

# Ingenierías y Tecnología

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE PENSAMIENTO COMPLEJO Y COMPETENCIAS

# Estrategias para el desarrollo de competencias y pensamiento complejo en el aula en asignaturas del área de ingenierías

*Ordóñez Plata, G.<sup>1</sup> y Verdejo París, P.<sup>2</sup> (Coords.), Cordero Esquivel, C.M.<sup>3</sup>, Guerra, V.<sup>4</sup>, Hernández Limón, C.<sup>5</sup>, Martins, M.J.<sup>6</sup>, Mata Gonçalves, J.L.<sup>7</sup>, Mazón González, I.<sup>8</sup>, Raichman de Mirasso, S.R.<sup>9</sup>, Rocha Uribe, J.A.<sup>10</sup>, Rodríguez Orozco, N.<sup>11</sup>, Totter, E.<sup>12</sup>, Velasco, M.I.<sup>13</sup>*

## INTRODUCCIÓN

---

**L**a propuesta de innovación pedagógica está siendo implementada en diversas asignaturas de los ciclos de formación profesional de programas de ingeniería.

El propósito que se busca con las intervenciones es mejorar las competencias cognitivas, actitudinales y axiológicas de los estudiantes para que logren el máximo aprovechamiento de las asignaturas, utilizando para ello estrategias pedagógicas conducentes al logro de aprendizajes significativos, buscando el desarrollo del pensamiento complejo.

---

<sup>1</sup> Universidad Industrial de Santander, Colombia.

<sup>2</sup> Aseguramiento de la Calidad en la Educación y en el Trabajo, S.C., México.

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica.

<sup>4</sup> Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal.

<sup>5</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<sup>6</sup> Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal.

<sup>7</sup> Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal.

<sup>8</sup> Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

<sup>9</sup> Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

<sup>10</sup> Universidad Autónoma de Yucatán, México.

<sup>11</sup> Universidad Veracruzana, México.

<sup>12</sup> Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.

<sup>13</sup> Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Este documento se ha organizado de la siguiente forma: Inicialmente se hace una descripción de los ejes temáticos que fundamentan la estructuración de las diversas propuestas de los profesores participantes en el proyecto Innova Cesal, posteriormente se describen las estrategias de enseñanza y de aprendizaje utilizadas por los profesores y se presenta una síntesis de las intervenciones realizadas en cada una de sus universidades.

## MARCOS DE REFERENCIA

---

La estructuración propuesta en los diferentes trabajos busca modificar el proceso que regularmente es realizado en un aula de clase para lograr el desarrollo de competencias y pensamiento complejo de los estudiantes.

La reformulación de las estrategias docentes bajo el enfoque del pensamiento complejo consiste en revisar aquellas que ya hemos utilizado como son: el aprendizaje basado en problemas, los casos, las tareas, entre otros, para incluir aquellos aspectos que representan la complejidad de la realidad.

Para el desarrollo de tareas de aprendizaje que representen la complejidad de la realidad es necesario considerar los factores que influyen en la resolución del problema y las implicaciones de las diferentes alternativas de solución. Por ejemplo, cuando se describe en el perfil de egreso un comportamiento ético con responsabilidad social del egresado, significa que durante su aprendizaje el estudiante tuvo la oportunidad de enfrentar situaciones y tomar decisiones considerando esos aspectos.

De forma operativa, la complejidad se incluye en algunos proyectos cuando se valoran las soluciones que pueden ser técnicamente óptimas y eficaces bajo otros factores que pueden ser económicos o sociales. En algunos casos las soluciones técnicamente correctas no siempre son las económicamente viables o socialmente aceptables.

No todas las asignaturas, planteadas desde el enfoque disciplinar, se diseñan con espacios para considerar los factores éticos, sociales y económicos. Una alternativa de mostrar a los alumnos las situaciones, contextos y el alcance de los aprendizajes de este tipo de asignaturas es ejemplificar con problemas que

requieren de estos contenidos para argumentar o sustentar la aplicación de criterios para su resolución. Otra alternativa, es conjuntar varias asignaturas para incorporar estos aspectos en problemas integradores, pero para esto es necesario adecuar el diseño curricular del programa educativo y un trabajo colaborativo entre docentes de diferentes asignaturas.

El replanteamiento de la enseñanza para enfatizar el desarrollo de competencias y de un aprendizaje complejo busca que los alumnos tengan capacidad para desempeñarse profesionalmente, en ambientes interdisciplinarios y, al mismo tiempo, puedan enfrentar la incertidumbre desde una formación crítica y creativa. Se basa en enfrentar a los alumnos en las aulas y en los espacios de enseñanza aprendizaje con el tipo de problemas y situaciones propios de su ejercicio profesional futuro, al mismo tiempo que se plantean nuevas situaciones o escenarios emergentes interdisciplinarios.

A continuación se realiza una síntesis de las diversas propuestas metodológicas bajo las cuales se estructuran las diferentes estrategias de intervención en el aula de los docentes que participan en el área de Ingenierías y Tecnologías.

## **Formación basada en competencias**

Aunque hay múltiples definiciones de competencias, hay un acuerdo básico de que la competencia se puede definir como la capacidad de resolver un problema específico o tarea de la profesión con una calidad o estándar, que requiere la integración y aplicación de conocimientos, actitudes y habilidades.

Un enfoque para la identificación de competencias es el análisis funcional que permite identificar los conocimientos y procedimientos que un estudiante debe desarrollar en su proceso de formación a través de una asignatura (Duarte, Ordóñez, Giraldo, Ramírez y Verjel, 2006) y se realiza llevando a cabo las etapas de: selección de contenidos temáticos generales, planteamiento de los saberes, relación propósitos – contenidos, estructuración modular y planeación curricular.

El análisis funcional holístico por tareas permite definir competencias y subcompetencias necesarias para llevar a cabo la tarea e integra en la definición la acción a desarrollar, la condición de ejecución y la calidad del desempeño (Verdejo, 2006). Esto da como resultado un conjunto de tareas que los alumnos deberán aprender a ejecutar de forma progresiva y gradual en complejidad y dificultad.

Una vez que se han definido las competencias y aprendizajes complejos a lograr, es necesario diseñar el proceso de enseñanza – aprendizaje para su desarrollo y logro.

La investigación educativa ha propuesto que el aprendizaje complejo y las competencias se logran cuando los estudiantes se enfrentan a situaciones que requieren la aplicación de las mismas. Diversos autores han propuesto y demostrado la importancia de trabajar con problemas, casos, proyectos y tareas integradoras. Por ejemplo, está la propuesta metodológica iniciada en la Universidad de McMaster, Ontario, Canadá, que introduce el aprendizaje basado en problemas (PBL por sus siglas en inglés) en 1969 en la escuela de Medicina. Su propósito era mejorar la calidad de la educación médica, para transformar el curriculum de un conjunto de temas hacia una organización alrededor de problemas de la vida real que requiere la integración de diferentes áreas del conocimiento para solucionar los problemas. Es un enfoque instruccional y curricular centrado en el estudiante que favorece que ellos investiguen, integren la teoría con la práctica, apliquen sus conocimientos, habilidades y actitudes para desarrollar una solución para un problema específico.

Sin embargo, esta propuesta se ha complementado con las aportaciones que han hecho diferentes investigadores sobre diseño instruccional, como son: Robert M. Gagné que muestra la importancia de motivar a los estudiantes, informar los objetivos de aprendizaje, recuperar los aprendizajes previos, presentar los contenidos, proporcionar guías de aprendizaje, practicar la aplicación o ejecución, proporcionar retroalimentación, evaluar el desempeño y promover la retención y transferencia; M. David Merrill que enfatiza que el aprendizaje se logra con la resolución de problemas de la vida real, cuando los aprendizajes previos se activan para generar nuevo conocimiento y aprendizaje, cuando se le demuestran al estudiante nuevos aprendizajes, cuando el estudiante puede aplicar el nuevo conocimiento y aprendizaje, cuando el estudiante puede integrar los conocimientos y aprendizajes nuevos en su mundo real; Jerome van Merriënboer que propone un modelo de Diseño Instruccional de Cuatro Componentes, para el aula y el currículo que enfatiza el diseño deliberado, de complejidad creciente y con apoyo gradual de tareas de la vida real, que integran información teórica y procedimental, y la práctica de parte de las tareas.

