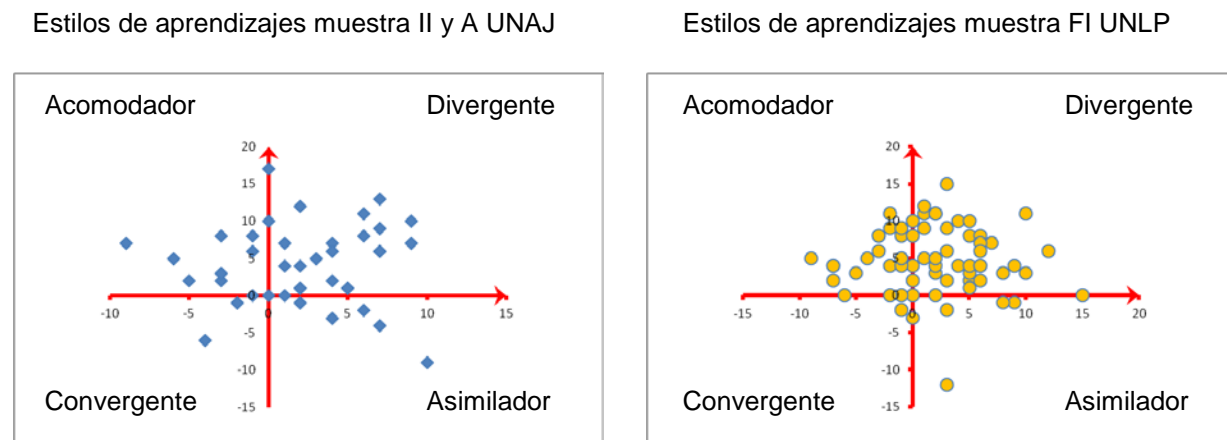


Figura 1: Muestra la dispersión de los resultados mencionados en las dos cohortes analizadas, Carrizo (2012).

Cada estilo de aprendizaje se asocia a diversos diseños metodológicos y estrategias pedagógicas basadas en las características y particularidades naturales de los propios estudiantes. Esto requiere un armado diferencial del portafolio del docente, pues para cada uno de estos estilos se observa:

a) El estudiante con estilo divergente posee su punto fuerte es la imaginación. Confronta situaciones desde múltiples perspectivas, son emotivos y les interesa la relación personal con amplitud cultural. Resultó el 51 % de la muestra estudiada.

b) El estilo acomodador por su parte alcanzó el 21,1% de la muestra en estudio, se caracteriza por la ejecución y la experimentación, son de arriesgar y se adapta a las circunstancias inmediatas. Si las teorías o programas no concuerdan con la realidad los deja de lado. Prefieren el trato personal pero son impacientes y por ello presionan.

c) Continúa el estilo asimilador con el 13,2%, este se basa en la creación de modelos teóricos, utiliza el razonamiento inductivo e integra las observaciones dispersas, suele estar más interesado en abstracciones que en las personas.

d) Por último se encuentra el estilo convergente con el 7,9%, su fuerte es la aplicación práctica de las ideas, sobresale en situaciones en que se buscan respuestas correctas. Se focaliza a través del razonamiento hipotético deductivo. Es poco emotivo y por ello prefiere tratar con cosas u objetos. Sus intereses son técnicos, muy concretos.

El análisis comparativo demuestra una dispersión semejante, pero la muestra de estudiantes de la FI – UNLP presenta una nube más compacta de puntos en torno al origen de coordenadas y en los dos cuadrantes superiores, lo cual puede inferirse debido a la ubicación avanzada de los estudiantes en el trayecto de formación. “Existe un herramental variado para cada estilo de aprendizaje que los docentes podrían aplicar”, (Gallego, D., Ongallo, C. 2004) y por motivos de extensión no serán mencionados en este trabajo.

2.1 Desarrollo del concepto

Partiendo de la ecuación de Armando Rugarcía, (citada en Martínez Cifuentes, et al. 2003)

$$\frac{dG}{dt} = \frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial A}{\partial t} \quad (1) \text{ Donde } C = \text{conocimiento; } H = \text{Habilidades y } A = \text{actitudes}$$

Cada una de sus componentes es una función en sí misma, la más conocida y descifrada es el conocimiento, las otras presentan ciertos grados de complejidad pues dependen entre otras cosas de:

H = fº (Prácticas contextuales; Grado de intervención; Vinculación al medio; Representatividad profesional)

A = fº (Distribución de responsabilidad; Promulgación del rol; Grado de compromiso; Valoración personal)

La ecuación (1) expresa la tasa de ganancia del conocimiento respecto al tiempo y si los componentes de la ganancia en términos de competencia no se modifican pero los procesos y procedimientos si lo hacen contextualmente, entonces en un mismo lapso de tiempo, se puede lograr mayor competencia. Si lo que interesa es la amplitud o la profundidad de los conceptos, se deberá lograr la internalización de los mismos en un lapso menor de tiempo. El parámetro tiempo es un valor preestablecido lo que impone una severa condición de borde.

