

Macroejemplos: una estrategia para el desarrollo del “docente experto”

ALFONSO RÍOS HERRERA
EDUARDO GÓMEZ RAMÍREZ
Universidad La Salle, México

Introducción

Solucionar el problema del desarrollo tecnológico dentro de las Universidades y su vinculación con la empresa ¹ es una meta permanente de todas las Instituciones de Educación Superior (IES) ². De diferentes formas se ha buscado resolver con determinadas propuestas, la brecha que existe entre los intereses de las IES y los de los sectores público y privado. En países del primer mundo donde casi se tiene resuelto este problema, la cantidad de profesionistas con posgrados que trabaja en la empresa es mayor a la que se encuentra trabajando en los centros de investigación o universidades ³. Cuando existe un acercamiento entre las IES y las empresas, las personas encargadas tienen el mismo perfil, es decir, un investigador de una empresa busca con su equipo de trabajo a una universidad (o viceversa) para plantear el problema ya que el lenguaje es el mismo y no existe esa brecha sobre planteamientos e intereses.

Tal y como se observa en la gráfica 1, en países del tercer mundo esto es lo contrario, la mayoría de nuestros investigadores, doctores y expertos trabajan en IES⁴ y existen casi nulas alternativas de trabajo en las áreas de investigación y desarrollo tecnológico en la empresa. A menudo, esto se debe a que, en una gran cantidad de casos, en tanto que un investigador busca hacer un proyecto sin importar el costo y tiempo, un empresario busca lo contrario, por lo que se complica llegar a un acuerdo de inversión y el mejor ejemplo es la baja estadística que se tiene en nuestro país en este tipo de proyectos y patentes⁵, tal y como se muestra en la gráfica 2. Como se menciona en el informe citado⁶ *“En México, la necesidad de ciencia e innovación es un buen deseo, pero no una exigencia derivada de la producción de bienes y servicios”*.

¹ *Educación Superior en Iberoamérica. Informe 2007*. Cinda-Centro Interuniversitario del Desarrollo, Santiago, Chile, 2007, p. 162.

² El 23 de julio de 2007 se propuso una iniciativa llamada “Becas Erasmus Iberoamericanas” para fomentar la movilidad de jóvenes investigadores en Latinoamérica, España y Portugal. Dicha iniciativa fue anunciada por la ministra de Educación, Mercedes Cabrera, en la XVII Conferencia de ministros que se celebró en Chile. Dicho programa tiene por objetivo que los estudiantes contribuyan a la mejora del sector productivo de las empresas en sus respectivos países. (Diario “El País” de España, 24/Julio/2007).

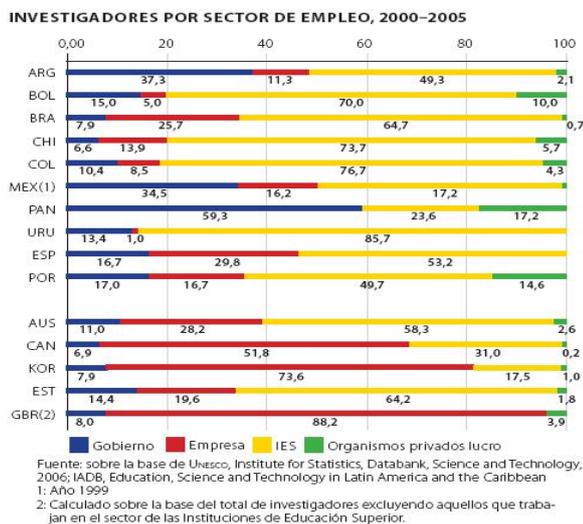
³ Op. cit, p. 164.

⁴ *Educación Superior en Iberoamérica: Informe 2007*, p. 164.

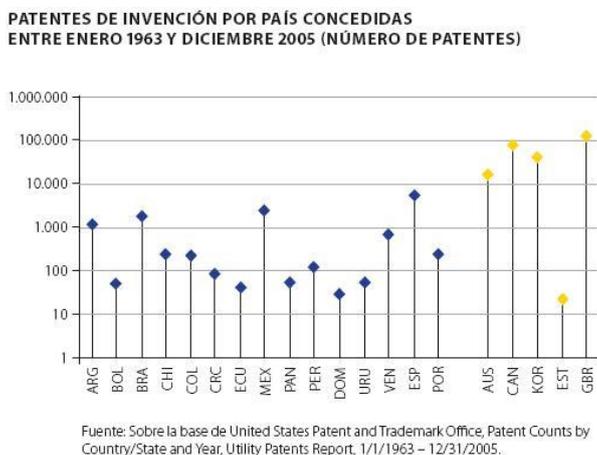
⁵ Idem, p. 169.

⁶ Idem, p. 189.