## Procesos de mediación pedagógica

Por otro lado, la estructuración curricular bajo el enfoque de competencias requiere de estrategias pedagógicas que tengan en cuenta las características individuales (estilos cognitivos) de los docentes.

Una estrategia metodológica propuesta para el desarrollo de las actividades de las asignaturas es la Experiencia de Aprendizaje Mediado (EAM), fundamentada en la Modificabilidad Cognitiva (MC) que se define como: “el cambio estructural en los patrones de desarrollo cognitivo que determina el curso del desarrollo individual. Es inherente al propio organismo e independiente de la serie de cambios maduracionales, específicos y reactivos ante determinados estímulos que el desarrollo humano sufre en el curso de la vida. Por lo tanto, no tiene que ver con la evolución biológica y no es predecible, es un fenómeno que corresponde a la propensión natural del ser humano a adaptarse (no a someterse) y a recrear su realidad” (López de Maturana, 2009). Para lograr la Modificabilidad Cognitiva es necesaria la intervención intencional del mediador, quien es el encargado de hacer a la persona más sensible a las fuentes internas y externas de estimulación.

Los aspectos fundamentales a tener en cuenta en un proceso de mediación son los siguientes:

- La modificabilidad del profesor para creer que todos sus alumnos tienen la capacidad de aprender y que sólo basta descubrirla y desarrollarla.
- La generación de ambientes de confianza (activo-modificantes) y optimismo en el aula.
- El conocimiento de los estilos de aprendizaje de los estudiantes.
- El desarrollo de las funciones cognitivas deficientes de los estudiantes una vez detectadas.
- Dar al estudiante el protagonismo del aprendizaje.
- La adecuación del nivel de complejidad del funcionamiento cognitivo del estudiante, dependiendo de la ubicación de la asignatura en la malla curricular del programa.
- Ser un mediador intencional, significativo y trascendente.

El aprendizaje mediado subraya la interacción social entre el maestro y el estudiante para enriquecer la experiencia de aprendizaje. L. Vigotsky sugiere tres clases de mediación: herramientas materiales, herramientas psicológicas y la interacción con otras personas. Las herramientas psicológicas presuponen el uso

colectivo de las herramientas materiales, la comunicación interpersonal y la representación simbólica. Vigotsky creía que “uno podría decir que sólo a través de otro podemos llegar a ser nosotros mismos, esta regla aplica para cada función psicológica como para la personalidad como un todo” (Vigotsky, 1983, p.144).

El mediador ayuda al estudiante a “enmarcar, filtrar y programar el estímulo” (Feuerstein, 1991) e influye en las formas en las que el conocimiento ocurre en la mente del estudiante. La mediación asume que la enseñanza va más allá de proporcionar información. La experiencia de aprendizaje mediado (MLE por sus siglas en inglés) de acuerdo con Feuerstein es visto de forma amplia como la interacción entre los seres humanos y su ambiente sociocultural. En concreto, se refiere a la experiencia que influye en la propensión del estudiante para aprender. Los tres criterios que constituyen la MLE son: mediación de la intencionalidad y reciprocidad, mediación de la trascendencia y mediación del significado. Adicionalmente menciona nueve criterios que pueden convertir una interacción en una experiencia de mediación: mediación del sentimiento de competencia; mediación de la regulación y control del comportamiento; mediación de compartir el desempeño; mediación de la individualización y diferenciación psicológica; mediación del sentimiento de búsqueda de propósito; determinación del propósito, planeación y logro de los propósitos; mediación para el reto; búsqueda de novedad y complejidad; mediación de la conciencia de ser humano como una entidad cambiante; mediación de la búsqueda de alternativas optimistas y mediación del sentimiento de pertenencia.

En la mediación de significado, Feuerstein (1991) encuentra el generador de los comportamientos emocionales, motivacionales, actitudinales y orientados en valores; tiene que ver con el por qué, para qué y otras razones por las cuales algo debe suceder o hacerse.

## **Estrategia de aprendizaje basado en problemas**

El aprendizaje basado en problemas es una de las estrategias más utilizadas para integrar conocimientos, habilidades y actitudes y desarrollar y transferir habilidades para la resolución de problemas. Una de las contribuciones más importante para esta estrategia es la heurística de McMaster para resolver problemas que se resume en seis pasos: comprometerse, definir, explorar, planear, hacerlo y evaluar. Esta propuesta, además, enfatiza el desarrollo del aprendizaje de habilidades de grupo, la proposición de alternativas y presentaciones.



Los alumnos se enfrentan a la búsqueda de alternativas de solución y del sustento teórico para ello. El aprendizaje basado en problemas permite que los alumnos descubran por sí mismos las relaciones de la teoría con la situación problemática propuesta y el profesor coordina, aclara y enfatiza los aspectos importantes de estas relaciones. El reto de resolver un problema y las dificultades que van sorteando fortalece el aprendizaje, la participación y el liderazgo de los equipos.

El diseño de una asignatura con esta estrategia permite cubrir todos los temas teóricos a través de su aplicación práctica.

El aprendizaje basado en problemas incluye varias fases:

- *Planteamiento del problema.* El problema es planteado por el profesor y discutido con los estudiantes. Se da un plazo de para concluir dicho trabajo.
- *Apropiación del problema.* El problema es abierto, puede ser resuelto mediante diferentes abordajes y los estudiantes deben hacer suposiciones, selección de parámetros que deben justificar. La aplicación de criterios independientes lleva a soluciones diferentes.
- *Programación del trabajo.* Los estudiantes se pueden organizar en grupos para investigar los aspectos teóricos que sustentan la solución del problema y resolverlo con las herramientas y técnicas apropiadas para el problema.
- *Solución del problema.* La solución incluye la evaluación y discusión sobre los resultados obtenidos, que se comparan con criterios previamente determinados y comunicados a los estudiantes.
- *Elaboración de un informe,* que puede ser presentado de forma individual o en grupo. Generalmente se incluyen las siguientes secciones: introducción, objetivos generales y específicos, planteamiento del problema y metodología de solución, resultados obtenidos y su discusión, conclusiones y recomendaciones, bibliografía.
- *Presentación de resultados al grupo.*

El propósito es que los estudiantes potencien la competencia del trabajo en grupo, de forma que puedan aclarar sus dudas en su propio lenguaje, que ellos mismos sean sus propias guías en el grupo y que interioricen la materia estudiada. También se propicia la competencia de exponer en público los resultados, defenderlos y discutirlos y presentarlos en forma escrita tal y como se acostumbra en un informe de investigación.

Con este tipo de estrategia se promueve:

- El aprendizaje de conocimientos en los temas abordados en el curso, su integración con la temática general y su aplicación a casos particulares de problemas de ingeniería.
- La competencia de trabajo en grupo y presentación escrita de los resultados de la investigación.
- La competencia de exposición oral, defensa de resultados y diálogo en público.

El aprendizaje basado en problemas bajo el enfoque de la complejidad puede reformularse considerando las implicaciones de las soluciones en los contextos sociales, económicos, ambientales y éticos. Se incluyen, en la defensa de los resultados, los argumentos y los criterios para seleccionar la mejor alternativa.

## **Estrategia de aprendizaje colaborativo**

La estrategia del aprendizaje colaborativo favorece el desarrollo de habilidades, no sólo en el campo específico de la asignatura, sino también en el campo ético (responsabilidad y solidaridad), comunicativo (debates, sustentación y argumentación), emocional (interdependencia positiva, interacción conducente a resultados, apoyo, ayuda mutua, superación de debilidades, logro de resultados, etc.) y actitudinal (compartir conocimientos, mejoramiento continuo, autoevaluación permanente, etc.).

