

# INNOVACION EN LA FORMACION EN INGENIERIA: EL PROYECTO "PAMS"

Peter Jarvis & Nick Quick. Universidad de Birmingham. Studies in Higher Education. Vol. 20 - nº 2 - 1995.  
Traducción: Pedro D. Lafourcade. - Edición SDI

## INTRODUCCION

Las innovaciones en la educación superior no son nuevas. Implícito en las mismas está el abrir nuevas posibilidades. Aquí será descrito un ejemplo de innovación en este nivel que, a su vez, será evaluada de acuerdo con un marco de referencia empleado por Rutherford, 1992 (Appraisal in action: a case study of innovation and Leadership Studies in Higher Education, 17 p. 201-210).

El Departamento de la Universidad en donde se llevó a cabo este trabajo, es la Escuela de Fabricaciones e Ingeniería Mecánica de la Universidad de Birmingham [School of Manufacturing and Mechanical Engineering]. Dicha Escuela opera con 6 programas de grado y 7 de posgrado.

La innovación que aquí se describe, se refiere sólo a 3 programas de grado de la División de Fabricaciones de la Escuela. Estos son:

Programas dobles de tipo "Honours" de 4 años	Bach. en Ingeniería Bach. en Comercio título: * Ingeniería en Fabricación * Estudios Comerciales	[Honours: un grado especializado que pueden cursar los alumnos en la Universidad.]
--	---	--

y un posgrado simple, también "honours" en:

\* Ingeniería de Fabricaciones que conduce a un Bachellor en 3 años o a un Master en 4 años.

Los dos programas (el doble y el simple) se cursan en vinculación con la Facultad de Comercio.

La escuela está sujeta a las mismas presiones en relación con los recursos académicos y físicos, que casi todos los departamentos de la Universidad están encarando actualmente. Además hay una presión adicional: como Escuela de Ingeniería tiene que afrontar la acreditación de los programas de grado, a cargo de las instituciones profesionales.

En el período 1986-1988 hubieron considerables discusiones entre los miembros del personal sobre las dificultades en integrar las diversas materias cubiertas en los programas de ingeniería de construcciones y la necesidad de incorporar la enseñanza y la práctica de habilidades transferibles. El fruto de estas discusiones fue el diseño del Proyecto "Sistemas de Productos y Fabricaciones" [Product and Manufacturing System] conocido como PAMS. Los primeros estudiantes comenzaron el Proyecto en el período 1988-1989.

Aunque ha sido considerablemente desarrollado desde su inicio, en esencia es el mismo. En líneas generales es un proyecto de trabajo en equipo, llevado a cabo durante los 3 años de un programa de grado y en término de 6 a 12 alumnos integrados, procedentes de tres programas. Los alumnos comienzan con un escenario de una pequeña compañía ficticia en la cual cumplen el rol de ingenieros de la misma.

En el primer año, el equipo establece la necesidad de un producto, a partir de una hoja de papel completamente en blanco. Hacia el segundo, se diseña un producto para satisfacer esa necesidad percibida. En el tercero, se diseña un sistema de fabricación que puede elaborar el producto de forma económica y en cantidad suficiente.

## **EL PROYECTO PAMS**

### **Las tareas del Proyecto**

La tarea que es planteada al equipo de alumnos está basada en un escenario ficticio que le es propuesto al comienzo del proyecto. Los detalles de este escenario varían cada año, pero en naturaleza queda igual. Es decir, los alumnos son un equipo de ingenieros dentro de una pequeña compañía. A este equipo se le ha indicado la tarea de diseñar, desde el comienzo, un nuevo producto y los medios para fabricarlo. El equipo tiene total libertad en la elección del mismo. A los fines del proyecto, este objetivo general es dividido en 3 fases, correspondientes a los 3 años durante los cuales el mismo es desarrollado.

Al final de cada fase, el equipo lleva a cabo una presentación verbal y se somete a decisión el informe escrito.

El énfasis al presentarlo, está en la justificación de las decisiones que se efectúan en esta fase.

Al final de la primera, cada equipo tiene que presentar una lista breve de hasta 3 productos alternativos, muy bien investigados, y que justifiquen la demanda (habiendo comenzado de una lista de quizás 30-100 ideas generadas por el equipo).

Se pone de relieve la justificación de la potencial demanda de los productos. Esto es dado, usualmente, mostrando cómo los productos corrientes no funcionan adecuadamente o estableciendo que existe o podría ser creada una demanda que no es satisfecha por algún producto existente.

Al comienzo del segundo año, deberá efectuarse una elección entre las ideas de los productos alternativos a fin de desarrollarlas a posteriori.

Al final del segundo año se presentará un detallado diseño del producto que satisfará las demandas identificadas en el año 1.

El diseño del trabajo incluye consideraciones en relación a cómo funcionará dicho producto, su apariencia y cómo será fabricado.