Para lograr el propósito mencionado se deberá trabajar en la gestión del conocimiento como el aprender a aprender, basado en el desarrollo del juicio valorativo y la identificación de los parámetros críticos de éxito; “conjuntamente con el aprender a desaprender conceptualizado como el desafío metodológico de lo dado por cierto”, (Levy, 2007). En este sentido, se requiere nuevas estrategias y diseños pedagógicos que se instrumenten en el proceso áulico, lo cual pone en evidencia que la velocidad del cambio deriva en el abandono de las viejas estructuras pedagógicas por otras innovadoras.

Se plantea trabajar sobre los tres ejes siguientes:

- a) Competencias emprendedoras; b) Competencias de innovación, y c) Competencias antropológica y ecosistémicas

Cada eje involucra una serie de asignaturas las que en su conjunto poseen áreas de superposición cognitiva y por ello presenta la oportunidad de implementar el modelo de asignaturas interactivas como muestra la figura 2.

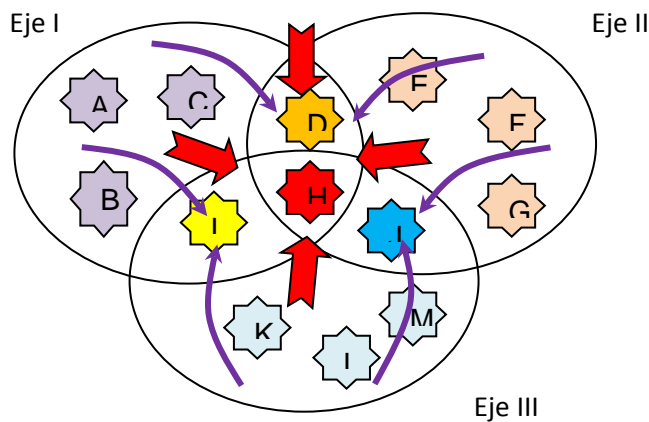


Figura 2: Interacción por áreas de conocimiento

Cada letra alude a una asignatura diferente, estas conforman las áreas del conocimiento las cuales fomentan la interacción dinámica entre sus asignaturas y entre diferentes áreas, dada las posiciones particulares que estas adoptan y en función de las diferentes perspectivas cognitivas implementadas para la construcción del conocimiento. Así una misma situación problemática o un mismo problema focal es posible de ser retomado por otra asignatura del área pero por ubicación en la malla curricular no de la misma manera, tal como sucede en los modelos tradicionales de enseñanza donde la repetencia de temas suele ser muy común.

Aquí se pretende focalizar desde diferentes ángulos y niveles de abstracción tal que se promueva la experimentación activa - la observación reflexiva - la conceptualización abstracta y la experimentación concreta según el modelo de aprendizaje experiencial de David Kolb (1984). Dentro de una variedad de metodologías posibles el aprendizaje basado en problemas o ABP resulta muy adecuada. Pues presenta un marco de trabajo que tracciona hacia técnicas del aprendizaje del tipo colaborativo y solidario entre quienes lo realizan.

Dentro del aprendizaje basado en problemas o ABP, (Duch et al 2006), es necesario contar con cuadros docentes no solo desde las áreas del conocimiento, sino también desde el desarrollo de habilidades,

destrezas y valores con actitudes proactivas. Pues el conocimiento como fin en sí mismo no es argumento válido, pero si como plataforma del cambio dinámico. Lo anterior requiere de la preparación de docentes con espíritu crítico, creatividad, razonamiento y ejecutividad para interactuar dentro de su área y fuera de ella, aportando el común denominador que no es solo conocimiento sino las otras componentes de la ecuación (1).