Para que una metodología adquiera la connotación de colaborativa es esencial que se cumplan cinco principios básicos [Johnson et al, 91], [Johnson et al, 99]:

- El primer principio es la interdependencia positiva, considerada como la estrategia en la que los estudiantes asimilen que están entrelazados con otros en el sentido en que si algún miembro del grupo sale perjudicado, el grupo sale perjudicado y si cada miembro del grupo supera un objetivo es una superación de todo el grupo, esto es, o todos ganan o todos pierden.

- El segundo principio es que se promueve la interacción cara a cara entre estudiantes. Esta interacción cara a cara se da cuando los estudiantes entre sí se ayudan, se asisten, se motivan y se colaboran en los esfuerzos de cada uno por aprender. Los estudiantes pueden promover el aprendizaje de cada uno de los demás por medio de explicación oral acerca de cómo resolver problemas, discutiendo entre sí la naturaleza de los conceptos y estrategias aprendidas, compartiendo sus conocimientos y explicando las conexiones entre el aprendizaje pasado y el presente.
- El tercer principio es la responsabilidad individual, ejercida cuando se evalúa el desempeño de cada miembro del grupo y los resultados obtenidos permiten realimentar al grupo y al mismo individuo. Es fundamental que los miembros del grupo conozcan quienes requieren mayor asistencia para completar la labor asignada y que no puedan perjudicar el trabajo de los otros. Un método común de estructurar la responsabilidad individual consiste en asignar tareas al grupo o una tarea individual a cada estudiante y seleccionar aleatoriamente a un estudiante para que represente los esfuerzos de todo el grupo.
- El cuarto principio es la formación social, los grupos no pueden funcionar efectivamente si los estudiantes no tienen o ejercen el liderazgo, la toma de decisiones, construcción de verdades, la comunicación y el manejo de conflictos. Estos elementos de formación deben tomarse completamente como propósitos académicos.
- El quinto principio lo constituye el proceso grupal, determinado por el aseguramiento de que los grupos trabajen como tal alcanzando sus metas y manteniendo una relación efectiva de trabajo entre sus miembros.

## **Incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y de aprendizaje**

Con la incursión de las tecnologías de información y comunicación en los programas de formación se ha planteado la transformación de una formación basada en contenidos hacia conceptos de amplio espectro y de fortalecimiento de principios básicos, lo cual requiere de nuevas estrategias pedagógicas para el proceso de aprendizaje.

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) aportan a la implementación de una educación de tercera generación apoyada en el uso de nuevos métodos, técnicas, estrategias y medios para una formación integral. Las TIC ofrecen herramientas y recursos a través de objetos de aprendizaje, que constituyen un entorno propicio para el aprendizaje colaborativo y potencian el desarrollo de actitudes de autoformación y habilidades de búsqueda, selección, valoración y organización de la información. Las instituciones de formación están utilizando estas tecnologías como recurso didáctico para el desarrollo de los contenidos de cada asignatura, y como herramienta para flexibilizar los entornos de enseñanza-aprendizaje.

En la actividad pedagógica, las Tecnologías de Información y Comunicación ofrecen un amplio espectro de recursos, que buscan facilitar el aprendizaje significativo y personalizado de conceptos complejos así como la construcción y confrontación de conocimientos, en ambientes interactivos y dinámicos, altamente llamativos.

Según Rosenberg, existen tres criterios a tener en cuenta para lograr procesos de aprendizaje en la red:

- Que se realice en red, lo que permite actualización, almacenaje, recuperación y distribución inmediata de contenidos y de información.
- Que se haga llegar al docente a través de un computador utilizando estándares tecnológicos de Internet.
- Que esté centrado en la más amplia visión de soluciones de aprendizaje que vayan más allá de los paradigmas tradicionales de la formación.

La incorporación de las TIC a los procesos de enseñanza y de aprendizaje permiten entre otras las siguientes actividades:

- Establecimiento de una vía de comunicación permanente con los estudiantes a través de una plataforma virtual.
- Desarrollo de materiales de soporte de las asignaturas por parte de los docentes y su ubicación en una plataforma.
- Revisión de herramientas de soporte para el proceso de aprendizaje desarrolladas en otras universidades para su utilización en línea por parte del estudiante.
- Desarrollo de objetos de aprendizaje para entornos virtuales que le permitan a los estudiantes realizar actividades de aprendizaje en línea sin la presencia de los docentes.

- Diseño de sistemas de autoevaluación y evaluación en línea.
- Diseño de materiales y herramientas para el estudio independiente de alumnos con diferentes niveles de aprendizaje.
- Disposición de alternativas para un aprendizaje flexible en tiempo y ruta.

## **Modelo pedagógico de estrategias virtuales y presenciales**

Las nuevas tecnologías de información y comunicación brindan la oportunidad de realizar mejoras en las estrategias tradicionales aumentando la calidad del aprendizaje significativo de los estudiantes.

El modelo combina componentes presenciales y virtuales adecuadamente articulados. Implica la búsqueda de nuevos ambientes instruccionales, distintos del aula tradicional, pero en complementariedad con la misma. Los nuevos espacios de aprendizaje dan lugar a un incremento en la variedad de actividades y de canales de información disponibles, aumentando la posibilidad de interacción con un problema determinado. Se tienden puentes hacia una cultura de respeto por el propio estilo y ritmo de estudio del alumno, permitiendo que el mismo establezca un nuevo diálogo interior que enriquezca su sistema cognitivo y potencie el aprendizaje significativo.

Para favorecer el aprendizaje complejo e implementar el modelo pedagógico, se llevan a cabo las siguientes acciones:

- Definir las intenciones educativas específicas de cada modalidad.
- Jerarquizar y seleccionar los contenidos y el material a mediar pedagógicamente.
- Diseñar, elaborar y planificar las distintas actividades específicas de cada modalidad, las que se deben relacionar entre sí de una forma equilibrada y coherente con la propuesta global, para desarrollar capacidades comunicacionales y de trabajo en equipo.
- Revisar la apropiada articulación entre las modalidades en cuanto a: cantidad y calidad de las actividades, tiempos disponibles, cronogramas factibles de trabajo para docentes y alumnos, proceso de evaluación coherente con las estrategias didácticas, criterios de evaluación claros y pertinentes y aplicaciones motivadoras a la práctica profesional.

La componente presencial consta de clases teórico – prácticas y aulas – taller, en donde se resuelven y demuestran ejercicios y problemas. La modalidad virtual se basa en la presentación de contenidos teóricos, el uso de herramientas computacionales interactivas y actividades diseñadas para el modelo, que permiten la comprensión, visualización, exploración y reflexión.

## **Diseño instruccional**

El diseño instruccional ayuda al profesor a reflexionar sobre los elementos que se requiere integrar para el desarrollo de competencias y de un aprendizaje complejo. Sin embargo, es necesario complementar el diseño con la programación de acciones y actividades, identificación de responsables, calendarización y diseño de los elementos de seguimiento, observación y retroalimentación oportunos que permitan corregir, reforzar o continuar con el plan de trabajo diseñado y la identificación de indicadores que muestren el logro de los objetivos.

Las técnicas más conocidas son las que se aplican al proceso de planeación y administración de proyectos, que se pueden trasladar al proyecto educativo como procesos de enseñanza – aprendizaje.

Se pueden mencionar los trabajos de Michel Fiol y Daniel Michel, profesores de la HEC, París, sobre gestión y metodologías para integrar objetivos, variables de acción y responsables, asegurando el cumplimiento y contribución de los objetivos individuales al logro de los objetivos generales. Los fundamentos son la necesidad de cohesión en los propósitos de los participantes en el proyecto y coherencia en las acciones individuales, colectivas e integrales del proyecto. La aplicación de estas metodologías en los procesos de enseñanza - aprendizaje promueve la profesionalización del proceso y un adecuado seguimiento para alcanzar los objetivos de aprendizaje en los estudiantes. La revisión de la coherencia horizontal, entre compañeros, y la coherencia vertical, hacia el logro general integrando el trabajo individual, es una forma de desarrollar la competencia del trabajo colaborativo en proyectos.

