

Cabrera, A. F., Colbeck, C. L. & Terenzini, P. T. (1999). Desarrollo de indicadores de rendimiento para evaluar las practicas de enseñanza en el aula: El caso de ingeniería. Javier Vidal. (ed.). *Indicadores para la universidad: información y decisiones*. Madrid: Ministerio de Educación y Cultura.

DESARROLLO DE INDICADORES DE RENDIMIENTO PARA EVALUAR LAS PRACTICAS DE ENSEÑANZA EN EL AULA: EL CASO DE LA INGENIERÍA.¹

Alberto F. Cabrera, Carol L. Colbeck, Patrick T. Terenzini

*Center for the Study of Higher Education
The Pennsylvania State University*

La educación superior estadounidense ha sido el objeto de intenso escrutinio por parte de varios grupos de poder, quienes han demandado pruebas de su efectividad en la consecución de objetivos educativos (Nedwek & Neal, 1994). Aunque falta un consenso entre gobiernos estatales, legisladores, empresarios, padres de familia, medios de comunicación, y los organismos de homologación de títulos académicos, sobre qué es lo que caracteriza a una institución de educación superior eficaz, estos grupos están de acuerdo en reclamar indicadores que den una idea del rendimiento de las instituciones (Burke & Serban, 1998; Ewell, 1998). Debido a estas demandas, se han hecho considerables esfuerzos para crear indicadores de rendimiento para cada una de las tres las funciones principales de la universidad, es decir, investigación, servicios y enseñanza-aprendizaje. De las tres funciones, la de enseñanza-aprendizaje ha recibido la mayor atención (Burke&Serban, 1998; Whitley, Porter & Fenske, 1992).

Los intentos iniciales de evaluación buscaban indicadores universales de rendimiento. Estos intentos se basaban en la noción de que la excelencia podría ser valorada al examinar la reputación y los recursos de una institución. La popularidad de los informes de Money Magazine, U.S. News & World Report, los perfiles de Barron sobre facultades estadounidense, y la encuesta de Peterson's/AGB sobre indicadores estratégicos, ilustran la creencia de que las clasificaciones basadas en la reputación recogen la efectividad total de una institución. Por otra parte, la medición de recursos descansa en la creencia de que éstos predicen la capacidad de la institución para

¹ Este estudio se vio financiado en parte por un proyecto de la División de Centros de Enseñanza de Ingeniería de la Sociedad Nacional para la Educación de la Universidad Howard (Beca N° 634066D) en apoyo de la Coalición de Escuelas de Ingeniería por la Excelencia en Educación y Liderazgo (ECSEL). Las opiniones aquí reflejadas no coinciden necesariamente con las opiniones o políticas de la Fundación Nacional de la Ciencia, y no se debe presuponer ningún apoyo oficial.

contribuir a la formación y el desarrollo del estudiante, así como su consiguiente incorporación al mercado laboral. En consecuencia, el perfil del estudiantado (e.g. genero, grupo étnico, edad, escores en pruebas estandarizadas, promedio académico, porcentajes de estudiantes matriculados sobre admitidos, porcentaje de deserción escolar), salarios medios del personal, número de libros en las bibliotecas, y de suscripciones a revistas, proporción de doctores por facultad, créditos por estudiante por facultad, créditos por personal de la facultad, titulaciones conferidas, gasto por estudiante y biblioteca, por nombrar tan sólo unos pocos indicadores de recursos, se convirtieron en el base fundamental para medir el éxito de una institución.

A principios de esta década se comenzó a cuestionar la viabilidad de los indicadores de recursos y reputación como mecanismo principal para describir la calidad institucional y pronosticar el desarrollo del estudiante universitario (Ewell, 1998). Al revisar veinte años de investigación, Pascarella y Terenzini (1991) concluyeron que los indicadores de recursos y de prestigio son pobres pronosticadores del éxito de los estudiantes. Una vez que se tomaban en consideración las características del estudiante al momento de su ingreso en la universidad, Pascarella y Terenzini encontraron que los recursos de la universidad o su prestigio no contribuyeron en el aprendizaje del estudiante a largo y ancho de su estancia en la institución. Recientemente, Hackett y Corrigan (1998) llegaron a conclusiones parecidas cuando examinaron indicadores de estabilidad financiera. A pesar de que internacionalmente se les reconoce como indicadores del éxito, las medidas globales de estabilidad financiera (e.g. gasto por estudiante, porcentaje de admisión, salario medio en la facultad) no predijeron la capacidad de las universidades para mantener un número elevado de nuevos estudiantes, o para cumplir con sus compromisos financieros. Hackett y Corrigan concluyeron que las universidades más efectivas eran aquellas cuyos programas y políticas se basan en indicadores que reflejan el éxito de los estudiantes (por ejemplo, el no abandono de los estudiantes).