Se requerirán también detallados planos de ingeniería, los cuales serán derivados al personal técnico de la escuela para que sea elaborado un prototipo.

En diciembre, se realiza una presentación provisional del trabajo efectuado hasta el momento. Ello proporciona una comprobación de los progresos de los equipos. Dicha presentación establece los detalles de los requerimientos a ser satisfechos para lograr un producto de éxito. Esta es una de las etapas importantes en la metodología del diseño que los alumnos deben cumplir.

Al concluir el año 3, los equipos tienen que presentar un plan abaricante de cómo será elaborado el producto diseñado en el año 2. Esto cubre una amplia variedad de disciplinas técnicas que incluyen la elección del plan, de la máquina-herramienta, de la garantía de calidad, de la venta del producto en el mercado, de la justificación financiera por el capital desembolsado y de las predicciones de lucro de las nuevas empresas.

Las 3 fases del proyecto abarcan una actividad completa de generación de nuevos productos para satisfacer las necesidades del cliente. Esta es una de las actividades más importantes del negocio de las fabricaciones, y por lo tanto una de las actividades claves en la cual está involucrada la capacidad profesional de los ingenieros.

La tarea general es presentada a los estudiantes sólo en términos de metas a ser logradas en cada una de las 4 fechas de presentación. Existen así, sólo 4 momentos en el marco del proyecto total. Cuando el equipo se organiza por sí mismo, logra estas metas.

La orientación se proporciona a medida que se requiere, considerando la oportunidad de lo que el equipo esté llevando a cabo. No hay requerimientos detallados para emprender ciertas acciones en fechas específicas. Lo que sí se espera, es que cada equipo planee su tiempo empleando al menos, una de las técnicas de administración del proyecto que les han sido enseñadas.

Un aspecto crucial de la tarea general del Proyecto Sistemas de Manufacturas de Productos, es que se constituye de modo muy bien definido, pero con todo, se permite a los estudiantes un gran espacio de control sobre su trabajo. Lo que es muy bien definido, es el procedimiento para generar un nuevo producto a fin de satisfacer las demandas del cliente, esto es, la investigación de mercado, el diseño del producto y el diseño del sistema de fabricación. Ello es extraído de uno de los textos convencionales [Pugh, 1990 Total design (Wokingham Addison Wesley)]. Los alumnos tiene que trabajar dentro de este procedimiento, conocido como diseño total, pero tienen un control completo sobre la elección del producto que emplearán como vehículo para poner en práctica este procedimiento.

El proyecto se ha establecido para promover el aprendizaje sobre los procedimientos de generación de un producto, no para producir excelentes trabajos.

Por lo tanto, lo que se juzga, es el rigor por el cual se siguió el procedimiento, más bien que la excelencia de lo logrado. De tal modo, el criterio por el cual normalmente se emplea para juzgar los diseños de los productos, no se aplican, excepto en la medida en que los juicios sobre los mismos revelen deficiencias en los procedimientos adoptados. Muchos equipos han generado productos que no poseen suficiente viabilidad comercial y perfección técnica, pero ello no ha impedido que no hayan aprendido sobre los procesos del diseño total.

Podría afirmarse que, debido a estos errores, algunos de estos equipos han aprendido más.

## LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO

En la estructuración y desarrollo del proyecto, los miembros que lo definieron establecieron varios objetivos, algunos de naturaleza técnica, otros más generales.

En primer lugar, el proyecto proporcionó una base para la integración de materiales dispares enseñados en la ingeniería de manufactura, de los programas de grado.

Ingeniería de manufactura es por naturaleza una disciplina amplia y las relaciones entre distintos aspectos, importan tenerse en cuenta. Tales relaciones se perciben más claramente cuando uno se involucra en una tarea que incluye dichas actividades, más bien que cuando cada actividad es considerada por separado. El proyecto apunta a proporcionar una oportunidad para practicar la teoría aprendida en los cursos de materias separadas, en una forma integrada, holística.

El segundo objetivo es proporcionar la experiencia de una actividad completa de generar un nuevo producto, para satisfacer las percibidas necesidades de un cliente. Esto es conocido como "Diseño Total" [Pugh, 1990. Total Design, Wokingham. Addison -Wesley].

Esta actividad es central a las empresas de manufacturas y una de las actividades claves en donde los ingenieros de fabricaciones pueden esperar que operen durante sus carreras profesionales.

El proyecto apunta a una simulación bastante realista de un proyecto de la vida real, en tanto no sacrifica el beneficio educativo en la búsqueda de realismo.

El proyecto pudo haber sido llevado a cabo como una actividad concreta de desarrollo de un producto, con el expreso fin de colocar un producto real en el mercado. Sin embargo, los autores percibieron que esto podría introducir algún grado de motivación financiera y el temor de fracasar, lo cual podría perjudicar la experiencia educativa.