GRÁFICA 1
 Distribución de la fuerza laboral de investigadores en Iberoamérica
 (Fuente: Tomado del Informe 2007 de la Educación Superior, OEI, pp. 164)



GRÁFICA 2
 Productividad en patentes de invención derivadas de las labores de I+D
 (Fuente: Tomado del Informe 2007 de la Educación Superior, p. 169)



Esta desvinculación genera varias dinámicas que forman círculos viciosos que casi imposibilitan el rompimiento de esta estructura. Cuando un docente (principalmente de tiempo completo dentro de una IES) no tiene proyectos de vinculación, carece de una visión para aplicar los conocimientos en problemas de la vida real y genera pocas expectativas en sus alumnos sobre lo que pueden hacer en el campo laboral. A esto se suma que muchos de los ejemplos que se usan en clase son de libros completamente teóricos, o son tan sencillos y abstractos que la generalización a problemas cotidianos es casi imposible. Esta dinámica se repite año con año y el docente no acumula experiencia que permita prepararlo para esa posible vinculación empresa-universidad. Un decano de la Universidad un día comentó: “No es lo mismo 20 años

de experiencia, que hacer lo mismo cada año durante 20 años". Esta frase engloba mucho de lo que pasa en nuestras instituciones cuando las dinámicas no permiten un crecimiento en el grado de experiencia del docente de manera significativa. Es claro que las IES tienen programas de capacitación docente, pero en su mayoría están orientados a la didáctica y al uso superficial de las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) y no hacia la adquisición de experiencia en el desarrollo de proyectos reales de investigación y tecnología⁷.

En la Universidad La Salle se han hecho diferentes esfuerzos para implementar procesos que permitan generar experiencia y conocimiento en nuestros docentes. En este artículo se presenta la descripción de una estrategia denominada *macroejemplos* como una alternativa de formación continua para el docente en el área de ingeniería y que permite el desarrollo de proyectos para los estudiantes durante su carrera. Para explicar esta propuesta, el artículo se estructuró de la siguiente forma: en la sección de antecedentes, se revisan algunos trabajos previos con objetivos similares a los de este documento. Posteriormente, se describe la estrategia propuesta y por último, comentarios y reflexiones sobre la experiencia obtenida.

Antecedentes

La problemática de la vinculación empresa y universidad, la formación docente en el área de Ingeniería y su importancia dentro de los países en desarrollo ha sido abordada por diferentes investigadores del área en varios países; asimismo diversos organismos como la OEI, la UNESCO y la OCDE han promovido un nuevo modelo de educación con base en estas propuestas, por ejemplo, Díaz Barrón⁸ et al. comentan que "Con el inicio de la década de los noventa y la implantación del desarrollo económico de Latinoamérica basado en la incorporación de las economías nacionales al proceso de globalización de la economía mundial, se demanda la modernización de la estructura productiva de los países de la región. Esto implica la transformación del modelo de formación profesional ante la demanda de los futuros profesionales y técnicos, por lo que se ha considerado dar un mayor impulso a la enseñanza y a la investigación científico-tecnológica". El problema, evidentemente, no es simple ni existen fórmulas mágicas ni generales. Al respecto, Torres Castillo⁹ ofrece una reflexión muy interesante cuando plantea que "no hay respuesta única, ni posibilidad de recomendaciones universales para la pregunta acerca de qué hacer con la cuestión docente y la formación docente". Como la autora puntualiza, algunas de las razones por las que justifica este argumento son la gran diversidad de contextos sociales y económicos, la complejidad del problema docente y la heterogeneidad de conceptos respecto a la educación.

Por otro lado, existen estudios anteriores relacionados con la formación basada en la práctica. En un primer acercamiento a teorías relacionadas, al psicólogo prusiano Kurt Lewin se le atribuye, en 1944, la creación del concepto "investigación-acción" (action research), el cual sintetiza la idea en la que una persona realiza un proceso de "indagación" mediante el ejercicio de la experiencia directa respecto a un concepto¹⁰.

⁷ DÍAZ-BARRIGA ARCEO, Frida (2006): *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*, p. XIV.

⁸ BARRÓN TIRADO, Concepción; ROJAS MORENO, Ileana y SANDOVAL MONTAÑO, Rosa M. (1996): *Revista Perfiles Educativos*. Enero-Marzo. N.º 71, s/p.

⁹ TORRES DEL CASTILLO, Rosa María. "Nuevo papel docente ¿Qué modelo de formación y para qué modelo educativo?" (última consulta: Dic. 07)

¹⁰ <http://www.psicopolis.com/Kurt/klutto.htm> (última consulta: Dic. 07)

Desde la perspectiva de la psicología, Lewin desarrolló sus investigaciones interesado en los procesos sociales y la conducta adoptada por los individuos que los provocan, y en el caso de la investigación-acción, estudiando emociones, necesidades y comportamientos de los sujetos de un grupo determinado¹¹. De aquí se desprende su modelo de aprendizaje experimental de 4 etapas (acción, reflexión, generalización y prueba), así como su ecuación $B=f(P,E)$ que significa que la conducta (B) de una persona (P) depende de las características de la persona y del medio (E) en el que se desarrolla. A él se le considera el padre de conceptos como "teoría de campo" (Field Theory) y "aprendizaje experimental" (experiential learning)¹².

Años más adelante, dentro del concepto del aprendizaje experimental creado por Kurt Lewin, el teórico educacional americano David A. Kolb desarrolla, en 1975, diversos trabajos desde la perspectiva educativa dirigidos al estudio de este concepto en personas adultas y en especial en el campo de la educación superior, en los que usa las teorías de Piaget, Dewey¹³ y Lewin¹⁴. Para 1984, inspirado en el trabajo de Kurt Lewin, propone el modelo del "círculo experimental de aprendizaje", el cual sugiere 4 elementos o estados de proceso: experimentación concreta, observación y reflexión, conceptualización abstracta y experimentación activa¹⁵. Kolb argumenta que cualquier persona al tener una experiencia determinada, genera una reflexión propia que intenta describir o "teorizar" para posteriormente aplicarse en nuevas situaciones.