El centrar la atención en los resultados demostrables cumple un papel cada vez más importante en la política pública. Ewell (1998) estima que dos tercios de los estados han desarrollado directivas de evaluación que obligan a las instituciones educativas a establecer mecanismos para evaluar e informar del rendimiento de los estudiantes. Las observaciones de Ewell sobre los cambios en la orientación de las políticas públicas parecen haber sido confirmadas por un reciente estudio del uso de indicadores de rendimiento en once estados. Burke y Serban (1998) se encontraron con que menos de un 15% de los once estados que investigaron utilizaban índices de reputación o recursos. Por el contrario, la mayoría de los estados investigados han introducido, para guiar su política, indicadores que miden impactos y resultados, particularmente en el área del desarrollo cognitivo del alumno.

El énfasis en la información sobre la contribución de la institución en desarrollo del estudiante esta comenzando a influir las prácticas de financiación por parte de los estados. Algunas iniciativas estatales como la Ley de Reorganización de la Educación Superior de Maryland de 1998 buscan el cambio institucional al hacer que la financiación pública dependa del éxito de las universidades en que los estudiantes se gradúan, así como de que se desarrollen habilidades y adquieran conocimientos. El Plan de Nueva York de 1998 propone la asignación de fondos públicos entre el 3 y el 5 por ciento sobre la base de cuatro grupos principales de indicadores del rendimiento: “resultados del estudiante”, “resultados del profesorado”, “robustez académica” y

“calidad de los servicios del campus”. Aunque pocos estados han adoptado la financiación basada en el rendimiento, Burke y Serban (1998) estiman que al finalizar el siglo algo más del 50% de los estados habrán adoptado sistemas en los que parte de los fondos públicos destinados a los centros de educación superior estarán ligados al rendimiento demostrable².

El interés en el desarrollo de los estudiantes también se ve aumentado por los empresarios, que piden titulados universitarios capaces de trabajar en equipo y resolver problemas prácticos (Augustine, 1996; Black, 1994; Bucciarelli, 1998). En 1992, el Consejo Nacional de Objetivos Educativos, por ejemplo, declaró que los resultados del desarrollo de los estudiantes, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la comunicación eficaz y los valores cívicos, eran esenciales a la hora de juzgar la eficacia de los centros educativos. Las agencias de homologación de las titulaciones, han contribuido a esta tendencia al cambiar su foco de interés de las medidas globales de reputación y recursos a indicadores de eficacia de la enseñanza. En 1996, la agencia de homologación de la Asociación de Facultades y Escuelas del Medio Oeste (Middle States Association of Colleges and Schools) puso la enseñanza y el aprendizaje como eje central de su autoevaluación institucional. Recientemente, la Comisión de homologación del Norte-Central (North Central Accreditation Commission) animó a los evaluadores de las universidades a poner especial énfasis en los avances de los estudiantes en las destrezas de trabajo en grupo y resolución de problemas. A estos esfuerzos se suman los organismos profesionales de homologación. El consejo de Homologación de Ingeniería y Tecnología (ABET), único organismo responsable de homologar los títulos de ingeniería en los EE.UU., puso en marcha recientemente criterios que pedían a las facultades que para el año 2001 demuestran que sus estudiantes han desarrollado 11 habilidades, incluyendo las habilidades de “diseñar sistemas o componentes, o “realizar un proceso según las necesidades”, “trabajar en equipos multidisciplinares” y “comunicarse con eficacia”. (ABET, 1998).

Este documento describe los resultados de un proyecto de evaluación que busca desarrollar indicadores de rendimiento de avances educativos para estudiantes de ingeniería. El estudio también busca documentar la relación entre las prácticas en el aula y los avances educativos. El estudio es parte de una evaluación continua de una profunda reforma curricular puesta en marcha por siete universidades interesadas en introducir el diseño en sus cursos y de fomentar la diversidad entre sus estudiantes. Las Universidades son miembros de la ECSEL, e incluyen el City College of New York, Howard University, Massachusetts Institute of Technology, Morgan State University, Penn State University, University of Maryland, y University of Washington.

Fundamentos Conceptuales.

La base conceptual de este estudio procede de dos fuentes; la literatura de la evaluación y el modelo de Enseñanza para el Desarrollo de Competencias Profesionales (Cabrera, Colbeck & Terenzini, 1998).