Además, los alumnos frecuentemente desarrollan propuestas que representan una inversión mayor de capital de lo que ellos podrían de modo realista esperar que se les financie en su condición de estudiantes.

Existe, por lo tanto, realismo en la escala comercial de los proyectos, aún cuando ellos no logran una explotación comercial real.

En tercer lugar, el proyecto proporciona un ambiente en donde diversas capacidades personales podrían aprenderse. Esto incluye: logro de la información requerible; habilidades de comunicación oral y escrita; administración del tiempo; trabajo en equipo, liderazgo y operar adecuadamente en las reuniones. Estas capacidades podrían ser caracterizadas como lo que de Bono (Edward) en: Teach your child how to think [London. Viking, 1992] llamó "operar" la capacidad para obtener cosas.

Debe advertirse que la importancia para los ingenieros de lograr capacidades de comunicación, ha sido reconocida en un reciente documento del Consejo de Ingeniería (1993). Este proyecto está lejos de ser el único que señala la necesidad de incorporar el aprendizaje de habilidades transferibles entre sus objetivos [ver Lynn E. Taylor, 1993], pero hasta la fecha no se ha encontrado otro que proporcione una experiencia tan amplia dentro del contexto de un equipo pequeño. Las capacidades transferibles fueron siempre percibidas como un elemento importante del proyecto, pero en la realidad del mismo, la cantidad de dicho aprendizaje ha sido mucho mayor de lo esperado.

Un objetivo subsidiario y cubierto en el proyecto, ha sido contradecir algunos de los supuestos no escritos y no dichos sobre la naturaleza del empleo para los ingenieros graduados. Habitualmente se ha asumido en la educación superior y en otras partes, que los ingenieros graduados serían empleados por grandes compañías, en trabajos técnicos especializados, con considerables recursos a su disposición [Mc Phun, 1981]. El proyecto mostró que los graduados ingenieros, pueden también ser hábiles cuando operan por su cuenta o trabajan en pequeñas compañías, con recursos muy limitados, en tipos de actividades muy amplias. En tal sentido, se buscó la forma de habilitarlos para operar en estas circunstancias.

## ORGANIZACION DEL PROYECTO Y SUPERVISION

El proyecto es llevado a cabo durante 3 años con estudiantes de ingeniería.

Hay 3 programas operando en la escuela, dos de los cuales con una duración de 4 años. Los estudiantes de los programas de 4 años, emprendieron el proyecto en los años 1, 2 y 3 ó 2, 3 y 4, dependiendo del programa.

El primer año del proyecto comienza en Enero y dura hasta antes de los exámenes de invierno.

El segundo año abarca todo el año académico.

El tercero año se concluye en Pascua, excepto par la presentación verbal final que se realiza en la primera semana del semestre de verano. Aproximadamente el 10% de las horas de clase estipuladas semanalmente para los alumnos, se consagró al proyecto PAMS.

Uno de los elementos claves de la organización del proyecto, es la selección de los miembros del equipo.

Esto fue llevado a cabo sobre una base parcialmente aleatoria. Los nombres de todos los alumnos que inician el proyecto son clasificados de acuerdo con el programa de grado emprendido por los estudiantes y si son patrocinados por alguna compañía o no. No se usó ningún otro criterio. El sexo, por ejemplo, se consideró irrelevante, aunque cerca de 1/5 de los alumnos son mujeres.

En la reunión inicial se ponen los nombres en un sombrero. Se llama a un alumno para que los extraiga, frente a la clase. Cada equipo contiene, en la medida de lo posible, un número igual de miembros en cada una de las categorías de alumnos. Los estudiantes de los diferentes programas tienden a tener diferentes experiencias, habilidades y aspiraciones, en tanto que los alumnos patrocinados, habitualmente tienen más

experiencia industrial y acceso a los medios y experiencia de la compañía que los patrocina. Este método de adjudicación apunta a distribuir imparcialmente el capital personal en los equipos. Hasta aquí ha operado bien y es percibido por ser imparcial. Un producto sucedáneo de este enfoque es que alienta nuevas amistades y mutua comprensión entre los estudiantes de los diferentes programas.

El número de alumnos en cada equipo, al comienzo del proyecto es de 7 u 8. Este número habitualmente asciende a 8 ó 9 en el 2º año debido a la adicción de estudiantes que ingresan directamente a segundo año.

Asegurar que los equipos no sean mayores que lo establecido se lo ha percibido como crucial para el proyecto.

En los primeros años de la experiencia los equipos contaban con más o menos 12 miembros. Debido a este tamaño, se dieron problemas de comunicación y de administración de sus actividades. Inversamente, los equipos que se redujeron a 5 miembros o menos, experimentaban dificultades en completar las tareas, debido a la falta de integrantes.