Similar al trabajo de Kolb surge, en 1983, otro modelo, creado por Donald Schön, fundamentado en su teoría de "el profesional reflexivo - práctica reflexiva en acción" (*The reflective practitioner – reflection-in-and-on-action*) la cual propone, de una forma más práctica, que el aprendizaje de un sujeto debe darse por sí mismo a través de la reflexión sobre sus actividades experimentales para la generación de nuevo conocimiento¹⁶.

Apoiado en la teoría de Schön, Philippe Perrenoud propone, en 1999 y 2001, el desarrollo y aplicación de diez competencias¹⁷ para poder enseñar a una persona a ser un practicante reflexivo, mediante una práctica pedagógica del docente para transformar el "habitus" de los estudiantes¹⁸.

En diversos trabajos elaborados por Concepción Barrón (1996)¹⁹, Rosa María Torres (1998)²⁰ y Frida Díaz-Barriga (2005)²¹, entre otros, resaltan la importancia del análisis y desarrollo de metodologías e instrumentos para una formación docente acorde a las necesidades actuales en Educación Superior por medio de teorías como el aprendizaje significativo, el constructivismo y la práctica reflexiva. Con esta misma

¹¹ <http://www.infed.org/thinkers/et-lewin.htm> (última consulta: Dic. 07)

¹² <http://www.wilderdom.com/theory/FieldTheory.html> (última consulta: Dic. 07)

¹³ DÍAZ-BARRIGA ARCEO, Frida (2006): *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*, p. 7.

¹⁴ http://www.infed.org/support/handouts/experiential_learning.htm (última consulta: Dic. 07)

¹⁵ <http://www.learningandteaching.info/learning/experience.htm> (última consulta: Dic. 07)

¹⁶ SCHÖN, Donald A.(1983): *El profesional reflexivo*, capítulo I, pp 18-32.

¹⁷ DÍAZ-BARRIGA ARCEO, Frida (2006): p. 37.

¹⁸ Philippe Perrenoud lo trabaja en dos de sus obras (ver bibliografía)

¹⁹ Concepción Barrón ha derivado una serie de supuestos basada en sus investigaciones de otros autores en México.

²⁰ Rosa María Torres destaca el papel del nuevo docente de acuerdo a las necesidades en Iberoamérica.

²¹ Frida Díaz-Barriga Arceo y otros autores han escrito al respecto de las estrategias de formación docente y su aplicación en el aula.

perspectiva y a partir de las teorías mencionadas, autores Iberoamericanos como Cristina Maciel de Oliveira (2003)²², Montse Tesouro Cid (2007)²³ y Pinchas Tamir (2005)²⁴, entre otros, han desarrollado dentro del enfoque de investigación-acción diversos casos de estudio que responden a la inquietud por formar un nuevo tipo de perfil de docente dirigido a generar un entorno educativo de aprendizaje-enseñanza en el aula, donde él mismo junto con los estudiantes desarrollen nuevos conocimientos a partir del uso de la práctica reflexiva. Por ejemplo, en el Centro de Interfases de polímeros y ensamblajes macromoleculares (CPIMA), un centro de la fundación nacional de ciencias - MRSEC en sociedad con la universidad de Stanford, IBM Almaden, y la universidad de California en Davis, se genera cada verano un programa llamado CPIMA/SURE mediante el cual un número aproximado de 25 alumnos tiene asignado un proyecto de investigación bajo la dirección de un tutor. Aquí se presentan los avances de cada proyecto, se hacen foros y actividades relacionadas con la investigación y su práctica en la realidad, así "los estudiantes de SURE aprenden importantes lecciones que no se ofrecen en los salones de clase"²⁵. Otro ejemplo lo realiza el departamento de Electrónica y Tecnología de la Información de la Escuela de Ingeniería de la universidad de Copenhague donde, en cada semestre, los estudiantes trabajan en equipo para el diseño de la solución de problemas con toda la teoría aprendida en semestres previos, también llamados "problemas interdisciplinarios". Al igual que en el caso del programa CPIMA/SURE se organizan actividades en las que se presentan y se discuten los resultados obtenidos en foros en un seminario²⁶. Los resultados aquí expuestos tienen en común proponer la formulación de un nuevo perfil en el docente, un profesor que permita un verdadero desarrollo reflexivo de sus estudiantes, y ejercer un liderazgo en clase que permita un verdadero auge del conocimiento.

De igual forma se pueden encontrar otras propuestas similares como el Método del Caso²⁷, el Aprendizaje basado en Problemas ó ABP²⁸ y la organización de concursos aplicados para motivar a los estudiantes en el desarrollo de proyectos tecnológicos a nivel mundial principalmente en el área de robótica, patrocinado por organizaciones relacionadas con la ingeniería como la IEEE, SAE, entre otras²⁹.