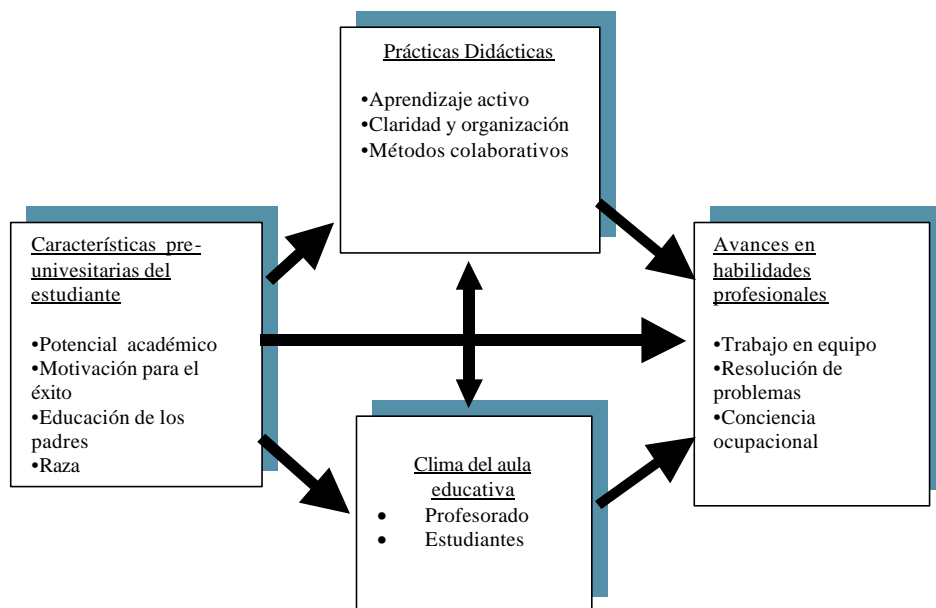
Evaluación. La literatura de la evaluación sugiere al menos tres condiciones necesarias para desarrollar indicadores de rendimiento adecuados (Bordern & Banta,

² Esta estimación basada en una encuesta telefónica de 1997 de todos los encargados estatales de financiación de la Educación Superior en los 50 Estados, Puerto Rico y el Distrito Columbia.

1994; Gaff, Ratcliff y Asociados, 1996). Para empezar, los datos producidos por un indicador de rendimiento son significativos cuando los define el usuario. Los datos deben informar al usuario de algo de importancia sobre lo que está ocurriendo en un centro de forma que mejore las decisiones (Ewell, 1997, 1998). Segundo, los indicadores de rendimiento son mejores si se les utiliza en grupo. La información que proporcionen debe dar una imagen global de un área estratégica del centro, para poder apoyar decisiones estratégicas (Ewell, 1997). Tercero, los datos deben dar información sobre el input y los procesos asociados con un resultado o función en particular (por ejemplo, gestión de matrículas, aprendizaje, enseñanza, servicios comunitarios) (Banta & Borden, 1994). Mientras las primeras dos condiciones se pueden cumplir involucrando al usuario en el diseño de los indicadores, la tercera condición requiere conocimiento de los procesos educativos.

El modelo de Enseñanza para el Desarrollo de Competencias Profesionales (Cabrera, Colbeck & Terenzini, 1998). Este modelo (ver Figura 1) se basa en varias conceptualizaciones sobre el impacto que los profesores, el aula y las actividades extra-curriculares pueden tener en el aprendizaje del estudiante (e.g. Terenzini, Springer, Pascarella y Nora, 1995). El modelo de desarrollo de competencias profesionales describe el aprendizaje y desarrollo del estudiante como un producto de la interrelación entre las características pre-universitarias del estudiante y de las experiencias del estudiante en el contexto institucional. Las características pre-universitarias del estudiante incluyen su capacidad académica, su estatus socio-económico, sus aspiraciones educativas, el grupo étnico a que pertenece y su género. El contexto institucional está compuesto por actividades en el aula y fuera de ella. Las experiencias en el aula incluyen la exposición a los métodos de enseñanza, al currículo y a la interacción con los compañeros y el profesorado. Las experiencias fuera del aula incluyen las actividades extracurriculares, el trabajo en el campus o fuera de él y la interacción social. Ambos tipos de experiencia contribuyen al desarrollo del alumno; pero las experiencias en el aula parecen tener una mayor y más variada influencia en el resultado obtenido por el estudiante (Volkwein, 1991; Volkwein & Lorang, 1996). En el Modelo Revisado de Integración del Estudiante, Tinto (1997) planteó las experiencias en el aula como el punto central donde convergen las experiencias sociales y académicas del estudiante en la facultad. Por lo tanto, el modelo de enseñanza para el desarrollo de competencias profesionales hace hincapié en las prácticas en el aula y propone que las características del estudiante previas a la universidad, las técnicas de enseñanza y el ambiente en el aula como indicadores para predecir las mejoras en la competencia profesional del estudiante. El modelo también supone que las técnicas de enseñanza y el ambiente en el aula tienen una única contribución en el desarrollo del estudiante, así como una contribución compuesta al reforzarse mutuamente. La siguiente sección presenta una revisión detallada de la literatura utilizada el desarrollo de nuestro modelo.