Por otro lado, también están las técnicas y métodos de trabajo de las Normas ISO 9001 sobre calidad que ayudan a identificar dimensiones sobre la calidad de la educación: eficacia, pertinencia de los contenidos curriculares y adecuación de los procesos. Promueve la adopción de un enfoque basado en procesos para desarrollar, implementar y mejorar la eficiencia de un Sistema de Gestión de la Ca-

lidad para aumentar la satisfacción de los estudiantes mediante el cumplimiento de sus requisitos, necesidades y expectativas. Se basa en un enfoque de procesos que considera la planeación, organización, control y evaluación; la especificación de criterios de calidad y la documentación.

## **ESTRATEGIAS GENERALES**

---

En este apartado se presenta un resumen de las diversas estrategias utilizadas por los docentes en sus instituciones, realizando una síntesis de los resultados obtenidos en el proceso de aplicación.

### **Estrategia 1. Enfoque de formación basada en competencias.**

Las competencias y el aprendizaje complejo se enseñan y se evalúan integrando conocimientos, habilidades y actitudes en estrategias y procedimientos para la resolución de tareas o problemas complejos. El análisis de las competencias lleva a su descomposición en otras subcompetencias que son necesarias para lograr la competencia integrada. En los diseños de cursos basados en competencias es necesario identificar la competencia y subcompetencias que se espera que adquieran los estudiantes al término del proceso de enseñanza – aprendizaje en el curso.

La formación basada en competencias requiere del diseño de tareas o proyectos que supongan la ejecución de las competencias que se busca que adquieran los estudiantes. Sin embargo, la experiencia y la investigación educativa han mostrado que el aprendizaje se da en forma gradual, partiendo del estado de conocimiento del sujeto, para ir incrementando tanto la complejidad y dificultad de la tarea como el apoyo que se ofrece al estudiante. El diseño de las actividades de enseñanza – aprendizaje es un trabajo deliberadamente organizado en donde se programa el momento adecuado para proporcionar o investigar la información teórica, las estrategias para utilizarlo para resolver problemas, la información procedimental y la práctica necesaria de los procedimientos, antes de trabajar con tareas integradoras para el aprendizaje de competencias y aprendizaje complejo. Se diseña la secuencia de las tareas de aprendizaje para graduar su complejidad y el apoyo que se da al estudiante. Cada tarea deberá diseñarse para lograr cier-

tos objetivos específicos de tal forma que se puedan obtener las evidencias del desempeño que deberán observarse y evaluarse bajo los criterios de evaluación previamente descritos.

Como ejemplo de esta estrategia se presenta el trabajo de Nereida Rodríguez que muestra el diseño de su curso por tareas complejas y los resultados obtenidos en comparación con un diseño por temas.

## **El aprendizaje de la Contabilidad Agropecuaria a través de la realización de tareas complejas.**

**Universidad Veracruzana, México.**

**Nereida Rodríguez Orozco**

### **Resumen**

La experiencia educativa diseñada bajo esta propuesta metodológica de enseñanza y aprendizaje se aplicó en la asignatura *Contabilidad Agropecuaria* perteneciente al plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, que ofrece la Universidad Veracruzana en la región de Coatzacoalcos.

En el documento base se presenta la estructuración metodológica, su aplicación, el proceso de evaluación realizado y un análisis de los resultados obtenidos.

De la evaluación realizada de la experiencia, la autora resalta como aspectos benéficos para los estudiantes los siguientes: la aplicación de los conocimientos básicos de la asignatura; el contacto con el ámbito agropecuario para darle significado a las actividades escolares; el desarrollo de habilidades de investigación y comunicación, a través de la búsqueda y presentación de la información requerida, y el desarrollo e identificación de actitudes para el trabajo en equipo y la solución de problemas. Con relación al docente se observaron beneficios en el diseño, ejecución y seguimiento de las tareas con respecto a: la realización de un análisis detallado de los contenidos teóricos, las habilidades y las actitudes especificadas en el programa; las evidencias de desempeño y los criterios de evaluación; el mantener un mayor acercamiento con la problemática agropecuaria de la región; el estar consciente del nivel de formación de los estudiantes y la organización de las estrategias de enseñanza para lograr un aprendizaje significativo en ellos.

Las dificultades que se encontraron en el diseño y aplicación de las tareas fueron las siguientes: la identificación del problema real y el bajo o nulo conocimiento del proceso



contable; la pertinencia del programa de estancias académicas con los objetivos de la experiencia educativa y las tareas/proyectos; las debilidades para el auto-aprendizaje, la comunicación (redacción) y la búsqueda de información, académica y científica, por parte de los estudiantes; el incremento de las evidencias de desempeño a evaluar que trajo como consecuencia un retraso en la revisión y retroalimentación de las actividades realizadas. A partir de estas dificultades, la autora considera los siguientes aspectos a modificar o mejorar para la siguiente aplicación: la reducción del número de tareas a realizar, de cuatro a dos; la mejora en las instrucciones para la realización de la tarea: mayor claridad y detalle de los requerimientos y criterios para la realización de la tarea y evidencias de desempeño; la mejora en las asesorías y revisión de los avances con un mayor acercamiento con los estudiantes para el seguimiento de las actividades a realizar y la mejora y actualización de los materiales y apoyos didácticos (ejemplos, ejercicios y estudios de caso y el fortalecimiento de las habilidades en el uso de las TIC, con más opciones para la comunicación y búsqueda de información).

*Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/110/archivos/PCC\\_ING\\_03\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/110/archivos/PCC_ING_03_2010.pdf)*

## **Estrategia 2. Aprendizaje basado en problemas (ABP).**

La aplicación de esta estrategia requiere un trabajo cuidadoso del profesor en la selección correcta de los problemas a resolver, de modo que sean experiencias que les permitan a los estudiantes comprender ampliamente la temática y los aspectos teóricos. Se requiere motivar el trabajo en grupo como una forma de autoayuda y de organización de la tarea, para evitar malas prácticas en las que trabajan unos pocos en el grupo. La reflexión ética sobre las implicaciones de las soluciones y sobre el ejercicio profesional son aspectos que representan la complejidad de la realidad en el aula.

Con esta estrategia se reportan tres experiencias: a) El trabajo del profesor José Antonio Rocha en la asignatura Transferencia de Masa II de la Universidad Autónoma de Yucatán; b) La experiencia documentada por el profesor Ismael Mazón de la Universidad de Costa Rica en la asignatura Sistemas en Tiempo Discreto y c) La experiencia de la implementación del aprendizaje basado en problemas en la asignatura de Negocios Electrónicos en la Universidad Autónoma de Tamaulipas, realizada por el profesor Cándido Hernández Limón.

## **Transformando un curso (Transferencia de Masa II): hacia el aprendizaje basado en problemas (ABP).**

**Universidad Autónoma de Yucatán: Facultad de Ingeniería Química, México.**

**José Antonio Rocha**

### **Resumen**

En este documento se explica la evolución del curso *Transferencia de Masa II* de la carrera de Ingeniería Química, que originalmente se daba de manera tradicional, mediante el aprendizaje basado en el tema (ABT), en una institución, y, en la versión que se describe, se detalla su desarrollo, en otra institución, con la metodología del aprendizaje basado en problemas (ABP), que se implementó con el propósito de mejorar el aprendizaje de los estudiantes. En el reporte se comenta su aplicación en el aula, los resultados obtenidos y se presentan conclusiones y recomendaciones.

