



**Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness**  
*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# **ROMPECABEZAS Y RALLY, ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA DISEÑAR AMBIENTES DE APRENDIZAJE ACTIVO Y COLABORATIVO EN INGENIERÍA**

**Carlos Fernando Vega Barona**

**Universidad Autónoma de Occidente  
Cali, Colombia**

## **Resumen**

Diseñador de ambientes de aprendizaje que motiven a los estudiantes presentándoles retos significativos es un rol usualmente desempeñado por profesores de ingeniería, de tal manera que sientan un impulso natural para aprender. Ahora bien, buena parte del éxito de un ambiente de aprendizaje recae en las estrategias didácticas elegidas por el profesor para lograr dicho propósito. En el Centro de Innovación Educativa en Ingeniería se ha experimentado con dos estrategias didácticas denominadas “Rompecabezas pedagógico” y “Rally didáctico”, con las que ingenieros en formación experimentan aprendizajes activos y colaborativos; evidenciándose avances destacados en cuanto a resultados de aprendizaje y comprensiones, además de desarrollo de competencias.

Pedagógicamente, el Rompecabezas propende por una estructura de interdependencia positiva entre ingenieros en formación, ya que ellos deben colaborar entre sí para abordar exitosamente un reto o tarea en el que cada quien dispone de parte de la información necesaria para comprender el tema y realizar tal tarea. Por eso, cada quien debe socializar su información con los demás, compartiendo e integrando información y comprensiones para culminarla exitosamente; de manera que tenga sentido y todos logren aprender y comprender como consecuencia de la integración y no de la sumatoria de las partes.

En el Rally, estudiantes organizados en pequeños equipos aprenden la temática propuesta so pretexto de ganar una competencia, generándose una situación pedagógica en la que se transfiere la responsabilidad y regulación del aprendizaje a cada equipo en relación con la competencia con otros equipos. En esta didáctica, paulatinamente se realiza una serie de pruebas mediante las que se evidencian progresos en aprendizaje y desempeños de los estudiantes. Cada equipo reflexiona y diseña estrategias para mejorar el desempeño de sus integrantes, intentando superar falencias y mejorar sus comprensiones para ser más competitivos.

En conclusión, este trabajo muestra conceptualización y metódica básica de cada estrategia didáctica, así como algunas conclusiones y lecciones aprendidas después de 10 años de aplicación, adaptación y refinamiento de éstas en ambientes de aprendizaje para la formación en Ingeniería.

**Palabras clave:** estrategia didáctica; aprendizaje activo y colaborativo; ambiente de aprendizaje

### **Abstract**

*Engineering professors usually carry out a role like learning environments designers to motivate the students by means of significant challenges to them. In that way, students feel a natural impulse to learn. Well then, the success of a learning environment falls on the didactic strategies chosen by the professor to obtain this intention. In the Center of Educational Innovation in Engineering it has been experienced with two didactic strategies: "Jigsaw" and "Rally"; so, students experience active and collaborative learning with both. Thus, it shows significant advances as far as learning outcomes, understanding of knowledge and skills development is concerned.*

*Pedagogically, positive interdependence between students is a result of Jigsaw's application because they must collaborate to each other to tackle successful a learning activity due to everyone don't have enough information to understand the issue and make the task by itself. Therefore, everyone must socialize, share and integrate its information with the others to do the task successful; in such way that it makes meaning to all students and they achieve to learn and understand as a result of integration instead of a simple join of the parts.*

*In the Rally, students organize small teams to learn an issue under pretext to win a competition. So, a pedagogical situation is created in which professor transfer the responsibility and regulation of the learning to each team in the context of the competition with the other teams. In this Didactics, a series of tests is made gradually to evaluate the students' learning and performances improvements. Since then, each team reflects and designs strategies to improve the performance of its members, surpass learning difficulties and enhance its understandings to be more competitive.*

*In conclusion, this paper shows the concepts and basic methodology of each didactic strategy, as well as some conclusions and learned lessons after 10 years of application, adaptation and refinement of Jigsaws and Rally in learning environments for the Engineering training.*

**Keywords:** didactic strategy; active and collaborative learning; learning environment

## **1. Introducción**

En la actualidad, los procesos educativos en Ingeniería están insertos en un contexto en el que el rápido cambio generacional de quienes se forman, el avasallador advenimiento de la sociedad del conocimiento, las nuevas tendencias curriculares y formativas y los desafíos para el ingeniero siglo XXI, demandan un profesor de ingeniería que asuma la docencia en cualquier asignatura con idoneidad disciplinar o profesional y con construcción y uso audaz del saber pedagógico pertinente para diseñar ambientes de aprendizaje que garanticen mejores aprendizajes y adecuado desarrollo de competencias en sus ingenieros en formación.