Figura 1. Modelo de enseñanza para el desarrollo de competencias profesionales



Revisión bibliográfica.

Características pre-universitarias del estudiante: Capacidad y antecedentes. Los estudiosos del impacto de la universidad han mostrado que las características del estudiante en el momento de la matriculación influyen el tipo y la magnitud del cambio que va a experimentar en su camino hacia la conclusión de sus estudios. Entre los factores que se sabe o se presume que afectan al aprendizaje del estudiante en la facultad se encuentran: su capacidad intelectual, sus aspiraciones educativas, y el nivel educativo alcanzado por sus padres (Astin, 1993, Pascarella y Terenzini, 1991).

Características pre-universitarias del estudiante: Sexo y grupo étnico. Las investigaciones han mostrado que, bajo ciertas circunstancias, el sexo y el grupo étnico influyen sobre el qué y el cómo aprenden los estudiantes. (Oakes, 1990). Las opiniones difieren, sin embargo, sobre las razones para las diferencias relacionadas con el sexo y el grupo étnico. El argumento más convincente es el de los diferentes estilos de aprendizaje (Belenky, Clinchy, Goldberger & Tarule, 1986; Lundeburg & Diemert, 1995; Baxter-Magolda, 1992; Martínez-Alemán, 1997). Según este enfoque, las mujeres y las minorías prefieren ambientes de aprendizaje cooperativos, porque sus estilos de aprendizaje hacen hincapié en el conocimiento relacionado, la resolución colectiva de problemas y el conocimiento basado en interacciones sociales. Por el contrario, los hombres de origen anglosajón prefieren la pedagogía tradicional debido a que sus estilos de aprendizaje son más analíticos, competitivos e individualistas (Por ejemplo Belenki et al., 1986). Los resultados de las investigaciones sobre los estilos de aprendizaje basados en el sexo o el grupo étnico no son concluyentes. El estudio cualitativo de Lundeburg y Moch (1995) sobre las mujeres que asistían en una universidad privada femenina en el Medio Oeste, concluyó que las mujeres preferían el aprendizaje

cooperativo. Lundeburg y Moch también observaron que el aprendizaje cooperativo promovía la aceptación de riesgos intelectuales y la interrelación de conceptos. Por otro lado, Tinto (1997) descubrió que el aprendizaje cooperativo era eficaz a la hora de mejorar la permanencia en la universidad, independientemente de sexo o grupo étnico del estudiante.

Experiencias en el aula. El interés en las experiencias en el aula se ha incrementado a medida de que la investigación esta documentando una relación muy fuerte entre lo que pasa en el aula y el desarrollo académico y cognitivo del estudiante (por ejemplo, Astin, 1993; Pascarella & Terenzini, 1991; Tinto, 1997; Volkwein, 1991; Volkwein, King & Terenzini , 1986; Volkwein & Cabrera, 1997, 1998). Esta investigación también define las experiencias en el aula como un fenómeno complejo que incluye los métodos de enseñanza, el currículo impartido, el currículo tal como lo perciben los estudiantes y la atmósfera de constante intercambio entre el estudiante, el profesor y los demás estudiantes. (Cabrera & Nora, 1994; Ewell, 1996; Stark & Lataca, (1997). La experiencia en el aula es tan importante para el desarrollo del alumno que Tinto (1998) revisó recientemente su Modelo de Integración del Estudiante al colocar las experiencias en el aula en el punto central en el que convergen las experiencias sociales y académicas del estudiante en el Centro

En vista de la importancia de la experiencias en el aula para el desarrollo de los estudiantes, no es extraño que se haya dado gran importancia a las fuerzas que moldean la experiencia en el aula. De igual manera, el currículo tanto explícito como implícito (Stark & Lataca, 1997), la frecuencia y naturaleza de las interacciones con el profesorado en el aula y fuera del aula (Pascarella & Terenzini, 1991), los estilos de aprendizaje del estudiante (Belenki, et al., 1986), clima racial y de géneros (Cabrera & Nora, 1994; Hurtado, 1992; Whitt, Pascarella, Edison, Nora & Terenzini, 1998), y el carácter de las técnicas de enseñanza (Murray, 1991) han recibido cada vez más reconocimiento como importantes componentes de las experiencias en el aula.

Experiencias en el aula: Métodos didácticos. La investigación sobre la influencia de las actividades educativas en el aprendizaje del estudiante es poco concluyente. La revisión de Kulik y Kulik (1979) sobre la efectividad de la enseñanza universitaria les lleva a sugerir que el aprendizaje tenía más que ver con la motivación individual del alumno que con lo que el profesor hace en el aula. La revisión de Murray (1991) sobre la investigación de las conductas educativas de el profesorado lo llevo a la conclusión contraria.