Dentro de la Universidad La Salle se inició, desde 1999, un programa sobre la educación de los ingenieros en las áreas de investigación y desarrollo tecnológico³⁰. En un principio, este proyecto

²² Cristina Maciel efectuó un estudio respecto de la investigación-acción en profesores practicantes de ciencias sociales y matemáticas.

²³ Montse Tesouro Cid trabajó una investigación "Procesos de E-A en las escuelas de Bressola" en España.

²⁴ Pinchas Tamir aplicó los conceptos vistos, para grupos de clases de bioquímica.

²⁵ GOLDMAN, Marni; WADE, Charles G.; WALLER, Brenda E., y CURTIS W. Frank.(2001), p. 7.

²⁶ FRIESEL, Anna (2004). s/p.

²⁷ LLANO CIFUENTES, Carlos (1996): *La enseñanza de la dirección y el método del caso*. Instituto Panamericano de alta Empresa, IPADE.

²⁸ El método del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) tiene sus primeras aplicaciones y desarrollo en la escuela de medicina en la Universidad de Case Western Reserve en los Estados Unidos y en la Universidad de McMaster en Canadá en la década de los 60's.

²⁹ Consúltense las siguientes páginas: <http://www.darpa.mil/GRANDCHALLENGE/>, <http://students.sae.org/competitions/>, <http://www.robocup.org/>, <http://centennialchallenges.nasa.gov/>, <http://www.robotchallenge.com/>, <http://www.minirobotica.org> (última consulta: Dic. 07)

³⁰ El Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Tecnología Avanzada (LIDETEA, <http://lidetea.ci.ulsal.mx/>) se crea a partir de un proyecto que tiene la Universidad La Salle desde 1999 y que en su haber tiene como resultado múltiples trabajos publicados en congresos así como en revistas nacionales e internacionales, libros, capítulos de libros, premios, conferencias, entre otros. Actualmente está formado por 5 profesores, 3 doctores miembros del Sistema Nacional de Investigadores y 2 candidatos a doctor en ciencias.

denominado, "formación de jóvenes investigadores", estaba orientado, principalmente, a evaluar como los estudiantes que trabajaban en el proceso de proyectos tecnológicos y de investigación en el laboratorio desarrollaban más habilidades que los estudiantes que sólo asistían a clase. Entre estas habilidades se encontraron la iniciativa para la aplicación de sus conocimientos en la vida real, el desarrollo de un mejor proceso de abstracción y reflexión teórica, un mayor interés en continuar sus estudios a nivel posgrado y el mejoramiento notable en su desempeño como estudiantes, no sólo en su perfil académico tradicional, sino también como algo que se denominó "*investigadores novatos*".

En un primer punto se trabajó una estrategia donde se pudiera reproducir esta experiencia no solamente en estudiantes e investigadores que trabajaban en nuestro grupo, sino en los docentes de la Escuela de Ingeniería. Complementando el estudio anterior, se hicieron otras encuestas y entrevistas a ex alumnos de la Universidad que habían trabajado en el programa de "formación de jóvenes investigadores" para definir cuales eran los aspectos que los estudiantes consideraron como de más impacto en su formación, en el desarrollo de sus habilidades y en su motivación para aprender y continuar con un posgrado. Los elementos más importantes fueron:

- La imagen del docente como experto. Hubo una constante en esta línea por parte de los alumnos expresando su deseo por tener más profesores expertos durante su carrera.
- Generación de un mapa conceptual de su carrera desde el área básica hasta el área terminal que les permitiera integrar todas las materias que habían visto, incrementar su visión y perspectivas de aplicación de su carrera, así como el impacto de los conocimientos adquiridos. Esto en general se observó de los estudios que ningún alumno tenía completo. Los alumnos más "avanzados" tenían mapas conceptuales en líneas muy específicas y especializadas de la carrera generados por profesores que les dieron esta visión. También se veía notoriamente influenciada la motivación generada por sus intereses personales.
- Temas presentados en clase que le permitían al estudiante ampliar su visión en los posibles campos laborales y de desarrollo.
- Promover la continua reflexión sobre los conceptos vistos en clase en los ámbitos, teórico y práctico durante todo el curso.
- Didáctica por parte del docente. En este punto se veía que a pesar de que el profesor fuera un experto, si no tenía esta habilidad el alumno no preguntaba ni participaba en las clases y el conocimiento del profesor pasaba a segundo término.

Estos puntos fueron implementados en una metodología para el docente, pero se encontró en el proceso de implantación que no se tenía una definición práctica del "docente experto" y como se mencionó anteriormente no había forma de que el docente pudiera generar esa experiencia desde la práctica docente.

Considerando lo anterior se buscó desarrollar diferentes estrategias que permitieran un crecimiento continuo al docente dentro de sus clases y que cumpliera con las expectativas de los estudiantes sobre la aplicación de los conceptos teóricos aprendidos. Una de las propuestas fue denominada *macroejemplos*, la cual debería permitir la integración tanto de conceptos como de experiencia en problemas reales.