Para los profesores de ingeniería se constituye esto en invitación para que reflexionen sobre las estrategias didácticas utilizadas en tales diseños, puesto que han de tomar consciencia que el paradigma formativo ha migrado de una educación basada exclusivamente en la enseñanza hacia otra educación en la que se propende por el aprendizaje y la comprensión en los sujetos; siendo necesaria en el aula variedad y diversidad en cuanto a dichas estrategias. Por esta razón, las didácticas a utilizarse en este siglo estarán orientadas hacia el logro de aprendizajes activos y colaborativos, al igual que de mejores desempeños.

Para Barkley, et al. (2005) en el diseño de ambientes de aprendizaje activos y colaborativos haciendo uso de estrategias didácticas con el Rompecabezas pedagógico y el Rally didáctico los dos pilares fundamentales son la **interdependencia positiva** y la **responsabilidad individual** (autonomía) en cada ingeniero en formación. El primero está asociado con aquellas situaciones educativas en las que el aprendizaje de cada integrante en un colectivo académico (equipo) depende de y se entrelaza con las acciones que realicen sus pares y compañeros en éste. Así, cada quien es consciente que su aprendizaje depende del aprendizaje de los demás y, recíprocamente, que el aprendizaje del resto de compañeros depende del suyo. Por otra parte, el segundo alude al acto de confianza y responsabilidad mediante el que cada integrante de un equipo será capaz de cumplir los compromisos asignados de forma autónoma y sistemática para agenciar su aprendizaje y colaborar con su colectivo académico.

Ahora bien, este trabajo muestra la conceptualización y metódica básica de ambas estrategias didácticas, así como algunas conclusiones y lecciones aprendidas después de 10 años de aplicación, adaptación y refinamiento de éstas en ambientes de aprendizaje activos y colaborativos mediados por aprendizaje basado en problemas (ABP) y la iniciativa CDIO como enfoque educativo para la formación en Ingeniería.

## 2 Rompecabezas pedagógico o Jigsaw

Armar un rompecabezas requiere una búsqueda continua de piezas faltantes que deben cumplir ciertos requisitos en cuanto a forma e imagen para que encajen con sentido (se integren) en un todo. Además, algunas características de una pieza de rompecabezas son determinadas por las piezas colindantes, pero cada una agrega también algo nuevo, es decir, información sobre la siguiente pieza. Todas ellas en conjunto forman, finalmente, una unidad con sentido.

El Rompecabezas pedagógico o Jigsaw (Aronso, et al., 1997) como estrategia didáctica involucra una estructura de dependencia mutua entre ingenieros en formación ya que ellos deben colaborar entre sí para abordar exitosamente una actividad de aprendizaje, pues cada quien dispone de parte de la información necesaria para comprender el tema y realizar la tarea. Por eso, cada quien debe socializar su información con los demás, compartiendo e integrando recursos de información e interpretaciones para culminar exitosamente la tarea; de manera que tenga sentido y todos logren aprender y comprender como consecuencia de la integración y no de la sumatoria de las partes.

Las características básicas de esta estrategia didáctica y su proceso de aplicación en el aula, se describen a continuación:

**2.1 Tamaño del equipo.** En esta estrategia se organizan dos tipos de equipos: los **originales o de síntesis**, en los que se realiza la integración final para responder a la tarea o reto colectivo; y los **especialistas o de profundización**, donde los ingenieros en formación abordan en profundidad la parte

específica del tema que les correspondió, antes de regresar a sus equipos originales para responder a la tarea o reto colectivo.