Los equipos pueden reducirse, porque los alumnos toman un año libre en la mitad de su carrera, o por ocasionales deserciones.

La experiencia sugiere que 7 u 8 miembros es el tamaño óptimo del equipo para este proyecto. Tal equipo es posible de controlar y posee suficientes recursos humanos para encarar una tarea importante.

Cada equipo debe seleccionar al comienzo del proyecto, un jefe y un secretario. Los equipos son alentados a cambiar de jefes de grupo y de secretarios cada mes de octubre y de enero, de modo que a lo largo del proyecto todos hayan tenido experiencias sobre el particular.

Las actividades precisas a ser ejecutadas por los jefes y secretarios no son prescriptas, pero el jefe generalmente preside las reuniones, adjudica tareas y es el responsable de asegurar que los términos sean cumplidos. El secretario prepara las agendas y toma nota de las reuniones.

Frecuentemente se ha observado que estas actividades constituyen una experiencia saludable.

La supervisión de los equipos se proporciona en dos niveles. Cada equipo es adjudicado a un miembro del personal docente y cada una de las cohortes de estudiantes tiene un superior general conocido como Director de Cohorte. Los alumnos mantienen el mismo supervisor de equipo y Director de Cohorte, por los 3 años del proyecto.

El Director de Cohorte proporciona la supervisión general a una cohorte de alumnos y es el examinador oficial del Proyecto.

La actividad del supervisor está basada en los conceptos de George Brown [entonces Consejero de Educación Superior en la Agencia de Formación] y especificados en un seminario interno del personal. Estos conceptos, a su vez, están basados en la teoría de las etapas evolutivas de grupo [Lacoursiere, Roy B.: The life Cycle of Groups developmental stage theory (N. York, Human Science Press)]. El punto crucial fue que los grupos pasan a través de 4 etapas de desarrollo, a las cuales Brown denominó: integración, conmoción, normalización y ejecución [forming, storming, norming, performing]. También se dan 4 roles que el supervisor puede adoptar: director, consejero, facilitador y observador.

En el Proyecto PAMS el énfasis se da en el rol de facilitación, pero los supervisores también pueden ser requeridos que sean directivos, especialmente durante las primeras semanas del proyecto.

Los supervisores también tienen que observar las operaciones de los miembros de los equipos, especialmente para efectuar la evaluación al final de cada año. La obligación general del supervisor es que él (o ella) debe ayudar al equipo a pasar a través de diversas fases de operación, desde la etapa de formación, cuando los que llegan son un grupo de extraños, hasta alcanzar la etapa en que se conviertan en un equipo integrado de personas que se llevan bien entre sí y con la tarea.

Durante los 3 años del proyecto, el rol del supervisor tiende a ser menos directivo y más facilitante, en la medida en que el equipo se vuelve más autosupervisante.

Los supervisores, habitualmente, y hacia el tercer año, desaparecen muy poco en la medida en que los miembros del equipo han aprendido a organizarse por su cuenta para satisfacer los términos establecidos.

Un rol no requerido a los supervisores es el de expertos consejeros sobre el diseño del proceso. Todos los supervisores son expertos en algo de relevancia en el proyecto, pero no le es requerido que sean expertos en la actividad del diseño total en la cual los alumnos están encargados. Este rol es cubierto por expertos en diseños, entre el personal de enseñanza, los cuales proporcionan por separado, los cursos convencionales sobre procesos del diseño.

A fin de desarrollar el proyecto, a los equipos se les proporciona algunos recursos básicos. Disponen de salones para las reuniones, pero es la responsabilidad de cada equipo, contratar cada una de estas aulas para cada una de sus reuniones.

Para la fabricación de prototipos tiene acceso al personal técnico y a las facilidades de los talleres. A cada equipo se le otorga gratis, algunas fotocopias de planos y un pequeño presupuesto, para pagar expensas tales como gastos de viaje, de materiales, de escritorio, etc.

Los alumnos tienen total libertad de gastar los fondos como lo deseen, sujetos a ser justificados ante el Director del Proyecto.

También los balances de fin de año pueden ser llevados al próximo año.

## EVALUACION

De todos los aspectos de este proyecto que han requerido repensarlos y modificarlos, el más importante ha sido el referido a la evaluación.

En el primer año, la operación de evaluación se basó en una presentación verbal y en un informe escrito, en gran medida, muy parecidos a lo que se suele llevar a cabo con un proyecto convencional de fin de año. Esto fue francamente criticado por los alumnos por no reconocerse las diferentes contribuciones de los miembros del equipo.