De la evaluación de la estrategia utilizada, el autor resalta los siguientes aspectos: 1) Con la estrategia ABT, el profesor sigue una secuencia establecida que casi siempre tiene cuellos de botella por la presencia de temas que los estudiantes no comprenden o por su imposibilidad de entender cómo se generan las ecuaciones de cálculo, mientras que con ABP algunos estudiantes designados se adelantan, preparan y presentan temas, conceptos y deducción de ecuaciones que se necesitarán. El profesor sólo coordina, aclara y enfatiza las conexiones de varios grupos para lograr los objetivos. La programación que se establece con fechas límites y se van jalando el trabajo de los equipos y de los estudiantes. 2) Como los entregables son calificaciones de equipo que se combinan con la calificación de un examen que es individual, los equipos tratan de lograr calificaciones altas, entregando trabajos completos, bien hechos y a tiempo. 3) Quizás el número de estudiantes (3) que presentaron el post-examen más de seis meses después que terminó el curso, sea pequeño, pero se comprobó la hipótesis que se había realizado: que los estudiantes que estudiaron con ABP aprendieron mejor y más y lo recuerdan mejor. 4) El profesor que actuó como observador consideró, en un comienzo, que el método era desordenado y hasta caótico, dado que se trataban 27 temas diferentes en un lapso de dos horas, pero luego, cuando todo fue acomodándose para completar los trabajos finales a tiempo, manifestó satisfacción y consideró que el método era efectivo.

*Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/109/archivos/PCC\\_ING\\_09\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/109/archivos/PCC_ING_09_2010.pdf)*

## **Estrategias para el desarrollo de competencias y pensamiento complejo en el aula: Experiencia en el curso IE-1009 Sistemas en Tiempo Discreto.**

Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Ismael Mazón

### **Resumen**

El autor resalta que en el curso se realizan actividades que procuran desarrollar en los estudiantes habilidades de trabajo en grupo, aprendizaje por sí mismos y presentación oral de resultados. Ellos deben integrar conceptos previos de cursos de control automático, matemáticas, análisis de sistemas y programación con los nuevos conceptos de sistemas muestreados adquiridos en este curso.

Durante la actividad en el aula, los estudiantes desarrollan en grupo una propuesta de solución al problema propuesto, en la que deben hacer suposiciones, ajustar parámetros y aplicar sus propios criterios. Por lo general, ellos resuelven un problema en clase durante media hora a cuarenta y cinco minutos; una vez resuelto un estudiante pasa a resolver el problema en la pizarra. Cada problema intenta ser una experiencia que integre conceptos vistos en esa lección y en lecciones anteriores. La solución del problema puede incluir conceptos estudiados en cursos previos.

En cuanto a la evaluación del proceso, el autor menciona que la evolución de los estudiantes, a lo largo del curso, en cuanto a trabajo en grupo y presentación de resultados fue positiva. Al principio les costaba formar los grupos y había una preferencia por el trabajo individual, pero, conforme avanzó el semestre, la disposición al trabajo en grupo fue más inmediata. Asimismo, las presentaciones orales, al principio del curso, se limitaban a resolver el problema sin dar muchas explicaciones y, conforme el curso avanzó, los estudiantes fueron logrando un mejor desenvolvimiento.

*Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/106/archivos/PCC\\_ING\\_04\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/106/archivos/PCC_ING_04_2010.pdf)*

## **Experiencia de la implementación de aprendizaje basado en problemas en la materia Negocios Electrónicos para el desarrollo del pensamiento complejo y competencias en el aula.**

Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.  
Cándido Hernández Limón

### **Resumen**

En este trabajo de investigación se describe la experiencia de la implementación del aprendizaje basado en problemas (ABP) en la materia *Negocios Electrónicos*, poniéndose el acento en sus efectos, tanto en el rendimiento académico de los alumnos como en el desarrollo de sus capacidades de comunicación y de trabajo colaborativo. La materia se imparte en el séptimo semestre de las Licenciaturas en Informática, Administración y Negocios Internacionales de la Facultad de Comercio y Administración de Tampico en la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

En el estudio se trabajó con dos grupos de la Licenciatura en Negocios Internacionales, de 57 y 60 estudiantes cada uno, en semestres consecutivos. Una vez realizada la intervención de ABP con los dos grupos participantes, se analizaron los documentos producto del proceso, se condujeron cuestionarios y entrevistas semiestructuradas a los alumnos con el propósito de obtener datos relacionados con la experiencia de la implementación del ABP por parte de los estudiantes y de los maestros. En la investigación se observó una influencia positiva en la percepción del desarrollo de habilidades de trabajo colaborativo y comunicacionales por parte de los integrantes de los dos grupos.

*Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/103/archivos/PCC\\_ING\\_01\\_2011.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/103/archivos/PCC_ING_01_2011.pdf)*

## **Estrategia 3. Utilización de técnicas de gestión para el mejoramiento del rendimiento académico de alumnos.**

El trabajo presentado por Manuel I. Velasco muestra la planeación de un curso teniendo en cuenta un método de planificación a corto plazo denominado OVAR (Objetivos y Variables de Acción) y algunos conceptos de la Norma Internacional de Gestión de Calidad ISO 9001.

## **Utilización de algunas técnicas de gestión para el mejoramiento del rendimiento académico de alumnos de primer año en una carrera profesional.**

**Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.**

**Manuel I. Velasco**

### **Resumen**

En este trabajo se explica la experiencia que se llevó a cabo con un grupo de alumnos de primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica, en la asignatura *Química General e Inorgánica*. El número de alumnos que participó del trabajo fue de 69, sobre un total de 529 estudiantes que cursaron la asignatura en el año 2010. La experiencia consistió en mejorar los mecanismos de comunicación del docente con los alumnos, en el mejor aprovechamiento de los horarios de consulta, en obtener evidencias en cada clase sobre los aprendizajes de los alumnos, la identificación de aquellos que tenían dificultades y el trabajo con ellos en dos horarios de consultas adicionales. Los alumnos que participaron formaban parte de dos grupos o "comisiones", uno de estos grupos realizó, en forma paralela y junto con el docente, una pequeña tarea de investigación.

Los resultados obtenidos evidencian las ventajas de la mejor comunicación del docente con el alumno, lo que, entre otros aspectos, permitió contribuir a disminuir el número de alumnos que quedaron libres por ausencias y, al mismo tiempo, identificar las causas por las que otros estudiantes abandonaron la asignatura. El trabajo adicional en los horarios de consulta se realizó en un número equivalente a la mitad de las clases dictadas.

Se detectó que factores externos influenciaron muy fuertemente sobre el rendimiento de los alumnos pertenecientes a una de las comisiones que participaron del ensayo.

El número de alumnos libres por ausencia fue significativamente inferior al del año anterior, sin embargo, el valor estuvo dentro del valor medio correspondiente a alumnos de este año. El rendimiento de los alumnos fue mejor al grupo del año anterior y estuvo por encima de la media del rendimiento de los alumnos correspondientes a este año. Aquellos alumnos que realizaron actividades de investigación tuvieron un desempeño mejor que los que no la hicieron aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/111/archivos/PCC\\_ING\\_10\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/111/archivos/PCC_ING_10_2010.pdf)

## **Estrategia 4. Experiencias que utilizan las tecnologías de información y comunicación como elemento sustantivo para el desarrollo de aprendizajes.**

Las tecnologías de información y comunicación se han utilizado ampliamente en los procesos de obtención de información, sin embargo su importancia como herramienta para el aprendizaje se ha mostrado en el desarrollo de apoyos gráficos, simulaciones, demostraciones y explicaciones multimedia. En el trabajo presentado por Silvia Raichman y Eduardo Totter, "Modelo pedagógico de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo (MEVIPREC): una implementación en la asignatura Geometría Analítica en carreras de Ingeniería", se explican los principios de un modelo mixto, su aplicación y resultados. En el trabajo de Carmen María Cordero se muestran el uso de aulas virtuales y los medios de interacción entre los estudiantes y entre los estudiantes y el maestro, para la discusión y resolución de dudas sobre los casos y problemas planteados virtualmente.