Los equipos originales se componen de tres a seis integrantes. Es altamente deseable que todos estos tengan el mismo tamaño. Por otra parte, la experiencia ha mostrado que cuanto más grandes sean los equipos originales, más difícil será tanto acompañamiento del docente como efectividad del trabajo colaborativo.

El tamaño de los equipos de especialistas estará en función de la cantidad de equipos originales, pues se debe garantizar que en este tipo de equipos haya un delegado de cada colectivo de síntesis; por ejemplo, en un grupo de clase con 28 ingenieros en formación se organizarían 7 equipos originales de cuatro integrantes cada uno, y por ende habría 4 equipos de especialistas de 7 integrantes cada uno. No obstante, estos grupos tampoco deberían ser demasiado grandes, y si alcanzan un número mayor a siete integrantes, se recomienda que se dividan, de ser necesario, en dos o tres sub-equipos especialistas por cada parte específica de tema, sobre todo en grupos de clase superiores a 40 ingenieros en formación.

**2.2 Composición de los equipos.** Para que se logren resultados de aprendizaje tanto sociales como cognitivos, se recomiendan una composición heterogénea de los equipos originales, atendiendo prioritariamente factores como género, etnicidad y desempeño académico (Aronson, et al., 1997) y (Slavin, 1983). Además, cada equipo debe ser representativo en relación con las condiciones académicas del grupo de clase; es decir, por lo menos un ingeniero en formación de buen desempeño, otro de bajo, y otros del promedio. Sin embargo, es posible aplicar la estrategia con equipos organizados al azar. En cuanto a los equipos de especialistas, se sugiere una composición homogénea según el desempeño académico. Aunque no siempre esto será posible, por lo menos hay que propender por la homogeneidad.

**2.3 Metódica en el Rompecabezas pedagógico.** El profesor debe conocer y preparar muy bien la temática para lograr una conveniente división de ésta en varias tareas o temas parciales. La cantidad de tareas parciales se corresponde con el número de integrantes en cada equipo original. Cada integrante de equipo original se responsabilizará por una tarea parcial, adecuada a su nivel de desempeño en la asignatura. Dentro de estos equipos, cada ingeniero en formación tiene una tarea parcial diferente; de tal manera que en cada equipo todos los temas parciales sean abordados y luego integrados para que formen una unidad con sentido. Por eso los equipos no deben ser muy grandes, ya que a mayor número de integrantes en un equipo original, más complejo será el proceso de integración y comprensión global de los estudiantes y más dispendioso el seguimiento y valoración por parte del docente.

Así pues, el CIEI ha propuesto una metódica organizada en momentos de intervención formativa como se despliega a continuación:

**Momento 1****Conformación de equipos originales, entrega de tema y tareas parciales y su distribución**

*Al iniciar la actividad académica, el docente organiza los equipos originales y entrega a cada uno la tarea global o colectiva y las tareas parciales. Cumplido lo anterior, realiza una presentación sucinta del tema global y explica la metodología de la estrategia didáctica. Luego, solicita que en cada equipo se distribuyan las tareas parciales, verificando que cada una éstas sea conveniente para cada integrante de acuerdo con su nivel de desempeño académico.*

**Momento 2****Revisión conceptual individual y abordaje de tareas parciales**

*Una vez distribuidas tareas parciales y responsabilidades, cada integrante comienza la revisión conceptual del subtema asignado y el abordaje de su tarea parcial. El profesor puede diseñar para esta parte guías didácticas con preguntas de interpretación y análisis que orienten la revisión. Las guías elaboradas se pueden tener en cuenta dentro del proceso de evaluación, pero no necesariamente en la emisión de calificaciones.*

**Momento 3****Conformación de equipos de especialistas y estudio en profundidad**

*Después, se organizan los equipos de especialistas por cada subtema y según la intencionalidad pedagógica del profesor. Para potenciar el aprendizaje de los especialistas y garantizar estudio en profundidad del subtema, el profesor también puede proponer una guía didáctica con preguntas o tareas más complejas que provoquen reflexión y discusión entre los integrantes. En cualquier caso, la dinámica de trabajo al interior de estos equipos ha de tener como insumo las guías didácticas elaboradas en forma individual y la motivación para desarrollar interdependencia positiva. Así pues, los ingenieros en formación en los equipos de especialistas profundizan en su subtema, se ayudan a aprender mejor conceptos clave y se preparan para socializarlos a sus pares en el equipo original.*