En los 2 años siguientes, la presentación verbal y el informe escrito fueron incrementados por el Director de la Cohorte para permitir calificaciones a ser adjudicadas a los esfuerzos del equipo a través de cada año. Esto fue moderadamente exitoso, ya que fue vivido por muchos como injusto. En particular hubo sanciones insuficientes en relación con los "pasajeros": aquellos que no efectuaban una contribución aceptable. Como resultado de estas dificultades y a continuación de un seminario sobre aprendizaje de los alumnos dado por Graham Gibbs, se introdujo el sistema de evaluación por pares. Este sistema fue desarrollado a partir de lo señalado en un trabajo de este autor (Gibbs y otros: 13 Interesting ways to assess your students. 1986. Bristol Technical and Educational Services).

Los procesos actuales de evaluación consisten de 3 componentes. El primero, que comprende el 15% de la nota final, es la presentación verbal. De este componente, 10% es adjudicado a la contribución del individuo a la presentación, y el 5%, para el desempeño general del equipo. Esta proporción elevada de la nota a la presentación verbal, refleja la importancia adjudicada a esta habilidad por los autores, por los colegas dentro de la escuela y por los empleadores de los ingenieros profesionales.

También provee una recompensa justa por el tremendo esfuerzo que la mayoría de los estudiantes puso en este aspecto del proyecto. Las presentaciones son calificadas por todos los docentes que han concurrido a las que se efectúan al final del año.

La presentación en el segundo año, no es evaluada.

El segundo elemento de la evaluación, es la nota individual a cada miembro del equipo. El supervisor adjudica una calificación basada en sus observaciones de los integrantes a lo largo del año y en relación con el informe escrito. El Director de cohorte arriba a una nota moderada para cada equipo, en consulta con el supervisor.

El tercer elemento es la evaluación del desempeño individual. Esto es dado tanto por los supervisores como por los miembros del equipo. El desempeño individual es evaluado en relación con 6 criterios, los cuales fueron seleccionados en consulta con los estudiantes antes de introducir el sistema.

Esta activa participación de los alumnos, ayuda a generar un sentido de compartida propiedad de la solución, lo cual es importante para su éxito. Los criterios son: trabajo en equipo, iniciativa, esfuerzo, rendimiento, contribución en las reuniones y contribución en el trabajo escrito. La interpretación de estos términos es explicada en las notas de orientación que son proporcionadas a todos los estudiantes y a los docentes. Por cada uno de los criterios se adjudica un puntaje de seis sobre una hoja de papel, lo que da un total de 36 por cada alumno. Estos, a su vez, son calificados por todos los otros miembros de su equipo.

Habitualmente esto es efectuado en secreto, pero algunos equipos han decidido mantener una reunión en donde se discuten los desempeños individuales y se acuerda el puntaje para cada estudiante.

El supervisor, por separado, lleva a cabo la misma evaluación utilizando la misma hoja de calificaciones, y antes de ver las notas adjudicadas por los estudiantes. El Director de la cohorte, de estos puntajes brutos y en consulta con el supervisor, deriva luego una calificación individual para cada estudiante.

Esta calificación es expresada como una desviación de la puntuación media del equipo. De tal modo, un alumno que manifiesta una buena contribución podría tener un puntaje de + 8, en tanto aquél de contribución menos satisfactoria, podría obtener un puntaje de -12. Estas calificaciones son luego agregadas directamente a las calificaciones del equipo. Si ello fue de 65%, entonces, en este ejemplo, un buen estudiante podría obtener un puntaje de 73%, y el alumno menos satisfactorio de 53%. La mayoría de las calificaciones individuales están realmente en el rango de -5 a +5. La calificación resultante, luego es multiplicada por 0,85 y agregada a las 15 notas de la presentación verbal para dar el porcentaje final de la calificación.

Debe quedar claramente comprendido, que las evaluaciones efectuadas por los estudiantes entre sí, son puramente consultivas. El Director de Cohorte es el examinador del Proyecto y el árbitro final en todos los casos. No hay problema que los alumnos lleven a cabo evaluaciones entre sí. Esto podría contravenir los estatutos y normas de la Universidad. Sin embargo, a los evaluadores se les permite utilizar las evaluaciones de los alumnos para informar sobre sus decisiones. Garantizar que los Estatutos y normas de la Universidad no fueran contravenidos de ningún modo, representó una valla significativa en la aplicación de la evaluación de los pares, incluyendo la aprobación por el Decano de la Facultad de Ingeniería.

A pesar de la considerable oposición inicial, este sistema, con el importante elemento de la evaluación de pares, ahora es totalmente aceptado. Una medida de su éxito es que los autores han recibido, más recientemente, preguntas de los colegas dentro de la Escuela y aún de la Universidad, para aplicar la evaluación de los pares a otros proyectos de trabajo. El personal docente de otras Universidades también han expresado interés, como un resultado de las discusiones en las reuniones.