### **Modelo pedagógico de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo (MEVIPREC): una implementación en la asignatura.**

**Universidad Nacional de Cuyo, Argentina.**

**Silvia Raichman, Eduardo Totter**

#### **Resumen**

La problemática inherente a los procesos de enseñanza y aprendizaje, en asignaturas de primer año en carreras de Ingeniería, plantea el reto de buscar nuevos ambientes instruccionales, distintos del aula tradicional, pero en complementariedad con la misma, que den lugar a un incremento en la variedad de actividades y a las posibilidades de interacción de los estudiantes con un problema determinado, respetando sus propios estilos y ritmos de estudio y potenciando el aprendizaje significativo.

En este trabajo se describe un modelo pedagógico de componentes presenciales y virtuales para la asignatura *Geometría Analítica*, cuyo objetivo es, a partir de una equilibrada y coherente articulación de las actividades significativas de aprendizaje de sus distintas

modalidades, favorecer la construcción de conceptos y procedimientos por parte de los estudiantes, promoviendo al mismo tiempo el desarrollo inicial de habilidades asociadas al pensamiento complejo y a la autonomía en el aprendizaje. La componente virtual de la propuesta se implementa en el Campus Virtual de la Universidad Nacional de Cuyo e incluye el diseño de herramientas computacionales denominadas Escenarios Geométricos Interactivos, que movilizan capacidades exploratorias y de visualización. Se presentan resultados cualitativos y cuantitativos obtenidos luego de la implementación de la propuesta, las conclusiones elaboradas sobre la base de su análisis y se establecen pautas generales para la extensión del modelo a otras asignaturas.

Los autores resaltan que el análisis de las respuestas presentadas por los alumnos muestra la utilidad de la propuesta virtual en general y de los Escenarios Geométricos Interactivos en particular, para la visualización, comprensión y exploración de los lugares geométricos estudiados, a la vez que constituyen una guía y orientación en las actividades extra áulicas. También destacan algunas observaciones de campo realizadas por los docentes de la cátedra con relación a sus vivencias asociadas a la experiencia. Ellos manifiestan haber detectado una evolución positiva en la comunicación oral, en la formulación de preguntas y en el lenguaje y rigurosidad matemática, puesta de manifiesto por los estudiantes tanto en las últimas clases de Aulas Taller así como también en las instancias de evaluación final para la aprobación de la asignatura. En las mismas los alumnos muestran, además, una mejora sustancial en la profundidad y rigurosidad de sus argumentaciones y denotan un notable crecimiento en el lenguaje gráfico utilizado. No menos importantes resultan las observaciones realizadas, por los docentes, en referencia a la integración evidenciada, por los alumnos repitentes, a las distintas modalidades de la propuesta, lo que derivó en los excelentes resultados obtenidos por ellos.

*Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/108/archivos/PCC\\_ING\\_05\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/108/archivos/PCC_ING_05_2010.pdf)*

## **Desarrollo del pensamiento complejo y las competencias de formación en los estudiantes, en un ambiente de aprendizaje apoyado en TIC.**

**Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica.**

**Carmen Ma. Cordero Esquivel**

### **Resumen**

La inserción de las TIC para el desarrollo de pensamiento complejo y las competencias de formación fue una iniciativa que permitió enriquecer y apoyar el ambiente de aprendizaje en que participan estudiantes del *Curso Informática y Sociedad* de la Universidad Nacional de Costa Rica. La implementación de la experiencia se gestó con el curso ya iniciado, por esto se realizó un diagnóstico de los aprendizajes logrados por los estudiantes y el alcance de los objetivos del curso hasta ese momento. Con los insumos que emergieron del diagnóstico se planteó e implementó la estrategia, que consistió en usar el aula virtual y otras tecnologías como recurso de apoyo no presencial a las sesiones regulares. En el aula virtual se trabajó con casos y problemas, entre otros, que se discutían mediante foros, chat y algunos en paneles en el aula. Las temáticas abordadas en los casos y problemas estaban intencionalmente relacionadas con las necesidades del aprendizaje detectadas en el diagnóstico y con las competencias de formación. Como resultado de la aplicación de esta estrategia se logró que el estudiante alcanzara un nivel de apropiación superior de los temas abordados y un desenvolvimiento significativo en cuanto a la capacidad de criticidad.

De esta experiencia de aprendizaje, después de un análisis de los resultados, se desprende el siguiente conjunto de reflexiones, las que, sin haber pasado por esta vivencia, probablemente, no hubiera sido posible realizar:

- El uso intencionado de las TIC en los procesos de enseñanza–aprendizaje no sólo motiva y reta al estudiante sino que le permite la construcción de un conocimiento colectivo.
- El análisis de casos y solución de problemas, que se colocan en línea para que el estudiante los desarrolle colectivamente, amplía la participación, incrementa la capacidad de criterio y debate y, como consecuencia, el logro de objetivos,
- Los foros y el chat, dependiendo de cómo se torne la discusión, le demandan al estudiante mejorar la calidad y la pertinencia de sus aportes y hasta su capacidad de redacción.



- La incorporación de las TIC como recurso de apoyo al ambiente de aprendizaje es una iniciativa necesaria, que beneficia sustantivamente las actividades de aprendizaje, permite descubrir comportamientos y potenciar competencias en los estudiantes que, en sesiones de trabajo presencial, no es siempre posible.
- Desde el aula virtual fue factible, por ejemplo: aplicar una evaluación de los aprendizajes (prueba corta), que se realizó usando pantallas con las consignas que se debían ir desarrollando y, además, monitorear el tiempo de duración de cada actividad.
- Con el uso de las TIC, los estudiantes se sintieron cómodos y motivados, además resaltaron lo práctico que les resultó.

Dentro de esta reflexión es importante reconocer tres aspectos que saltaron a la luz de la experiencia:

- Hace falta consolidar una cultura de uso del aula virtual en los estudiantes, que permita un mayor aprovechamiento de las actividades planteadas.
- Percatarse que todos los estudiantes cuenten con una computadora y la posibilidad de acceso a Internet.
- La preparación de actividades y materiales de aprendizaje de calidad para trabajar desde el aula virtual requiere de esmero y dedicación significativa por parte del docente.

A modo de conclusión es importante considerar los periodos lectivos de las universidades de manera que se permita al docente preparar con tiempo los materiales que colgará en línea como parte del curso. Los estudiantes, aun siendo informáticos como es el caso particular y además nativos digitales, requieren de inducción sobre el uso del aula virtual para su familiarización. Esto no exime lo altamente motivador y el impacto sobre la creación de conocimiento colectivo y la posibilidad de socialización de aprendizajes que permite un escenario como el planteado en esta experiencia.

*Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/101/archivos/PCC\\_ING\\_02\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/101/archivos/PCC_ING_02_2010.pdf)*

## **Estrategia 5. Diseño curricular de una asignatura con un enfoque por competencias y aplicación de metodologías pedagógicas.**

En el trabajo realizado por Gabriel Ordóñez Plata se propone una estructuración de asignaturas del área de las Ingenierías Eléctrica y Electrónica con el enfoque de formación basada en competencias, con el propósito de mejorar las competencias cognitivas, actitudinales y axiológicas de los estudiantes para que logren el máximo aprovechamiento, utilizando para ello estrategias pedagógicas conducentes al logro de aprendizajes significativos de los dicentes.

### **Estructuración curricular y aplicación de metodologías pedagógicas en asignaturas del área de Ingenierías para lograr aprendizajes significativos, bajo el enfoque de competencias.**

Universidad Industrial de Santander, Colombia.

Gabriel Ordóñez Plata

#### **Resumen**

El concepto de formación integral en la educación superior debe promoverse incluyendo múltiples factores en los procesos de enseñanza y aprendizaje, que hacen referencia a los aprendizajes cognitivos, actitudinales y procedimentales. Factores como la intencionalidad, el significado y la trascendencia de los procesos de enseñanza y aprendizaje aunados al trabajo en grupo, la interdependencia positiva, la responsabilidad y el compromiso, la discusión y la participación en debates son necesarios para lograr esta formación.