3. El diseño de intervenciones pedagógicas transversales

El modelo propuesto posibilita el diseño metodológico y estrategias pedagógicas de aplicación simultánea y otras de tipo cronológica, según se conforme el núcleo de asignaturas de una cierta área del conocimiento. De esta manera la simultaneidad o cronología permite abordar desde la perspectiva de cada asignatura:

- a) Análisis del proceso de la toma de decisión para una misma situación problemática
- b) Un cierto elemento u objeto de estudio y su operacionalización conceptual
- c) Diseños analíticos involucrados por ejemplo en un proceso de innovación tecnológica para bienes y/o servicios, entre otros.

a) El análisis del proceso de la toma de decisión para una misma situación problemática podría configurarse como de nivel estratégico dentro de una práctica social compleja, la que produce emergentes sistémicos que a priori sería imposible establecer por lo dinámico del proceso y su carácter reflexivo. Luego esta intervención desde la perspectiva de las diferentes asignaturas puede constituir aportes enriquecedores tanto por la amplitud de conceptos como por la profundidad que sobre la problemática se practica.

Si se diera entonces el caso de la simultaneidad prevalece la amplitud conceptual y si el fenómeno fuese cronológico lo sería la profundidad conceptual.

Ejemplo de aplicación

Elaboración de escenarios para la aplicabilidad de la ingeniería en un problema de empleo local y/o regional.

Para ese propósito y según Bertotto (2002) los escenarios son imágenes de la realidad en un momento futuro, obtenidas a partir de la evolución posible de las diferentes variables que sean escogidas, conforme al análisis realizado de la situación local y/o regional. Luego el objetivo de la construcción de escenarios es ofrecer a la dirección de los Sistemas Sociotécnicos Complejos herramientas para el proceso de la toma de decisión respecto al empleo de su poder, involucrando todos los conflictos que el uso del poder conlleva.

De acuerdo a Levy (2007) la elaboración de escenarios como proceso requiere:

- a₁) Identificar los actores intervinientes en la situación problemática dada
- a₂) Definir los intereses propios y ajenos en relación directa al problema focal
- a₃) Relacionar intereses, es decir hasta donde el sistema posee capacidad de síntesis para armonizar los intereses contrapuestos a fin de lograr la cooperación entre actores
- a₄) Atribuir poder, asignar y dosificar recursos, medios y posicionar las fuerzas disponibles.
- a₅) Finalmente y a modo de refinar el trabajo se deberá tener en cuenta el sistema de alianzas las que pendularan entre cooperación y competencia.

La consecución de los pasos anteriores en diferentes asignaturas permite, la formación, adquisición o mejora de competencias que el estudiante ya posee en un nivel inferior de desarrollo. Además de otro conjunto de las mismas, puesto que el proceso metacognitivo seguramente hará reflexionar sobre muchas

otras que en forma simultánea se estarán trabajando junto a las competencias focales que se haya propuesto asumir.

Una vez elaborados los tres escenarios en torno a la aplicabilidad de la Ingeniería en el contexto local a fin de trabajar sobre el problema focal, se procederá a la confección de un informe que reporte de manera sintética los aspectos trabajados de acuerdo a un formato dado para la presentación de informes.

Cada vez que el caso se resuelve de manera simultánea se posibilita ampliar conceptualmente los alcances e implicancias asociadas.

Dentro del grupo de asignaturas posibles para esta experiencia se encuentran:

- Gestión del riesgo empresarial
- Ingeniería Social
- Formulación de proyectos mediante la metodología del marco lógico
- Ingeniería legal
- Gestión de los recursos humanos
- Administración general

b) Un cierto elemento u objeto de estudio y su operacionalización conceptual

Si el proceso áulico se focaliza sobre un elemento u objeto de estudio este presentaría a cada asignatura una oportunidad para trabajarlo según los esquemas conceptuales que intervengan, esto posibilita que cada producto emergente sea un insumo para la próxima asignatura., como por ejemplo un bloque de cuatro asignaturas tales como: Taller de Ingeniería, Sistemas de Representación, Matemática y Taller de lectura y escritura, todas del primer cuatrimestre del primer año de la carrera Ingeniería Industrial del Instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ.

Ejemplo de aplicación

Primera fase: la experiencia comienza con la asignatura denominada taller de ingeniería, en esta el estudiante entra en contacto con una pieza u objeto de análisis, realiza sobre la misma diferentes mediciones, peso, volumen y obtiene otras características físicas, tales como rugosidad, dureza y visualiza su terminación superficial.

Segunda fase: con los parámetros obtenidos en la primera fase se continua en la asignatura sistemas de representación, a fin de graficar mediante CAD el objeto en estudio utilizando las diferentes vistas, cortes y perspectivas más usuales.