El empleo de la evaluación de los pares, en adición a evaluaciones más convencionales del supervisor, significa que aquellos que conocen más sobre las contribuciones individuales, poseen algunos medios de que conozcan sus visiones al respecto. Los alumnos en la escuela, recientemente han pedido que la evaluación de

los pares sea empleada en el juego de los negocios, que han emprendido y específicamente, debido a que el juego del viandante fracasa en contribuir a generar mayor sentido del esfuerzo al equipo.

**Una evaluación crítica del proyecto “Sistemas de manufacturas y productos PAMS”  
(Products and Manufacturing System)**

Un estilo de innovación y liderazgo de la administración, ha sido central en el desarrollo del Proyecto PAMS.

Los proyectos de diseño son comunes en la educación de los ingenieros, pero los mismos, no suelen estar basados en tareas tan amplias y sin una clara finalidad o tiempo límite establecido con antelación, como las propuestas en el Proyecto PAMS, y ni tampoco tienen un claro énfasis en el equipo de trabajo. Además, ninguno tiene la duración de este proyecto.

En la conducción del proyecto, los Directores de Cohorte han intentado adoptar un enfoque más de liderazgo que de conducción burocrática con el máximo de delegación de responsabilidad en los equipos de alumnos.

Al haber adoptado un enfoque de liderazgo en la administración de esta innovación, los autores han elaborado un modelo simple de la misma y de su conducción, a efectos de proporcionar un marco para el análisis en la evaluación del proyecto cuando éste fuere alcanzando un estado de cierta madurez.

Algunos modelos publicados sobre innovación y conducción, han sido discutidos por Rutherford [1992 - Appraisal in action: a case study of innovation and Leadership. En: Studies in Higher Education, 17, p.201-210].

De los mismos, extrajo 5 aspectos claves de la innovación y de la conducción, lo cual requiere atención si uno desea obtener lo mejor de aquellos que son conducidos. Los designa como las 5 R: rol (o tarea); responsabilidad; recursos; reconocimiento (o feedback) y recompensa. Este es el marco que se empleará aquí. El mismo, no está exento de críticas, pero se lo ha encontrado útil en este caso.

## **EL ROL O TAREA**

El autor mencionado, efectúa la siguiente consideración en relación con el rol o tarea: “Los individuos y el equipo necesitan un rol: un desafío claramente definido que se estire pero que no se quiebre”. Los autores han interpretado el quedar paralizado, cuando un estudiante deja de intentar algo y lo da por concluido cuando percibe que la tarea es imposible de realizar. De la discusión con los alumnos, supervisores y otros ingenieros académicos, se advirtió que la tarea propuesta para el Proyecto PAMS es desafiante.

Los objetivos de la ingeniería abarcan casi todas las materias enseñadas en los programas de grado, es decir: investigación operacional; planeamiento y control de producción; calidad y confiabilidad; equipo de planta, manejo de materiales; diseño total; mecánica; selección de materiales; procesos de producción; sistemas de fabricación; automatización industrial; ergonomía; diseño de los lugares de trabajo; compra y venta en el mercado (marketing) y contabilidad. Además, las múltiples relaciones entre estas materias.

Por otra parte, no hay nada más desafiante que una compleja tarea de ingeniería. Quizás el primer obstáculo para los alumnos, sea la ejecución de complejas tareas técnicas, en colaboración con un pequeño grupo de personas con quienes no necesariamente hayan elegido trabajar. Los alumnos pueden esperar que en la industria, deban trabajar de este modo. El desafío de operar de estas manera, es el desafío para el equipo de trabajo. Esto no es meramente llevarse bien con unas pocas personas durante un período dado, sino también ser conjuntamente productivo. Todo el tiempo se depende de otro. El equipo de trabajo tiene más dificultades cuando el proyecto es largo. Los autores han supervisado a los alumnos en equipos que actúan en proyectos mucho más cortos, de sólo 20 horas de duración. En tales circunstancias a los alumnos se les requieren desarrollar sólo una tolerancia temporaria de sus compañeros a fin de que la tarea sea cumplida. Un nivel bajo de mutua comprensión y colaboración, raramente es suficiente para un equipo que emprenda un proyecto de 3 años de duración.

El desafío de trabajar en equipo en el marco de una fuerte unidad, ha sido considerable para algunos grupos y sujetos, pero la observación advertiría que muy pocos, si los hay, han interrumpido el proceso.

Asegurar que se trabaja de este modo es un rol importante del supervisor.

Con el objeto de que las tareas técnicas exigidas no produzcan interrupciones, a veces es necesario reducir los requerimientos, ya sea en profundidad o en amplitud. Esto puede surgir cuando el equipo ha elegido un diseño demasiado complejo de un producto o cuando el equipo se redujo de tamaño. En tal caso, deberá encararse menos trabajo. Inversamente, cuando el producto es muy simple, podrá ser necesario aumentar la extensión y profundidad de la tarea, aunque esto es muy poco usual.