Macroejemplos

Para describir la metodología utilizada, primero se describirá un poco la historia y justificación del proceso y como se fue llegando a la estrategia propuesta. A finales de los ochentas la Universidad La Salle comienza con un proyecto de formación de jóvenes investigadores que permitió conformar grupos de trabajo en diferentes áreas. Esta experiencia ha retroalimentado procesos tanto de investigación y tecnología como procesos educativos involucrados. Esto ha permitido observar la importancia de la investigación en la formación universitaria y evaluar con el paso del tiempo, los diferentes "experimentos" educativos exitosos que se han realizado. En este documento se presenta el resultado de un estudio realizado sobre las problemáticas entre la formación docente, la falta de proyectos vinculados, y la desarticulación que existe entre los mapas conceptuales de los estudiantes sobre la teoría y la práctica. Con la finalidad de explorar estas problemáticas se hizo un primer estudio en la Universidad La Salle, en agosto de 2005. Se encontró que había poca correlación entre la experiencia laboral y la docencia, principalmente en las materias del área básica. Para analizar este aspecto se aplicaron encuestas individuales a 60 alumnos de 3^{er} semestre y a 52 de 9^o semestre de la carrera de Ingeniería en Cibernética, encontrando los siguientes comentarios:

- 1) Para el 60% de estos alumnos, las materias del área básica carecen de practicidad, son demasiado teóricas y se pierde interés en retener conceptos tan abstractos.
- 2) En opinión del 70% de los alumnos, algunos profesores desconocen el material visto en materias anteriores y por tanto no existe una integración ni aprovechamiento de los conceptos aprendidos previamente.
- 3) El 66% de los encuestados hizo patente la necesidad de contar con más profesores investigadores o expertos que les den esas materias.
- 4) Los alumnos expresaron, en un 65% de las encuestas, pérdida de motivación por parte de los estudiantes en la atención y dedicación a sus estudios.

Las conclusiones del estudio se contrastaron con los perfiles y experiencia de los docentes. Se encontró por un lado que algunos de estos profesores llevaban mucho tiempo dando clase y no tenían experiencia profesional, otros tenían un perfil de Físicos o Matemáticos que de manera muy formal imparten estos cursos y prácticamente no se encontró profesores que tuvieran experiencia profesional en las áreas donde daban clase. Se hizo un estudio similar para los perfiles de los profesores en las materias aplicadas de finales de las carreras de Ingeniería y encontramos que muy pocos en sus clases exigían un rigor matemático que justificara la forma en que se impartieron los cursos en los primeros semestres. El único área que demostró, claramente, utilizar estos conceptos fue el área de decisión y control para las carreras que lo cursaban. Esto se contrastó con 14 entrevistas directas a los alumnos y se encontró que al ir perdiendo visión sobre la aplicación de lo que aprenden en cada semestre, también pierden motivación e interés por el aprendizaje y la aplicación de los conceptos que estudiarán en semestres siguientes. También se entrevistó a 4 profesores para contrastar estas opiniones y se encontró que ellos describían también sus problemáticas. Nuevamente se comentó que los alumnos tenían pocas bases matemáticas y de abstracción para el planteamiento y la solución de problemas. En varios casos, esto se debía a una predisposición generada desde el nivel de primaria para el estudio de las matemáticas y que se fue agravando en la secundaria y preparatoria. Esto se incrementaba con muchas expectativas, por parte de los alumnos, sobre las materias en donde suponían que iban a aplicar los conceptos que más o menos entendieron en

semestres anteriores, pero... *"sin utilizar matemáticas"*. Estos comentarios se compartieron con profesores que tenían varios años dando clase en otras Universidades a nivel nacional, tanto de escuelas privadas como públicas y se llegó a las mismas conclusiones. Por razones obvias no se hace mención del nombre de las instituciones, pero aunque no fueron todas las existentes, no hubo ninguna que en esencia tuviera una dinámica diferente.

Con la finalidad de evaluar las diferentes estrategias educativas que se han implementado en la escuela de ingeniería, se organizaron ciclos de conferencias, denominadas "Martes en la Cibernética", para estudiantes de últimos semestres de la carrera de Ingeniería en Cibernética. Se buscaba darles un panorama diferente, con conferencistas destacados por su trayectoria y que les pudieran dar una visión más amplia. Para ver los efectos de esta dinámica se aplicaron encuestas al principio y final del semestre. La encuesta final fue aplicada en Noviembre de 2005 a un total de 80 alumnos de 9º semestre de la carrera de Ingeniería en Cibernética de la Universidad La Salle. Como resultado de este ciclo muchos de ellos recordaron la importancia de las matemáticas en el desarrollo de aplicaciones, la posibilidad de aplicar conceptos vistos tanto en el área de investigación y tecnología y resaltaron algunas problemáticas relacionadas que confirmaron lo ya encontrado en otros estudios previos. Los puntos mencionados fueron:

- 1) El 73% de los alumnos pidieron más prácticas y casos reales que pudiesen usar como ejemplo en la aplicación de conocimientos avanzados.
- 2) Un 78% denota la falta de aplicación de herramientas derivadas de las TIC y recursos que permitieran una mejor experiencia de aprendizaje.
- 3) Para el 60% de los encuestados existe un desequilibrio en la preparación de los diferentes profesores que imparten las materias, creando una mezcla inadecuada de desarrollo en clase.
- 4) El 50% de los alumnos denota que no existe la visión en investigación por parte del profesor, por lo que no se puede motivar a los alumnos en este aspecto.
- 5) Un 64% opinó que las materias carecen de vinculación entre sí, de esta forma el aprendizaje es sólo específico y deja de ser multidisciplinario.
- 6) El 87% de los alumnos que ya laboran en alguna empresa, hallan carencias en el perfil del egresado en comparación con lo solicitado por las empresas.
- 7) Al igual que en los primeros semestres, un 60% de los encuestados detecta que se intenta dar demasiada teoría en algunas materias y que no se cubre a profundidad.