**Momento 4****Retorno a los equipos originales y síntesis en la tarea global**

*Dado que en los equipos originales cada quien ha aprendido solo el subtema asignado, los ingenieros en formación ahora "especializados" en tal subtema tienen la responsabilidad de socializar su parte a los demás, cerciorándose que sus compañeros entiendan lo explicado; así, uno a uno cumple con la misma responsabilidad. El siguiente paso es lograr la integración con sentido de los subtemas para comprender en su totalidad el tema abordado y así resolver el reto o tarea global. En este proceso es conveniente que el profesor fomente la reflexión y discusión en los equipos mediante interacciones e intervenciones planificadas y estratégicas.*

Finalmente, resulta conveniente realiza una plenaria donde las opiniones de todos los equipos originales en relación con comprensiones o dudas del tema en su conjunto y del reto o tarea global sean compartidas y resueltas entre todos. A manera de evaluación, cada ingeniero en formación presenta un informe individual o una prueba escrita sobre la totalidad del tema, verificándose así aprendizajes, comprensiones y desarrollo de competencias.

### 3. Rally didáctico o colaboración competitiva

Comúnmente se asocia el término "rally" con un estilo de competencia que se acostumbra realizar especialmente como carrera de automóviles. En un rally, los autos y sus pilotos se organizan por equipos y compiten para obtener la victoria, o sea, conseguir ser el mejor entre los equipos, el que evidencie el más alto desempeño. Ahora bien, ser el mejor equipo implica estar integrado por personas que cumplan diferentes roles y tareas, dando lo mejor de cada quien y ofreciendo sus capacidades y esfuerzos al servicio del equipo; en tal sentido, un buen piloto es indispensable, pero también lo es alguien que lea bien el mapa (copiloto), un buen mecánico o un director de equipo que ayude a tomar decisiones sobre la estrategia a emplear. En fin, en colaboración ellos pueden llevar a cabo un rally con éxito.

Como en la analogía anterior, el trabajo en pequeños equipos que compiten en simultáneo dentro de un entorno pedagógico para lograr metas de aprendizaje y desarrollar competencias colaborativamente, a fin de alcanzar una "victoria académica" (éxito formativo) se puede interpretar como la organización de un rally

didáctico en el aula de clase. Los equipos conformados por ingenieros en formación tienen como propósito realizar su mejor prestación y alcanzar el máximo desempeño, en un contexto que fomenta algo tan natural y habitual en la especie humana como la competencia mientras se aprende con otros. Así, se aprovecha pedagógicamente la colaboración dentro de los equipos y la competencia entre ellos para lograr resultados de aprendizaje, reforzándose mediante esta estrategia valores como la responsabilidad y el compromiso con la meta del equipo antes que las metas personales y generándose lazos de solidaridad y confianza entre integrantes (Slavin, 1983).

Se presentan a continuación las características básicas de esta estrategia didáctica y su metodología para el diseño de ambientes de aprendizaje activo y colaborativo:

**3.1 Tamaño del equipo.** Un equipo Rally puede estar compuesto, preferiblemente, entre tres y cinco ingenieros en formación, siendo 4 un número óptimo. Los equipos de más integrantes hacen que el trabajo para los miembros individuales sea menos claro y los de menos no funcionan tan bien en cuanto al grado de integración y reflexión para afrontar la competencia con otros equipos. Si hay menos de cuatro integrantes en un equipo, es mayor la posibilidad que cada uno de ellos se sienta responsable por el desempeño colectivo y quiera por tanto asumir mayores compromisos y esfuerzos. Por otra parte, en el caso de cinco o más integrantes se trata más bien de una responsabilidad compartida y común por lo que se hace más por distribución de tareas que por integración de esfuerzos y competencias, perdiéndose entonces la cualidad esencial de todo equipo: la sinergia. En todo caso, si por alguna razón los equipos resultan de más de cinco integrantes (caso de grupos de clase numerosos), conviene buscar que los equipos sean más numerosos e intentar una organización de sub-equipos a manera de red interna de cada equipo original.