Los Directores de Cohortes procuran asegurar que el procedimiento del diseño total a ser aplicado sea claramente indicado a todos los equipos al comienzo del proyecto y al inicio de cada año.

Los detalles precisos, sin embargo variarán, dependiendo del producto que será desarrollado. Un importante elemento del proyecto, es que los equipos dispongan de gran libertad en establecer el nivel y contenido del trabajo técnico que deberán encarar. Algunas de las dificultades potenciales de trabajar en equipo, también son planteadas a los estudiantes al comenzar el proyecto. Estos problemas incluyen, dominación del equipo por algunos; falta de respeto mutuo y comprensión. Además, situar los objetivos individuales con preeminencia a

los del equipo. Los grupos son guiados si existen problemas particulares, por el supervisor y, si fuera necesario, por el Director de Cohorte.

## **RESPONSABILIDADES**

En términos de Rutherford, la responsabilidad es crucial en el aprendizaje centrado en el alumno.

Este autor, ve la responsabilidad, como la libertad, en el marco de ciertos límites acordados para avanzar de modo ininterrumpido con la tarea. De tal modo, desarrolla un sentido de pertenencia de la misma.

Dar responsabilidad de este tipo a los alumnos, es uno de los elementos claves del Proyecto PAMS. Esta responsabilidad adopta diversas formas. Como ya se ha mencionado, los equipos tienen considerable libertad para definir las tareas técnicas que encararán en el marco de límites claramente definidos de la actividad total del diseño. El escenario inicial no establece límites en el tipo de producto que el equipo desarrollará; aunque se den sugerencias, la decisión final es la del equipo.

Esta completa libertad de elección se percibe como esencial para asegurar una motivación continuada de los equipos. Esto da a los mismos sentido de propiedad de la idea del producto.

El segundo aspecto de la responsabilidad es la del tiempo de la gestión (management). Un itinerario detallado no es requerido a los equipos. Sólo 4 hitos se establecen para el proyecto completo en los 3 años. Dentro de este marco flexible, el equipo manejará libremente su tiempo. Si bien los supervisores y directores de cohorte proporcionan orientaciones, se espera que el equipo planee las múltiples tareas que constituyan el proyecto.

En tercer lugar, es de responsabilidad del equipo, generar los contactos industriales que sean apropiados, y establecer el patentamiento de sus invenciones si fuere aplicable. (Esto es dado bajo la orientación de la University Licensing Manager).

Algunos equipos han desarrollado considerables contactos industriales con la visión de efectuar explotación comercial de sus ideas. La mayoría lo ha llevado a cabo con el fin de reunir información.

La iniciativa es siempre con los alumnos. Las tareas del proyecto, nunca son establecidas como respuesta a requerimientos de la industria para resolver algún determinado problema planteado. Cuando una compañía está involucrada, los alumnos son urgidos a continuar adoptando una metodología cuidadosa y no a buscar la rápida resolución que a veces las compañías desean.

Finalmente, los equipos son responsables del manejo de sus reuniones financieras. Un presupuesto limitado, pero adecuado, está disponible para cada equipo, pero, dentro de ese presupuesto, la responsabilidad de los gastos es de los alumnos.

Se ha advertido que este grado de responsabilidad es una fuente de considerable desafío a muchos alumnos en la primer semana del proyecto. Habiendo definido la propia tarea, se concede la libertad de elegir, pero esto es también muy desafiante, porque esa libertad hay que ejercerla muy cuidadosamente.

## **RECURSOS**

Los recursos financieros suministrados a los equipos ya ha sido discutido. A la fecha, la cantidad suministrada ha sido adecuada para cubrir todas las necesidades razonables. Sólo unos muy pocos equipos han excedido su presupuesto, principalmente debido a la necesidad de comprar artículos caros para la fabricación del producto prototipo. Los otros tres recursos principales de: oportunidades de reunión, salas para tales eventos y equipos de supervisores, no siempre han sido cubiertos.

Han existido dificultades significativas con equipos integrados con alumnos de tres diferentes programas de grado. Los horarios de los estudiantes de ingeniería, tradicionalmente han sido muy pesados, pero, en la medida en que muchos de los estudiantes en esta escuela toman los cursos de lenguaje y comercio, el problema ha disminuido. Durante un semestre de la sesión 1992-1993, fue imposible combinar los horarios.

Para los estudiantes que estaban en el año 2 del proyecto, no fue posible arreglar los horarios para que estuvieran juntos una hora o dos.

Encontrar suficientes aulas en donde los equipos puedan reunirse, también ha sido difícil, especialmente ahora que hay 12 equipos que deberían juntarse simultáneamente en sus respectivos espacios. Esto no ha sido un problema insuperable, pero para un proyecto basado en equipos de esta naturaleza, la provisión de suficientes salas adecuadas de reunión, constituye una necesidad a tenerse en cuenta.