Es evidente que la problemática presentada anteriormente es bastante compleja y en ningún momento se propone darle una solución a todo. Por esta razón se va a acotar a dos elementos que son una constante de los estudios realizados tanto a profesores como a alumnos:

- Necesidad de vincular el conocimiento teórico-práctico
- Desarrollo de más oportunidades para la aplicación de los conceptos vistos.

La falta de vinculación con la empresa, una amplia gama de laboratorios actualizados y de suficientes proyectos aplicados, restringe a que el docente tenga las herramientas suficientes para generar

interés en sus estudiantes y se vuelve a caer en el modelo tradicional de enseñanza. Es importante resaltar que por un lado, tampoco se pueden tener laboratorios para cada posible situación que el alumno va a experimentar en la vida real, y que sólo el estudio reflexivo de estos, puede dar un mejor entendimiento de la aplicación de estos conceptos en un proceso industrial, tecnológico o de investigación.

Cuando se evaluó la información generada por los cuestionarios y las entrevistas directas, tanto a estudiantes como a profesores, se inició una acumulación de requerimientos para cada una de las necesidades analizadas. Se encontró que era necesaria una estrategia que integrara, por un lado, el manejo de aplicaciones donde el alumno pudiera enfrentar con ejemplos de la vida real o de la industria los temas que está analizando. Por otro lado, se vio que estos ejemplos no podían ser analizados en su totalidad desde la perspectiva de los conceptos de una materia en particular y que no era claro como hacer la integración que se requería. En cuanto al profesor, también se necesitaba que los ejemplos por sí mismos generaran la experiencia que requería el profesor año con año para convertirse en este experto de aplicaciones. Primero se inició analizando la respuesta de los estudiantes cuando se les hablaba de estos temas. La primera propuesta, que dio inicio a este proyecto, se trabajó con dos grupos de la materia de dinámica de sistemas físicos.

Esta materia les fue impartida con el mismo temario pero modificando las metodologías. En un grupo (de control) se vieron los ejemplos de los libros sugeridos, tal y como tradicionalmente se impartía y al otro grupo (experimental) se le aplicó la estrategia de *macroejemplos*. A este grupo se le dió dos sesiones más reflexionando sobre cual era la relación de la materia con diferentes marcos teóricos, el científico, el aplicado, el de su carrera, el de su perfil y la relación con las otras materias. Se ubicó la materia en diferentes tendencias tecnológicas y cuales eran los temas que no se iban a cubrir en el curso, pero que estos conceptos les iban a dar las bases para que en un futuro pudieran conocer más a fondo. Durante el curso se les presentaron los primeros 2 ó 3 ejemplos de los temas propuestos con una descripción mucho más amplia del tema analizado. Por ejemplo, considerando un tema en particular, al grupo control se le describió únicamente el modelo teórico para trabajar el tema denominado "Sistemas de segundo orden", donde se evalúa el comportamiento de una ecuación diferencia lineal de segundo orden:

$$\ddot{x} + 2\xi\omega_n\dot{x} + \omega_n^2x = f(t) \quad (1)$$

Donde los valores de ξ y ω_n son el factor de amortiguamiento relativo y la frecuencia natural respectivamente, x es el desplazamiento y $f(t)$ es la entrada del sistema. Para efectos de este artículo es suficiente comentar que los factores de amortiguamiento y la frecuencia natural se consideran como constantes cuyo valor depende de cada sistema.

Al grupo experimental se le dio una introducción mucho más amplia de las aplicaciones de la materia, su vinculación con todas las materias que han cursado y cursarán en la carrera, se analizaron las tendencias actuales, el estado del arte, y de forma muy general se analizaron los últimos avances del tema. De una clase programada para la parte introductoria, se utilizaron casi 3 sesiones, de dos horas cada una, para esta parte. En el caso del tema propuesto como ejemplo en este artículo, se les comentó que estos sistemas pueden representar la dinámica de diferentes modelos, por ejemplo, un sistema mecánico, como puede ser la suspensión de un automóvil. Aunque los estudiantes no tuvieran la formación de la carrera de Ingeniería Mecánica, se manejaron los conceptos intuitivos que tenían de física y sentido común para las

explicaciones. Se les comentó como primer ejemplo, un sistema con una estructura similar que puede ser propuesta como:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = f(t) \quad (2)$$