**3.2 Composición del equipo.** El Rally como estrategia didáctica en pequeños equipos funciona tanto con composiciones homogéneas como heterogéneas, según propósitos pedagógicos que se quiera lograr. Se optará por una composición homogénea cuando se quiera dar un carácter más competitivo a los diferentes equipos mientras que se organizará como un colectivo heterogéneo cuando la prioridad sea apoyar más y mejor el proceso formativo de los ingenieros en formación con menores desempeños, propendiendo por la nivelación en cuanto a comprensión y aprendizaje. No obstante, no se puede olvidar que ésta será una competencia y todos los equipos deben tener igualdad de oportunidades para ganarla.

En otras palabras, aunque en el fondo la justificación pedagógica del rally didáctico se basa en la competencia del propio equipo para superarse a sí mismo, no se deja de lado que la estrategia también alberga una postura de competencia con otros equipos y, por ende, es necesario garantizar equidad en la composición de cada uno de los equipos. En consecuencia, equipos de composición heterogénea han de organizarse cuando el énfasis de la tarea está en compartir y transferir experiencias de aprendizaje para fomentar construcción colectiva de conocimientos, desarrollándose internamente «procesos de tutoría». Equipos de composición homogénea han de organizarse cuando el abordaje requiere profundización e integración de diferentes asuntos de un tema o asignatura (Vega, 2011).

**3.3 Metodología en el Rally didáctico.** La metodología en la estrategia pretende estimular el espíritu colaborativo, incentivando el trabajo colaborativo efectivo. Se establecen una serie de procedimientos básicos en un ciclo de actuación-revisión-reflexión-comprensión de los ingenieros en formación al interior de cada equipo y plenaria de clase, que posteriormente se puede repetir tantas veces como el profesor, quien diseña la experiencia, estime conveniente.

Así pues, el CIEI ha propuesto una metódica organizada en momentos de intervención formativa como se despliega a continuación:

### **Momento 1**

#### **Diagnóstico y conformación de equipos**

*Previo a la presentación del rally y a la conformación de equipos, se recomienda realizar una prueba de entrada (preferiblemente de manera sorpresiva) a manera de diagnóstico para caracterizar saberes previos. Esto permitirá decidir sobre la composición de equipos en términos de organizarlos homogénea o heterogéneamente. También los resultados de dicha prueba proporcionan al profesor información sobre las condiciones de partida y futuros desempeños de los ingenieros en formación tanto en su trabajo colaborativo como en su aprendizaje y logros individuales. Por tanto, el que cada integrante de un equipo rally conozca los resultados de esta prueba, se constituye en un referente para ir elaborando posibles estrategias personales de mejoramiento, ya que un equipo logrará la "victoria" si propende por que todos sus integrantes traduzcan sus debilidades en fortalezas, sus conocimientos erróneos en comprensiones y aprendizajes significativos, mejorando así sus desempeños.*

### **Momento 2**

#### **Asignación de la tarea o reto de aprendizaje y organización de una agenda de trabajo**

*Una vez conformados los equipos y habiéndose realizado tanto una explicación de la metódica de la estrategia como una introducción a los asunto conceptuales básico del tema que abordará el Rally a cargo del profesor, éste asignará una ó más tareas o retos por equipo o por cada integrante del mismo, redactando consignas claras y de fácil comprensión. A continuación, los integrantes de cada equipo deben organizar una agenda de trabajo mediante distribución de roles y tareas específicas y la definición de espacios de encuentro y medios de comunicación y divulgación para socializar, discutir e integrar las elaboraciones individuales en productos académicos colectivos. Ahora bien, es ineludible que cada integrante realice individualmente su tarea o reto y luego presente su contribución específica alineada con los acuerdos establecidos en relación con el reto global asignado.*

### **Momento 3**

#### **Revisión e integración de aprendizajes y preparación para la prueba**

*Los integrantes deben encontrarse para revisar y discutir entre ellos todas las respuestas, explicándose eventualmente entre ellos mismo lo que no se entendió individualmente. Es posible que en esta etapa puedan y deban recurrir al experto (en este caso el profesor) que les ayude a aclarar aquellas dudas recurrentes para las que no se encontró respuesta o consenso al interior del equipo; debiendo el profesor contener su deseo de dar respuesta inmediata a tales dudas sin que antes se haya agotado la posibilidad de una respuesta construida en forma colegiada y endógena. Posteriormente, se realiza en colectivo la integración de tareas parciales en el producto académico global o entregable del equipo. Como este rally es una competencia, cada equipo puede ganar puntaje (bonificación) tanto por la producción o desempeño individual como por los entregables colectivos.*