Tercera fase: será en la asignatura matemática donde el estudiante realizara los cálculos de cierta complejidad para esta etapa del trayecto de su formación, con el propósito de obtener analíticamente entre otras función que se aproxima mejor, y cuáles son los valores que esta arroja en comparación de los obtenidos por procesos de medición directa o indirecta, de manera tal de compatibilizar los procesos prácticos con los teóricos de gabinete.

Cuarta fase: finalmente en la asignatura taller de lectura y escritura el estudiante desarrollara un breve informe sobre la experiencia concreta realizada a fin de establecer un análisis reflexivo que constituya un anclaje para la sistematización del proceso de estudio aprendizaje.

Los ejemplos dados se pueden ubicar tanto en el primer tramo del trayecto de formación como en el superior, no obstante eso, al desplazarse hacia los tramos superiores, las estrategias didácticas deben ser congruentes con dicho avance y de esta manera requerir de los diseños diferenciales del portafolio docente, caso contrario el efecto puede no ser favorable y derivar en el desinterés del estudiantado.

El caso c) no ha sido desarrollado aún, pues este año recién comienza el dictado del tercer año del trayecto de formación. Dado su carácter complejo se requiere posicionarlo sobre el ciclo superior del plan de estudio, a fin de contar con una mayor destreza cognitiva por parte de los estudiantes, que incida favorablemente respecto a los objetivos y alcances delineados en cada experiencia. Un conjunto de asignaturas posibles del plan de estudio apropiadas pueden ser:

- Sistemas integrados de manufacturas
- Instalaciones Industriales
- Diseño y optimización de operaciones
- Creatividad e innovación tecnológica
- Gestión de la tecnología y la innovación
- Políticas científicas y tecnológicas, herramientas y mecanismos de apoyo a la innovación
- Formulación integral de proyectos, entre otras.

4. Comentarios finales

Si bien las experiencias son recientes, las evaluaciones y sus resultados muestran un índice favorable en cuanto a retención y contención de estudiantes. De igual manera la participación y el involucramiento en los procesos áulicos por parte de ellos, posibilita la interacción como pares dentro de los equipos de trabajo conformados.

Por otra parte la formación del ingeniero basada en competencias y la aplicación de metodologías como el ABP, o por proyectos, requiere del acompañamiento de un plantel docente versátil y dispuesto a aceptar el desafío. Pues todo cambio tecnológico en sus etapas iniciales demanda una mayor inversión de recursos, pero con el tiempo logran no solo la optimización de los mismos sino, y lo que es mucho más importante, la calidad de los profesionales formados.

El modelo de las asignaturas interactivas es posible si se comprende el alcance y las implicancias que este propone, se acepten de manera natural los desafíos que implica trabajar en áreas del conocimiento propias y ajenas, y se tracciona sobre cambios paradigmáticos al dejar la zona de confort que se ha construido a lo largo de los años en el ámbito de desarrollo profesional en general y académico en particular.

5. Referencias

- Carrizo, E. (2012). Los Estilos de Aprendizajes y su Relación con el Diseño Curricular basado en Competencias: Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Arturo Jauretche. V Simposio Internacional de Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias. Carabobo, pp 736 – 746.
- Kolb, D. (1984). *Experiencial Learning. Experience as the source of learning and development.* Prentice Hall, Englewood Cliffs.

- Gallego, D., Ongallo, C. (2004). Conocimiento y Gestión, la gestión del conocimiento para la mejora de las personas y las organizaciones. Madrid. Ed. Pearson Education S. A.
- Martínez Cifuentes, V., Alonso Dávila P., López Toledo, J., Salado Carbajal, M., Rocha Uribe, J. (2003). Simulación de Procesos en Ingeniería Química. México. Ed. P y V S. A.
- Levy, Alberto. (2007). Estrategia cognición y poder. Buenos Aires. Ed. Granica. S. A.
- Barbara J. Duch, Susan E Groh, Deborah E. Allen. (2006). El poder del aprendizaje basado en problemas: una guía práctica para la enseñanza universitaria. Ed. Pontificia Universidad Católica del Perú. Vicerrectorado Académico.
- Bertto, J., (2002). La formación del conductor estratégico. Ed. Centro de estudios estratégicos. Buenos Aires.

6. Sobre los autores

- **J. Enrique Carrizo**, Ingeniero en Construcciones, Profesor titular, Director del Instituto de Ingeniería y Agronomía de la UNAJ.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)