A partir de esta perspectiva, en este trabajo, se presenta la implementación y evaluación de la estructuración de asignaturas del área de las ingenierías Eléctrica y Electrónica, fundamentada en cuatro ejes temáticos: 1) un diseño curricular desde la visión de competencias, utilizando los lineamientos metodológicos del análisis funcional; 2) el uso de procesos de mediación pedagógica para la construcción de conocimiento que propicien la *modificabilidad cognitiva* en los estudiantes; 3) la aplicación de elementos de la estrategia de *aprendizaje cooperativo*, orientados a la construcción del conocimiento de forma colaborativa, para, de esta forma, propiciar la creación de colectivos y 4) la incorporación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en los procesos de formación, para ofrecerle a los estudiantes alternativas virtuales de aprendizaje y otra forma de interactuar con el docente y sus pares.

La propuesta de innovación pedagógica se implementó en las asignaturas *Tratamiento de Señales y Mediciones Eléctricas* del ciclo de formación profesional básica de los programas de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica de la Universidad Industrial de Santander. La población estudiantil que participó, desde el segundo semestre del 2009 hasta el segundo semestre del 2010, fue de 91 estudiantes de *Tratamiento de Señales* y 200 estudiantes de *Mediciones Eléctricas*. La asignatura *Tratamiento de Señales* está ubicada en el quinto semestre de la malla curricular de las dos carreras de ingeniería mientras que la asignatura *Mediciones Eléctricas* está en el sexto semestre de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Una vez realizada la intervención durante los dos semestres se tomó una encuesta a los estudiantes para evaluar la experiencia. Entre los resultados obtenidos se puede destacar que si bien los estudiantes consideran que la estructuración de la propuesta es adecuada, el compromiso de cambio por parte de ellos es aún incipiente en varios aspectos. Un ejemplo de esta apreciación es la importancia que le asignaron a la realización de las lecturas previas a la actividad de clase, ya que un 84,5% le dio la más alta calificación (entre 4,0 y 5,0); sin embargo el porcentaje de estudiantes que le dio esta misma calificación a la realización propiamente dicha de esta actividad disminuyó a un 30%.

Un aspecto que resalta el autor es el alto impacto que ha tenido la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, como lo corroboran tanto las altas calificaciones que los estudiantes le dieron a las preguntas relativas a este aspecto en la encuesta, como el número de visitantes del portal del profesor que, según el contador de páginas WEB Motigo, fue el siguiente: a) 4.400 visitas durante los meses que se desarrolló el segundo semestre de 2009 (27 de octubre de 2009 a 17 de marzo de 2010); 9.745 durante los meses correspondientes al primer semestre del 2010 (26 de abril a 27 de agosto de 2010) y 7.268 desde el 4 de octubre del 2010 hasta el 18 de febrero del 2011, período durante el cual se desarrolló el segundo semestre del 2010.

Con relación al aprendizaje colaborativo, los estudiantes consideraron que es adecuado para su proceso de aprendizaje, aunque aún falta que se consolide como estrategia dentro de su formación profesional. Una posible causa es que en los primeros semestres de formación profesional, en nuestra universidad, predomina el trabajo individual sobre el colectivo y muchos estudiantes consideran que el trabajo en grupo consiste más en repartir trabajo que en compartirlo para establecer una interdependencia positiva en el proceso de aprendizaje.

El autor menciona que, en general, hay una percepción por parte de los estudiantes de que la metodología facilita el proceso de aprendizaje y valoran el trabajo en equipo como

una ayuda al aprendizaje por el compromiso que se genera entre ellos, sin descartar que se presentan conflictos, cuya solución permite crecer en la formación personal a cada uno de ellos y los motiva para su desarrollo como profesionales. En este sentido consideran que la metodología impacta en su formación como profesionales en los siguientes aspectos: propende al desarrollo de la responsabilidad y la honestidad de cada uno de ellos, fomenta la toma de decisiones y permite la interacción.

Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/107/archivos/PCC\\_ING\\_08\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/107/archivos/PCC_ING_08_2010.pdf)

## **Estrategia 6. Mediación utilizando aulas demostrativas.**

La mediación puede concretarse en varias formas, en tal sentido resultan de especial importancia las aulas demostrativas en donde se presenta a los alumnos experimentos, simulaciones, explicaciones y demostraciones de la aplicación en la resolución de problemas. Como ejemplos de estas estrategias están los trabajos de los profesores: José Luis Mata en el curso de *Novos Equipamentos e Serviços da Comunicação* – NESC de la carrar de Multimedia; María Joao Martins en la asignatura *Propagação e Radiação de Ondas Electromagnéticas* y Vasco Guerra en la asignatura *Matemática Aplicada e Computação / Engenharia Física Tecnológica / Engenharia Biomédica*.

### **Aulas demostrativas: Experiencia en la asignatura Novos Equipamentos e Serviços da Comunicação - NESC.**

Instituto Superior Dom Alfonso III – INUAF Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal.

José Luis Mata

#### **Resumen**

**Metodología.** As aulas são de exposição oral da matéria com o apoio de vídeos e quando possível de demonstrações experimentais. Na maioria das aulas são distribuídos questionários com problemas e os alunos são incentivados a resolvê-los num exercício de autoavaliação.

**Avaliação.** O método de avaliação foi implementado desde a aprovação inicial do curso de Multimédia pelo que não há comparação possível com outros métodos de avaliação. Há duas maneiras de fazer esta cadeira: um exame final sobre toda a matéria onde é preciso ter uma nota igual ou superior a 9,5 valores.

Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/105/archivos/PCC\\_ING\\_07\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/105/archivos/PCC_ING_07_2010.pdf)

## **Experiência docente no âmbito do curso de Engenharia Electro-técnica, da disciplina Propagação e Radiação de Ondas Electro-magnéticas à área de especialização de Telecomunicações.**

Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal.

María Joao Martins

### **Resumen**

Introduzimos no início do semestre passado (1º semestre 2009/10) uma nova metodologia de ensino /aprendizagem e avaliação, a que chamámos “ACAP” acrónimo de “Avaliação Contínua nas Aulas Práticas”.

### **Metodologia ACAP**

Objectivos:

1. Objectivo principal da nova metodologia é motivar os alunos para a aprendizagem contínua, o que é também um requisito da nossa sociedade em que o “ Life Long Learning” é uma ferramenta essencial para a progressão na carreira.
2. Dar ênfase aos conceitos, tornando depois natural a resolução matemática.
3. Introduzir experiências laboratoriais ao longo do semestre que permitam concretizar os resultados obtidos.
4. Habituar os alunos ao uso de simuladores e outras TIC que permitem a exploração individual de vários conceitos. Estes simuladores são projectados e implementados pelos estudantes de mestrado, no âmbito das respectivas teses.
5. Introduzir “soft skills”, tais como técnicas de apresentação, capacidade de liderança e fomentar o trabalho em grupo.

Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/104/archivos/PCC\\_ING\\_06\\_2009.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/104/archivos/PCC_ING_06_2009.pdf)

## **Aulas demonstrativas: Experiencia en la asignatura Matemática Aplicada e Computação / Engenharia Física Tecnológica / Engenharia Biomédica.**

Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal.  
Rodrigo de Abreu Vasco Guerra

### **Resumen**

Este breve relatório refere-se à unidade curricular (UC) de *Termodinâmica e Estrutura da Matéria*, leccionada aos alunos da Licenciatura em Matemática Aplicada e Computação e dos Mestrados Integrados em Engenharia Física Tecnológica e em Engenharia Biomédica.

### **Modo de Funcionamento da Disciplina**

Todos os alunos têm 3 horas de “aulas teóricas” e uma hora de “aula prática” (de resolução de exercícios) por semana. Além disso, devem realizar três trabalhos de laboratório ao longo do semestre, de duas horas cada um. Os alunos são divididos em dois turnos para as aulas teóricas e em 6 turnos para as aulas práticas, o que corresponde a cerca de 20 alunos por aula prática. Os trabalhos de laboratório são trabalhos de grupo, cada grupo sendo formado por três estudantes.