La última categoría de recursos está constituida por la supervisión académica.

Aún cuando los equipos durante los 3 años del proyecto van aumentando la autosupervisión, la provisión de un supervisor para cada uno de ellos, es un asunto importante.

Existen 34 equipos involucrados en el proyecto, con la perspectiva de aumentarse a 36 en un futuro próximo. Funcionando tantos grupos, ello significa que todos los miembros del personal docente de la División de Fabricaciones de la Escuela, están supervisando a algunos equipos o lo harán en un futuro próximo.

Encontrar suficientes supervisores en la medida en que cada año comienzan los proyectos, es una dificultad significativa. En el próximo período lectivo, serán necesarias soluciones radicales. Esto podría significar la eliminación de la supervisión directa de los equipos de tercer año, o la reducción de la frecuencia del contacto directo de la misma, de modo que el personal pueda supervisar más de un equipo. Habitualmente se espera que los supervisores vean a su equipo, por lo menos una vez por quincena y por un tiempo no mayor de una

hora. Algunos supervisores contactan con sus equipos más frecuentemente que el aludido lapso. Otros a la inversa.

## **RECONOCIMIENTO**

Dos formas de reconocimiento son consideradas en relación con el Proyecto PAMS: una general, otra específica.

La primera significa reconocer el valor del proyecto en un sentido general, sin referencia a las contribuciones específicas de algún determinado estudiante. La segunda, el reconocimiento del valor del trabajo de cada alumno en particular.

Debe señalarse la existencia de un reconocimiento general del Proyecto PAMS por parte de los académicos en esta (y en otras instituciones). Además, de las instituciones profesionales de la ingeniería, las cuales acreditan los cursos de grado de la ingeniería de fabricaciones; de la industria y de los graduados del Departamento.

Se han efectuado esfuerzos para transmitir este reconocimiento general a los alumnos, de modo que adviertan que el proyecto en el cual se hallan involucrados, es bien considerado.

El reconocimiento específico de los desempeños individuales, toma diversas formas, con comentarios regulares de los supervisores que determinan el grueso de esta retroalimentación.

Como en otras materias, a fin de año hay una nota que proporciona una medida de la misma en relación con los avances.

Recientemente, se han ensayado sesiones formales de retroalimentación con los supervisores. Estos proveen a cada miembro del equipo de algún "feedback" generalizado de las visiones de sus pares, obtenido de las formas de evaluación de los mismos, aunque los detalles específicos quedan en la confidencialidad.

Algunos equipos, sin embargo, han decidido llevar a cabo la evaluación de los pares en una reunión abierta, más bien que secreta, utilizando hojas de calificación. Este tipo de reunión abierta proporciona un reconocimiento muy claro del desempeño de los individuos y elimina, en gran medida, la necesidad del feedback proveniente del comentario de los pares, efectuados por los supervisores académicos.

Los alumnos también obtienen una impresión de su desempeño individual y en equipos, de la reacción de la audiencia y de las preguntas posteriores a las presentaciones verbales de fin de año.

## **RECOMPENSAS**

Las recompensas o beneficios más comúnmente mencionados, percibido por los alumnos que integran el proyecto, fue aprender sobre el trabajo en equipo. La primer cohorte de alumnos que completaron el proyecto, fue entrevistada y casi sin excepción señalaron que lo expresado, fue el beneficio más importante del proyecto.

El otro resultado significativo que ha sido citado como un beneficio del mismo, fue obtener una mejor comprensión de las relaciones entre los diferentes cursos del programa de la carrera.

El proyecto también dio la oportunidad de reforzar el aprendizaje en las diversas materias mediante la práctica de lo aprendido en otros lugares, dentro del contexto del proyecto.

Algunos alumnos, especialmente los que estudiaron comercio o ingeniería, utilizaron el trabajo de su PAMS como un material de estudio de casos en otras materias, por ejemplo publicidad. Finalmente, los alumnos mencionaron corrientemente, mejoramiento en ciertas capacidades transferibles, como beneficio de la realización del proyecto. Esto se aplicó especialmente, a las habilidades verbales.

Además de estos diversos beneficios, el más comúnmente citado por los estudiantes, se relaciona con las entrevistas de empleo.

Muchos han expresado que el PAMS, fue el tema de discusión más importante en las entrevistas. Alguien obtuvo una oferta de empleo en el sector financiero.

La mayoría de los beneficios, si no todos, se acrecentaron en las etapas finales del proyecto o una vez completado el mismo. La naturaleza de las tareas técnicas fue tal, que los beneficios en términos de comprensión técnica mejorada, se hizo evidente en el tercer año. Como los alumnos frecuentemente anotaron: en general, todo llegó en conjunto hacia el tercer año.