*Después, cada equipo debe reunirse para preparar la prueba evaluativa en la que se someterá a verificación comprensiones y aprendizajes logrados sobre el tema abordado en las tareas asignadas y el avance en el desempeño al interior de los equipos. Pedagógicamente, se debe realizar la preparación de la prueba a partir del ejercicio metacognitivo de cada uno de los integrantes del equipo con base en los desempeños de la prueba anterior.*

#### **Momento 4**

##### **Presentación y revisión de la prueba**

*Después de varias sesiones de trabajo en equipo dando solución a la(s) tarea(s) asignada(s), se realiza una prueba o reto (preferiblemente individual). La prueba ha de alinearse con lo abordado en las tareas o retos de preparación, pudiéndose utilizar diversos instrumentos tales como pruebas objetivas, talleres, cuestionarios, ejercicios, laboratorios, etc. Con esta prueba se obtiene puntaje personal y para el equipo.*

*En cuanto a la valoración de desempeños y acumulación de puntos para el equipo, se pueden considerar opciones como: (1) cada problema o reto solucionado correctamente contabiliza un número de puntos para el equipo, o (2) cada problema o reto que ocasionó dificultad en su solución y que luego se resuelve bien, contabiliza un número de puntos para el equipo. Esta última manera de puntaje individual (por mejoramiento) tiene un efecto aún más motivador en los ingenieros en formación, ya que ellos son premiados directamente por su progreso y aquellos con más dificultades sienten que pueden contribuir al desempeño del colectivo desde sus condiciones de aprendizaje y nivel de competencias particulares.*

*Como referente de comparación del progreso individual, se pueden utilizar pruebas anteriores o retos que se realizaron antes en clase o por fuera de ella. Mediante informes privados o boletines informativos públicos, el profesor puede divulgar ante el grupo de clase el estado de puntajes individuales y por equipo, permitiéndoles revisar lo propio (desempeños/contribuciones individuales) y compararse con otros equipos dentro del escalafonamiento en la competencia.*

#### **Momento 5**

##### **Revisión y reflexión sobre los resultados de la prueba (metacognición)**

*Un aspecto determinante para lograr resultados pedagógicos y de aprendizaje con esta estrategia tiene que ver con la evaluación pertinente y permanente realizada por el profesor, así no siempre se traduzca en reporte de puntos o calificaciones. Así pues, es tan importante la recompensa por desempeño en tareas y pruebas como el feedback de los procesos de aprendizaje y comprensiones en el equipo para ayudarles a los ingenieros en formación, como plantean Campanario, et al. (2000), a identificar sus propias dificultades durante el aprendizaje, autoevaluar su grado actual de comprensión, autocuestionar su nivel de dominio de un tema concreto y evaluar sus dificultades al responder nuevas preguntas o asumir retos más complejos.*

*El profesor no solo publica la clasificación de cada equipo en el rally, sino que comunica un feedback directo y claro a cada equipo y a sus integrantes sobre como están trabajando. Esto significa que, durante el trabajo colaborativo, él observa continuamente a los equipos, les orienta en lo necesario y finalmente les da un feedback basado en sus apreciaciones sobre como trabajan y aprenden con otros; si son tolerantes, solidarios y críticos; o si han preparado, revisado y reflexionado sobre su aprendizaje. Estos factores clave del ejercicio metacognitivo y de autorregulación "sobre qué y cómo sabemos, así como del conocimiento que tenemos sobre nuestros procesos cognitivos cuando aprendemos, recordamos o solucionamos problemas" (Brown, 1975) dan cuenta de mayores oportunidades para lograr aprendizajes significativos.*

Ahora bien, el cumplimiento de estos 5 momentos metodológicos corresponde a una ronda o etapa del rally didáctico; pudiendo el docente diseñar tantas iteraciones como considere conveniente, teniendo en cuenta la extensión y complejidad del tema abordado.