Os enunciados dos problemas para as aulas práticas são publicados na internet na página da disciplina com uma semana de antecedência, incluindo as soluções numéricas. Os alunos tentam resolver os problemas em casa e na aula prática.

Reporte: [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/102/archivos/PCC\\_ING\\_11\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/102/archivos/PCC_ING_11_2010.pdf)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Barberá E. (2004). *La Educación en la Red. Actividades virtuales de enseñanza y aprendizaje*. España: Ediciones Paidós Ibérica.
- Campus Virtual UNCuyo. UNCU Virtual Educación a Distancia e Innovación Educativa. <http://www.uncuvirtual.uncu.edu.ar>
- Celis, J., y Gómez, V. (s.f). *Factores de innovación curricular y académica en la educación superior*. Recuperado de <http://www.rieoei.org/deloslectores/773Gomez.PDF>
- Delisle R., (1997). *How to use problem based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia, U. S.A.: Association for Supervision and Curriculum development. ISBN 0-87120-291-3
- Duarte C., Ordóñez G., Giraldo W., Ramírez D. y Verjel D. (2006), Diseño y elaboración de la estructura de la asignatura Tratamiento de Señales bajo una visión de competencias. En *Currículo universitario basado en competencias* (315-343). Colombia: Editorial Universidad del Norte.
- Duch B. J., Groh S. E. y Allen D. E. (2001). *The power of problem-based learning*, Virginia, U. S. A.: Editorial Stylus Publishing, Sterling. ISBN 1-57922-037-1
- Escotet M. A., Goñi I. J. y Vila A. (2007). *Modelo de innovación de la educación superior*. España: Ediciones Mensajero, S.A.U.
- Estrada D., Lilia Y. (2005). *Elaboración y documentación de una propuesta de diseño curricular bajo la visión de competencias para la asignatura de mediciones eléctricas y estudio de su implementación en una plataforma E-Learning*. (Trabajo de grado). Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- Feuerstein, R. (1991). *Mediated Learning Experience (MLE). Theoretical, Psychosocial and Learning Implications*. London: Freund Publishing House. Lid.
- Gurutze M., Velasco E. y Zamanillo I. (2006). *Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación*. Recuperado de [http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_articulo?codigo=2499438&orden=0](http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2499438&orden=0)
- Healey, M. and Jenkins, A. (2000). Learning cycles and learning styles: the application of Kolb's experiential learning model in higher education. *Journal of Geography*, 99, 185-195.
- Johnson, D. W. et al. (1991). *Cooperative learning. Increasing College Faculty Instructional productivity*. ASHE-ERIC. High Education Report N° 4. George Washington University.

- Johnson, D. W., Johnson, R., Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Barcelona: Paidós.
- Johnson, D. W., Maruyana, G., et al. (1981). Effects of cooperative, competitive and individualistic goal structures on achievement: A meta - analysis. *Psychological Bulletin*, 89, 74-62.
- López de Maturana, S. (2009). *Los Buenos profesores: educadores comprometidos con un proyecto educativo*. Consejo Nacional de Cultura y las Artes. Fondo Nacional para el fomento del libro y la lectura. Gobierno de Chile. Editorial Universidad de la Serena.
- Merriënboer, J. J. G., & Kester, L. (2005). The Four-Component Instructional Design Model: Multimedia Principles in Environments for Complex Learning. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- Merrill, M. D. (1994). *Instructional Design Theory*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Rosenberg, M. J. (2001). *E-learning. Strategies for Delivering Knowledge in the Digital Age*. New York: McGraw-Hill.
- Universidad Veracruzana (1999). *Nuevo Modelo Educativo para la Universidad Veracruzana. Lineamientos para el nivel Licenciatura. Propuesta*. México: Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, México.
- Verdejo, P. (2008). Modelo para la educación y evaluación por competencias (MECO). *Informe Final del Proyecto óx4*. Colombia: Asociación de Universidades Colombianas.
- Vigotsky L. (1982). *Pensamiento y lenguaje*. La Habana. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Vigotsky L. (1983). *Obras escogidas III*. Moscú: Editorial Pedagógica.
- Vigotsky L. (1987). *Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores*. La Habana. Cuba: Editorial Pueblo y Educación.



## CASOS DESARROLLADOS EN EL MARCO DEL PROYECTO INNOVA CESAL

---

- Cordero Esquivel, C. M. (2010). *Desarrollo de pensamiento complejo y las competencias de formación en los estudiantes, en un ambiente de aprendizaje apoyado en TIC*. Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/101/archivos/PCC\\_ING\\_02\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/101/archivos/PCC_ING_02_2010.pdf)
- Guerra, V. (2011). *Matemática Aplicada e Computação / Engenharia Física Tecnológica / Engenharia Biomédica*. Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/102/archivos/PCC\\_ING\\_11\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/102/archivos/PCC_ING_11_2010.pdf)
- Hernández Limón, C. (2011). *Experiencia de la implementación de aprendizaje basado en problemas en la materia Negocios electrónicos para el desarrollo del pensamiento complejo y competencias en el aula*. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/103/archivos/PCC\\_ING\\_01\\_2011.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/103/archivos/PCC_ING_01_2011.pdf)
- Martins, M. J. (2009). *Relatório da experiência docente*. Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/104/archivos/PCC\\_ING\\_06\\_2009.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/104/archivos/PCC_ING_06_2009.pdf)
- Mata, J. L. (2010). *Novos Equipamentos e Serviços da Comunicação – NESC*. Instituto Superior Técnico de Lisboa, Portugal. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/105/archivos/PCC\\_ING\\_07\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/105/archivos/PCC_ING_07_2010.pdf)
- Mazón, I. (2010). *Estrategias para el desarrollo de competencias y pensamiento complejo en el aula: grupo de ingeniería, experiencia en el curso IE-1009 Sistemas en tiempo discreto*. Innova Cesal. Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/106/archivos/PCC\\_ING\\_04\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/106/archivos/PCC_ING_04_2010.pdf)

- Ordóñez Plata, G. (2011). *Estructuración curricular y aplicación de metodologías pedagógicas en asignaturas del área de Ingenierías para lograr aprendizajes significativos, bajo el enfoque de competencias*. Universidad Industrial de Santander, Colombia. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/107/archivos/PCC\\_ING\\_08\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/107/archivos/PCC_ING_08_2010.pdf)
- Raichman, S. y Totter, E. (2010). *Modelo pedagógico de estrategias presenciales y virtuales para el desarrollo inicial del pensamiento complejo (MEVIPREC): Una implementación en la asignatura Geometría Analítica en carreras de Ingeniería*. Universidad Nacional de Cuyo, Argentina. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/108/archivos/PCC\\_ING\\_05\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/108/archivos/PCC_ING_05_2010.pdf)
- Rocha Uribe, J. A. (2010). *Transformando un curso (Transferencia de Masa II) hacia Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)*. Universidad Autónoma de Yucatán, México. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/109/archivos/PCC\\_ING\\_09\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/109/archivos/PCC_ING_09_2010.pdf)
- Rodríguez Orozco, N. (2010). *El aprendizaje de la Contabilidad Agropecuaria a través de la realización de tareas complejas*. Universidad Veracruzana, México. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/110/archivos/PCC\\_ING\\_03\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/110/archivos/PCC_ING_03_2010.pdf)
- Velasco, M. I. (2010). *Utilización de algunas técnicas de gestión para el mejoramiento del rendimiento académico de alumnos de primer año en una carrera profesional*. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Innova Cesal. Estrategias para el desarrollo de pensamiento complejo y competencias. Recuperado de [http://www.innovacesal.org/innova\\_public/archivos/publica/area06\\_tema01/111/archivos/PCC\\_ING\\_10\\_2010.pdf](http://www.innovacesal.org/innova_public/archivos/publica/area06_tema01/111/archivos/PCC_ING_10_2010.pdf)