El diseño de las investigaciones y las cuestiones de medidas pueden haber impedido a los investigadores alcanzar conclusiones firmes sobre el papel de las actividades educativas (Abrami, 1985; Murray, 1991). Murray (1991) encontró menores problemas de medida cuando los estudios se enfocaban en prácticas de enseñanza que son concretas y observables, o de “baja inferencia”³. En comparación con las medidas de alta inferencia, las conductas de baja inferencia se prestan menos a una interpretación

³ Murray caracteriza practicas educativas concretas y observables como de “baja inferencia”; esto es, el investigador puede señalar si la conducta fue observada sin necesidad de inferir su existencia. Una conducta educativa de baja inferencia seria ‘El profesor explica el temario del curso y hace explicito a los estudiantes los objetivos del curso y criterios de evaluacion del desempeño escolar’.

parcial y es más probable que sean notadas por más de un observador⁴. A pesar de la superioridad metodológica de los estudios de baja inferencia sobre los de alta inferencia, la revisión bibliográfica realizada por Murray (1991) encontró que el enfoque de alta inferencia era dominante en la investigación de los efectos de actividades educativas. Murray también encontró un fallo en la investigación de las actividades educativas: la falta de estudios que examinasen la conexión entre los métodos educativos en el aula y los avances en el aprendizaje y motivación de los estudiantes.

Independientemente de los problemas metodológicos, la investigación sobre la enseñanza universitaria ha alcanzado dos grandes conclusiones respecto a las prácticas en el aula. Su naturaleza es multidimensional, y su efectividad a través de cada dimensión puede variar en función de la habilidad que estemos considerando (McKeachie, 1988, 1990; Murray, 1991; Kulik & Kulik, 1979). La claridad del profesor, por ejemplo, ha resultado ser proporcional al éxito en el rendimiento escolar del estudiante (Feldman, 1989) y a la motivación del estudiante para volver a matricularse al año siguiente (Murray, 1983). Se ha descubierto que el *feedback* específico e inmediato mejora el dominio de las lenguas extranjeras (Cadle & Como, 1981) y el desempeño escolar (Kulik & Kulik, 1979). Mientras que tanto las clases dictadas como las clases en que hay discusión producen adquisición de conocimientos, las clases en las que hay discusión son más eficaces para mejorar la capacidad de resolver problemas (Kulik & Kulik, 1979). Además de la discusión en clase, las habilidades de pensamiento crítico del estudiante se pueden mejorar mediante el estímulo de los profesores y el establecimiento por parte del profesor de procedimientos para la resolución de problemas (McKeachie, 1988, 1990).

De entre las prácticas didácticas, el aprendizaje cooperativo ha sido elegida como la más prometedora a la hora de desarrollar al alumno (Tinto, 1997, 1998). El aprendizaje cooperativo incluye el esfuerzo intelectual colectivo por parte de grupos de estudiantes. La práctica del aprendizaje cooperativo en las aulas de las facultades se basa en la presunción de que los procesos de entablar una conversación sobre una tarea o problema específico, aumenta el pensamiento reflexivo de los participantes, y, por tanto, su adquisición de conocimientos (Buffee, 1984). La investigación sobre este método educativo indica que esta pedagogía mejora positivamente la habilidad del estudiante para resolver problemas, incrementa su sensibilidad hacia los sentimientos de sus compañeros, lo ayuda a tener una actitud positiva hacia la asignatura, le facilita el desarrollo de sus habilidades en liderazgo, y lo motiva a persistir hasta la culminación de sus estudios universitarios (Cabrera, Nora, Bernal, Terenzini, & Pascarella, 1998; Johnson, Johnson & Smith, 1991; Levin & Levin, 1991; McKenzie, 1990; Pascarella & Terenzini, 1991; Tinto, 1997).

En la educación de futuros ingenieros, el conocimiento cooperativo ha ganado en reconocimiento como un método prometedor a la hora de desarrollar habilidades relevantes para la vida laboral. Bucciarelli (1988) señala que, en el lugar de trabajo, los ingenieros trabajan a menudo en equipo para resolver problemas de diseño. Además hace hincapié en que los procesos de diseño sólo tienen buen resultado cuando los miembros del equipo se comunican de manera fluida entre ellos. Así pues, los

⁴ Descripciones tales como: "El profesor es amistoso" y " El profesor escucha las ideas de los estudiantes con una mente abierta" son ejemplos de descripciones que demandan una gran cantidad de inferencia por parte del evaluador.

estudiantes tendrán más facilidad para desarrollar competencias relacionadas con el trabajo en la medida que la clase imita el ambiente laboral.