Donde m , b y k son constantes que representan la masa del auto o de la llanta, dependiendo de las consideraciones del problema, b el factor de amortiguamiento que representa el efecto del amortiguador y la k que representa la constante de rigidez del resorte. De aquí se puede llegar al modelo presentado en la ecuación (1). En este punto se les presentaron al alumno los casos que de manera intuitiva puede entender sin entrar al detalle de la dinámica de un sistema mecánico en particular, es decir, el mismo tema lo puede entender cualquier estudiante de ingeniería que lleve la materia sin importar su especialidad. Aquí se describe este ejemplo en particular, pero se hizo un estudio de *macroejemplos* relacionados con el área de formación de cada carrera para despertar un mayor interés por parte del alumno. Una vez que el alumno tuvo este contexto se inició con la descripción matemática de la ecuación (1). Los resultados fueron muy interesantes, en cuanto a tiempos era evidente que los *macroejemplos* llevaban mucho más tiempo para su descripción. En el caso de una clase de 2 horas, a veces se podían evaluar 2 o 3 ejemplos como máximo por clase. En el caso sin *macroejemplos*, se podían ver el doble de ejemplos, pero los alumnos entendían mucho menos los conceptos, aunque desarrollaran o trabajaran el doble. En el grupo experimental se empezaron a hacer combinaciones de estas propuestas, porque explicar para cada ejemplo visto en clase, un macroejemplo, era inoperante para la planeación del curso y para poder cubrir todo el temario. Entonces se iniciaron combinaciones de 2 macroejemplos y luego los demás con ejemplos tradicionales para acoplarse a los tiempos ya planeados y lograr cubrir los objetivos.

Es lógico preguntar en este punto, ¿y todo esto, en qué momento está aportando información para que el profesor adquiera la experiencia mencionada? Los temas que se buscaron en los macroejemplos tenían como restricción que fueran problemas que existieran en la vida diaria. En un principio no fue fácil para los profesores que participaban, porque casi siempre caían en los mismos ejemplos vistos, pero esta restricción los forzaba a pensar más en los diferentes problemas que se tienen en la industria o en las áreas con las que se quería relacionar el macroejemplo. Por otro lado, se les pedía a los alumnos que trajeran ejemplos y problemas que ellos tenían y el profesor les ayudaba a plantearlos y a proponer la solución. Es importante mencionar que los ejemplos propuestos por los estudiantes no formaban parte de la propuesta inicial pero en una ocasión, por iniciativa de uno de ellos, se presentó uno de sus pasatiempos con la misma estrategia a sus compañeros. El impacto fue increíble, porque casi la mitad del grupo tomó la misma iniciativa y se tuvieron que plantear clases extras, por iniciativa de los estudiantes, para conocer sus propuestas.

Con esta información, en una siguiente generación, se propuso hacer lo mismo como convocatoria por parte del profesor. Se obtuvieron resultados muy interesantes porque los estudiantes si no tenían un pasatiempo, se involucraban buscando un tema con la misma propuesta, reflexionaban continuamente para analizar cuales eran las aplicaciones posibles. Al final del curso y sin buscarlo, se tenían muchos ejemplos en clase presentados por los alumnos con la guía del profesor. El profesor, al final del curso, escogía los ejemplos presentados y hacía una documentación del ejemplo para utilizarlo en el siguiente curso. En un lapso de dos años, el profesor tenía suficientes ejemplos aplicados, en áreas y temas diversos, que permitían tener una mejor visión del campo profesional de la materia. La estrategia propuesta había generado en poco tiempo una dinámica muy interesante que permitía darle un giro al enfoque del curso.

Se tuvieron varias reuniones con los profesores en el proceso de aplicación de los *macroejemplos* y ellos comentaban que al principio estuvieron a punto de dejar la estrategia por que los estudiantes les ponían casos que no eran tan simples de modelar o proponer y eso los ponía en una situación incómoda. Pero después de un par de cursos, ellos habían desarrollado más habilidades en la generalización de sus propios conceptos a diferentes aplicaciones. No todos los profesores estuvieron dispuestos a continuar ya que la estrategia los forzaba a una preparación y formación continua para la documentación de los macroejemplos, pero por otro lado, varios de ellos, en este momento, están preparando materiales para su posible publicación. Un punto que ha sido clave es el incremento de la motivación tanto de profesores como de alumnos y una clara evolución de los profesores en su desarrollo de clases. Varios de los alumnos que fueron entrevistados en cursos posteriores comentaban que su aprovechamiento había mejorado notablemente y que su perspectiva de las matemáticas y de las materias básicas había cambiado. La cantidad de alumnos que continuaron su formación en el estudio de maestría se incrementó notoriamente. En cuanto a los profesores que continuaron con la estrategia, también en su mayoría buscaron continuar su formación estudiando un posgrado.

El proceso de vinculación con proyectos externos ha tardado un poco más de lo que se había planeado, porque la experiencia adquirida por los profesores y la implementación de la dinámica tuvo que pasar por varios procesos de maduración. Desde hace dos años se ha iniciado con un primer grupo de profesores y estudiantes que están trabajando en este proceso en las áreas de robótica, modelado, optimización, seguridad y proyectos multidisciplinarios.

Conclusiones

En este artículo se hizo una descripción general de esta estrategia, pero sabemos que por cuestión de espacio se tuvieron que omitir varios elementos importantes en el proceso. Uno de ellos es el de la evaluación del impacto con "indicadores" cualitativos y cuantitativos. De igual forma es necesario considerar variables circunstanciales que han impactado el proceso, como son: dinámicas internas de cada grupo, coincidencias en la impartición de clases de profesores en materias previas con diferentes visiones, entre otras. Por último, es importante tener un adecuado seguimiento y documentación del proceso, ya que varios de los efectos se pudieron observar en ex alumnos.