## **4. Conclusiones y lecciones aprendidas**

Desde el segundo semestre de 2003, la utilización de Rompecabezas pedagógicos y Rally didáctico ha cumplido un papel significativo en el desarrollo de la docencia en el CIEI. Estas estrategias han permitido mejorar progresivamente procesos de aprendizaje y desarrollo de competencias genéricas tales como trabajo en equipo, comunicación asertiva, manejo de información y pensamiento crítico, fundamentales para el ingeniero del siglo XXI. También se han presentado situaciones adversas porque no siempre se logran resultados esperados.

Ambas estrategias didácticas fomentan el aprendizaje activo y colaborativo en ingenieros en formación porque los compromete tanto individual como colaborativamente con el aprendizaje de un tema y la solución de un reto o tarea en forma natural y lúdica. Esto hace que ellos regulen y gestionen su propio proceso de aprendizaje; decidiendo estrategias de abordaje y mecanismos de seguimiento de cada integrante, transfiriéndose la responsabilidad del control académico a los equipos puesto que serán éstos quienes regulen el comportamiento y estilo de trabajo de los ingenieros en formación para que logren resultados exitosos.

El diseño de ambientes de aprendizaje activos y colaborativos que incluyan estas estrategias requieren preparación del profesor o del equipo docente. En todo caso, es importante reconocer roles y actividades del profesor antes, durante y después de cada sesión de clase, para que se logren los resultados de aprendizaje esperados. Ahora bien, el aprendizaje en los pequeños equipos que se organizan con ambas estrategias facilita el desarrollo de interdependencia positiva y responsabilidad individual, además de respetar estilos y ritmos de aprendizaje; siempre y cuando el profesor comprenda claramente propósito formativo e intencionalidad pedagógica en cada tema que será abordado.

El Rompecabezas pedagógico es más conveniente para disciplinas en las que se requiere comunicar mucha información mediante textos escritos durante cortos periodos de tiempo. El Rally es más conveniente cuando existen fundamentos conceptuales sobre la temática a abordar (Roeders, 1996). No obstante, ambas estrategias pueden complementarse, ya que la primera es útil para introducir de nuevos temas, en tanto la segunda ayuda en la profundización de éstos.

No es difícil para un profesor preparar recursos didácticos para ambas estrategia pero si ha de tener cuidado de conocer en profundidad y completamente tales recursos; en otras palabras, no es aconsejable realizar este proceso con improvisación ni apresuramiento. Tampoco cuesta demasiado esfuerzo la elaboración de tareas y pruebas, en comparación con lo que se invierte a pruebas convencionales. Sin embargo, se deben definir y tener claros los resultados de aprendizaje esperados y la verificación de desempeños para la formulación de las tareas o retos.

## 5. Referencias

- Aronson, E. and Patnoe, S. (1997). The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom.
- Barkley, E., Cross, K.P., and Major, C.H. (2005). Collaborative learning techniques: A Handbook for college faculty, pp. 27-93.
- Brown, A. L. (1975). The development of memory: Knowing about knowing, and knowing how to know. *Advances in child development and behavior*, Vol. 10, pp. 103-152.
- Campanario, J. and Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, Vol. 18, No. 2, pp. 155-169
- Roeders, P. (1996). *Aprendiendo Juntos*. Ed. Valkiria, Lima, pp. 146.
- Slavin, R.E. (1983). *Cooperative learning*. Longman, Nueva York, pp. 256.
- Vega Barona, C. (2011). *Estrategias didácticas activas y colaborativas para el aprendizaje en pequeños grupos*. Documento institucional inédito para la Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile, pp. 12 - 24

## Sobre el autor

- **Carlos Fernando Vega Barona:** Ingeniero Mecánico, Magíster en Educación: Desarrollo Humano en Universidad San Buenaventura (Colombia), Candidato a Doctor en Educación: conocimiento pedagógico avanzado en Universidad Complutense de Madrid (España). Director del Centro de Innovación Educativa en Ingeniería en Universidad Autónoma de Occidente, Cali - (Colombia). [cvega@uao.edu.co](mailto:cvega@uao.edu.co)

---

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)