La investigación también concluye que las técnicas educativas necesitan reflejar la asignatura para ser eficaces. El énfasis en el diseño y la tutoría ha demostrado ser un método viable en la educación de futuros ingenieros (McMartin, Duzer & Agonino, 1998). Según Schon (1987), el diseño, a diferencia del caso de problemas rutinarios, no puede enseñarse utilizando métodos tradicionales de clases dictadas o métodos de discusión. El diseño es el arte de desarrollar soluciones creativas para problemas abiertos y es una habilidad necesaria en muchas profesiones (Schon, 1987). Los estudiantes pueden aprender diseño a través de la práctica a medida que se les guía mediante una frecuente interacción con un tutor experimentado y estimulante (Dally & Zhang, 1993; Dym, 1994, Schon, 1987).

Experiencias en el aula. Atmósfera en el aula. Mientras que la naturaleza de la actividad en el aula es en sí misma importantísima para alcanzar los objetivos del estudiante, un clima en el aula de tolerancia hacia la diversidad también juega un gran papel. Un clima impregnado por el prejuicio y la discriminación por parte de los profesores y los compañeros se ha convertido en un factor explicativo de las diferencias que existen entre hombres blancos, minorías y mujeres en sus tasas de abandono en las licenciaturas en ciencias puras y de ingeniería (Cabrera & Nora, 1994; Cabrera et al., 1998, Drew, 1996, hurtado, 1992, 1994; Eimers & Pike, 1997; Fleming, 1994; Whitt et al). Varios investigadores han concluido que existe una relación inversa entre las experiencias negativas que han tenido las mujeres en la universidad y cómo perciben su habilidad par estudiar Ciencias Exactas o Ingeniería (Drew, 1996; Sax, 1994; Hall & Sandler, 1982; Strenta, et al. 1994). En particular, Seymour y Hewitt (1997) descubrieron que las mujeres citaron una atmósfera hostil en las aulas como un factor clave en su decisión de cambiar de carrera.

Resultados en Aprendizaje y Desarrollo: Líderes académicos e industriales, así como las agencias de homologación están de acuerdo en que cuatro años de universidad deben desarrollar las aptitudes del estudiante para resolver problemas, pare mejorar su habilidad para trabajar en equipo e incrementar su habilidad para comunicarse, de tal suerte que el alumno esté preparado para las demandas del ámbito laboral. (Ewell, 1998). Para este estudio, Jones y asociados (1994, 1997) examinaron las opiniones del profesorado, administradores y empleadores acerca de qué habilidades profesionales el egresado en ingeniería debería de satisfacer para ser eficiente. Los resultados de los estudios Delphi conducidos por Jones y sus asociados revelaron áreas de consenso entre los tres grupos mencionados sobre los componentes del pensamiento crítico y las habilidades de resolución de problemas y de comunicación que el futuro ingeniero debería de poseer.

Habilidades Interpersonales de Grupo. El profesorado, los administradores y los empresarios, están de acuerdo en que los estudiantes deberían desarrollar habilidades interpersonales y de grupo e interpersonales. Estas habilidades incluyen: ser capaz de identificar las necesidades de los miembros del equipo de trabajo, la habilidad para motivar a los miembros del equipo y la capacidad para gestionar los conflictos interpersonales⁵(Jones, 1994).

⁵ Los resultados de los estudios Delphi emprendidos por Jones son consistentes con la literatura. En el lugar de trabajo, los individuos a menudo trabajan en grupo para resolver problemas

Habilidades de resolución de problemas. Resolver un problema implica varias etapas que incluyen la identificación del problema y la generación, selección y puesta en práctica de una solución (Dougherty & Fantaske, 1996). A menudo, la resolución de problemas incluye habilidades asociadas con el pensamiento crítico, tales como recopilar y evaluar información, análisis de argumentos, desarrollo de hipótesis y formular conclusiones (Jones, et al. 1994).

Habilidades de Diseño. El diseño implica la habilidad para solucionar problemas complejos y mal definidos que pueden tener muchas soluciones (Schon, 1987). Además de creatividad, el diseño a menudo implica la capacidad para visualizar las condiciones que se deben de satisfacer para que el producto o el sistema bajo diseño cumpla con los requisitos establecidos en materia de producción, costo y funcionalidad (Dym, 1994). Los problemas de diseño son consustanciales a la ciencia y a la ingeniería, la arquitectura, el arte, la música, la economía y a las profesiones médicas (Dougherty & Fantaske, 1996; Schon, 1987). Los nuevos criterios de homologación para facultades de ingeniería requieren que los graduados con título de Licenciado en Ingeniería muestren un grado de competencia en el diseño (ABET, 1998).

Mientras que hay un cierto consenso en las habilidades que deben desarrollar los estudiantes universitarios, especialmente los de ingeniería, no está tan claro el cómo deben desarrollarse dichas habilidades. Nuestra revisión de la bibliografía indica que las prácticas educativas deben realizar una gran contribución al avance del estudiante en cuanto a sus habilidades profesionales. El propósito de este estudio era investigar la relación entre actividades didácticas en las aulas de ingeniería y el desarrollo percibido por el estudiante de sus habilidades profesionales.