La estrategia de *macroejemplos* ha permitido generar una dinámica de reflexión y de aprendizaje continuo en el aula, incrementar la integración de los conocimientos de otras materias y dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta línea se está trabajando en paralelo con otra propuesta a la que se denominó *proyectos multidisciplinarios*, que ha permitido generar nuevas estructuras que permiten vincular la docencia, la investigación y la multidisciplinaria.

Es irreversible la tendencia hacia una nueva forma de educar a nuestros estudiantes y profesionales en México, como ya se mostró, hay muchas voces e intentos por desarrollar actividades a favor de desarrollar "profesionales reflexivos" mediante el uso más adecuado de un modelo de formación docente.

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer y reconocer las aportaciones hechas por la Mtra. Alma Rosa Hernández, investigadora adscrita al Posgrado e Investigación de la Universidad La Salle, en la revisión final de este documento.

Bibliografía

- BARRÓN TIRADO, Concepción; ROJAS MORENO, Ileana, y SANDOVAL MONTAÑO, Rosa Ma. (1996): "Tendencias en la formación profesional universitaria en educación". En: *Revista Perfiles Educativos*. UNAM. México. Enero-Marzo. N.º 71.
- CINDA–Centro Interdisciplinario de Desarrollo (2007): "Educación Superior en Iberoamérica". Informe 2007. Santiago, Chile.
- CLARK, Donald: "Kurt Lewin". En: <<http://www.nwlink.com/~donclark/hrd/history/lewin.html>> [Consulta: Nov. 2007].
- DÍAZ-BARRIGA ARCEO, Frida, y HERNÁNDEZ ROJAS, Gerardo (2005): *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. 2a. ed, Editorial. Mc. Graw Hill. México.
- DÍAZ-BARRIGA ARCEO, Frida (2006): *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. Editorial. Mc. Graw Hill. México.
- FRIESEL, Anna (2004): *Improving learning potential in Robotics Education by combining different Engineering Disciplines with Teamwork* International Symposium on Robotics and Automation 2004. México.
- GOLDMAN, Marni; WADE, Charles G.; WALLER, Brenda E., y CURTIS W. Frank (2001): "Más allá del salón de clase: Educando a Estudiantes de licenciatura para la investigación y carrera profesional en ciencia de materiales a través del programa CPIMA/SURE". En: *Journal of materials Education*. University of North Texas. EEUU. año/vol. 23, n.º 1-3.
- INFED: "experiential learning". En: http://www.infed.org/support/handouts/experiential_learning.htm [Consulta: Dic. 2007].
- : "Kurt Lewin: groups, experiential learning and action research". En: <http://www.infed.org/thinkers/et-lewin.htm> [Consulta: Dic. 2007].
- LLANO CIFUENTES, Carlos (1996): *La enseñanza de la dirección y el método del caso*. Ed. Instituto Panamericano de alta Empresa. 1ª. Ed. Ed. IPADE, México.
- LEARNING AND TEACHING: *The experiential Learning cycle*. En: <http://www.learningandteaching.info/learning/experience.htm> [Consulta: Dic. 2007].
- MACIEL DE OLIVEIRA, Cristina (2003): "La investigación-acción como estrategia de aprendizaje inicial en la formación del profesorado". En: *Revista Iberoamericana de Educación*. OEI. N.º 33, pp. 91-109.
- PERRENOUD, Philippe (1999): *Diez nuevas competencias para enseñar*. 1a. Ed. Ed. Graó. España.
- : (2001): *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. 1a. Ed. Ed. Graó. España.
- PSICOPOLIS. "Kurt Lewin: groups, experiential learning and action research". En: <http://www.psicopolis.com/Kurt/klutto.htm> [Consulta: Dic. 2007].
- SCHÖN, Donald A. (1983): *El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan*. 1a. Ed. Ed. Paidós. España.
- (1987): *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y aprendizaje de las profesiones*. 1a. Ed. Ed. Paidós. España.
- SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA DE MÉXICO (SEP): "OECD thematic review of tertiary education". En: <http://www.oecd.org/dataoecd/22/45/37746065.pdf> [Consulta: Dic. 2007].
- TAMIR, Pinchas (2005): "Conocimiento profesional y personal de los profesores y de los formadores de profesores". En: *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*. Universidad de Granada, España. Año/vol. 09, n.º 02.

TESOURO Cid, Montse y otros (2007): "Mejoremos los procesos de enseñanza-aprendizaje mediante la investigación-acción". En: *Revista Iberoamericana de Educación*. España. N.º 42/1, Febrero.

TORRES DEL CASTILLO, Rosa María: "Nuevo papel docente ¿Qué modelo de formación y para qué modelo educativo?" En: <http://saberes.wordpress.com/2007/08/04/nuevo-papel-docente-%c2%bfque-modelo-de-formacion-y-para-que-modelo-educativo/> [Consulta: Dic. 2007].

WILDERDOM: "Field Theory – Kurt Lewin". En: <http://www.wilderdom.com/theory/FieldTheory.html> [Consulta: Dic. 2007].