Fuentes de Datos y Métodos.

Muestra.

En 1998, 1.258 estudiantes matriculados en cursos de ingeniería en ECSEL, una asociación de siete facultades de ingeniería financiada por la NSF, rellenaron un cuestionario de respuesta múltiple. Los cuestionarios fueron entregados a 936 estudiantes de centros de ECSEL y a 322 estudiantes de centros no incluidos en ECSEL. Las clases en ECSEL tendían a los proyectos prácticos y al trabajo en equipo mientras que en los otros centros se tendía al sistema tradicional de clases magistrales y discusión.

Cuestionario.

El cuestionario se organizó en cuatro áreas: (1) Características pre-universitarias del estudiante, (2) prácticas educativas que el estudiante realizó en el curso en cuestión, (3) percepciones del estudiante del clima del aula, y (4) informes del estudiante sobre el desarrollo de sus habilidades como resultado del curso en cuestión. Los ítems que

(Bucciarelli, 1988). La investigación sobre los grupos en los lugares de trabajo revela que hay tres tipos de comunicación involucrados en el funcionamiento eficaz de un grupo: Discusiones sobre la tarea, discusiones sobre el proceso para lograr cumplirla, y comunicación sobre las relaciones personales de los integrantes del grupo (Jehn, 1997). Así pues, es deseable que la facultad promueva las condiciones que posibiliten que los estudiantes desarrollen habilidades de tareas, de proceso y de comunicación relacional entre los miembros del equipo.

abarcaran cada uno de las cuatro áreas del cuestionario se desarrollaron a partir de la teoría del aprendizaje, de la investigación sobre los estudiantes universitarios, y a partir de estudios Delphi llevados a cabo por Jones y sus asociados (1994).

Características pre-universitarias: Cincuenta y siete por ciento de los que contestaron el cuestionario eran estudiantes de primer curso, cuarenta y tres por ciento estudiantes del tercer curso o superior. El setenta y tres por ciento de los entrevistados eran hombres y el 58.2 por ciento eran de origen Caucásico. El entrevistado medio tenía padres universitarios y tenía planes de obtener un Máster (Ver tabla 1).

Experiencias en el Aula. Esta sección del cuestionario contenía 26 ítems que reflejaban prácticas didácticas y el clima del aula. Se pidió a los estudiantes que indicaran con qué frecuencia su profesor emprendía alguna de las 20 prácticas didácticas. También se les pidió que contaran sus experiencias respecto al clima del aula. La escala iba de 1 a 4, siendo 1="nunca", 2="ocasionalmente", 3="a menudo" y 4="muy a menudo/casi siempre". Las 20 ítems relacionados con las pedagogías se obtuvieron de la literatura científica que identifica enfoques y actividades educativas eficaces. También se invirtió considerable esfuerzo en asegurar que estos ítems describieran conductas de enseñanza específicas y observables (Murray, 1991). Las seis cuestiones relativas al clima del aula fueron adaptadas a partir de la escala de percepción del prejuicio y la discriminación (Cabrera & Nora, 1994), y tenían por objeto medir las percepciones del estudiante de un clima en el aula de tolerancia hacia mujeres y minorías.

Un análisis factorial de los 26 ítems de las experiencias en el aula indicó que estos ítems se agrupaban en cinco factores o dimensiones. Esta solución de cinco factores explicó 62.2 por ciento de la variación en la matriz de correlación. Tres dimensiones corresponden a prácticas didácticas. Dos dimensiones se refieren a las percepciones de un ambiente en el aula de tolerancia hacia las mujeres y minorías.

Prácticas educativas. El principal factor de análisis identificó tres factores de prácticas didácticas. El aprendizaje colaborativo incluía siete prácticas que fomentaban la interdependencia entre estudiantes que trabajaran en grupo. El aprendizaje activo incluía cinco prácticas educativas que enfatizaban la comunicación frecuente, detallada y de apoyo entre el profesor y los estudiantes. Bajo claridad y organización se incluyeron tres prácticas que enfatizan claridad y organización de la cátedra (Ver Apéndice A, que lista los ítems por cada escala). La consistencia interna de estas escalas era alta e iba de .77 a .88. (Ver Tabla 1).

Clima del aula. Se hicieron seis ítems para medir las percepciones de los estudiantes respecto a mujeres y minorías. Dos ítems preguntaban si el estudiante percibía que el profesorado trataba a las mujeres y a las minorías de igual manera que a los estudiantes varones y blancos. Los resultados del análisis de factores indicaron estas seis cuestiones en dos dominios distintos: Clima del profesorado y clima entre los compañeros (El Apéndice A incluye los rasgos de ambas escalas⁶). Estas dos escalas son muy fiables (α s=0.86, 0.89).

Indicadores de los resultados del aprendizaje. Se pidió a los estudiantes que informaran del progreso que creían estar haciendo en 24 áreas como resultado del curso. El progreso se indicaba en una escala del 1 al 4, donde 1="ninguno", 2="ligero",

⁶ Una copia completa del cuestionario puede ser solicitada al primer autor.

3="moderado", 4="mucho". Los ítems se sacaron principalmente, aunque no exclusivamente, de una serie de estudios Delphi de Jones (1994) y Jones y colaboradores (Jones et al. 1994). Jones y sus colaboradores buscaban clarificar y promover el consenso entre los miembros del profesorado, los administradores de la facultad, y los empresarios a la hora de definir los componentes del "pensamiento crítico", la "resolución de problemas", y las "habilidades de comunicación". Los ítems se desarrollaron también para reflejar con la mayor fiabilidad posible, 7 de los 11 resultados del aprendizaje expresados en Engineering Criteria 2000 (1998) de la ABET.

El análisis factorial indicó tres factores de mejora en habilidades: avance en las habilidades de trabajo en grupo (4 ítems), avance en las habilidades de resolución de problemas (12 ítems), avances en la conciencia profesional (4 ítems). Esta solución factorial reveló que los tres factores en su conjunto explicaron el 64.4 por ciento de la varianza en la matriz de correlaciones. La consistencia interna de las tres escalas también era alta, yendo de 0.81 a 0.94. El apéndice A lista los ítems que componen cada escala.

Tabla 1. Estadísticas Descriptivas

Variable	N	%	Media	S.D.	Fiabilidad De la Escala
Genero					
Masculino	888	73.3	-	-	-
Femenino	324	26.7	-	-	-
Condición étnica					
Afro-Estadounidense	180	15.4	-	-	-
Asiatico-Estadounidense	234	20.0	-	-	-
Hispano	64	5.4	-	-	-
Indio-Americano	10	0.9	-	-	-
Caucásico	680	58.2	-	-	-
Máxima educación de los padres	1,225	-	5.4 (Licenciatura)	1.74	-
Aptitud Académica Scholastic Aptitude Score (SAT)	899	-	1,253.7	163.59	-
Título deseado	1,231	-	2.09 (Master)	.62	-
Division					
Baja (primero y segundo años)	671	57.0	-	-	-
Superior (tercero y cuarto años)	507	43.0	-	-	-
Ambiente de Clase					
Por parte del profesorado	1,094	-	3.74	.59	.86
Por parte de estudiantes	915	-	1.50	.72	.89
Prácticas Didácticas					
Aprendizaje activo	1,167	-	2.46	.72	.88
Aprendizaje colaborativo	1,166	-	3.14	.68	.83
Claridad y organización	1,231	-	3.15	.66	.77
Habilidades:					
Resolución de problemas	1,119	-	2.84	.67	.94
Trabajo en equipo	1,211	-	2.87	.87	.92
Conciencia ocupacional	1,235	-	2.83	.69	.81

Prácticas en el aula y Resultados del aprendizaje.

Clima en el aula. Los estudiantes no percibieron que el profesorado tratase de forma diferente a las mujeres con relación a los hombres ($t=-.514$, $p=.604$). Sin embargo, las minorías percibieron que el profesorado los trataba de manera diferente que a los estudiantes de origen Caucásico ($t=-2.52$, $p<.000$). Los resultados también indican un clima hostil hacia las mujeres por parte de los estudiantes varones. Tanto en clase como en el trabajo en equipos, las mujeres y las minorías se sintieron tratados injustamente por sus homólogos caucásicos ($t=5.7$, $p<.000$) y masculinos ($t=3.72$, $p<.000$).

Predictores de los resultados del aprendizaje. Análisis de regresión múltiple se llevaron a cabo para evaluar la contribución relativa de las tres prácticas didácticas en los avances en habilidades de trabajo en grupo, resolución de problemas, y avances en conciencia profesional. En todos los modelos de regresión se utilizó la opción de eliminación de casos listwise⁷.

Para examinar si la variación en el desarrollo del estudiante tenía más que ver con sus características anteriores a los estudios que con las prácticas didácticas, se agruparon los factores en dos bloques. Cada bloque se introdujo de forma secuencial en el modelo de regresión múltiple. El primer bloque, denominado Modelo Base, incluía medidas de la aptitud académica (puntos SAT), la motivación (el mayor grado esperado), status socioeconómico (educación superior de los padres), género, grupo étnico, división (estudiante de primeros o últimos cursos), y percepción del clima del aula. El segundo bloque incluyó las tres prácticas didácticas (aprendizaje activo, aprendizaje colaborativo y claridad y organización).

La tabla 2 resume los resultados de los tres análisis de regresión (uno por cada habilidad). La primera columna muestra la proporción de la varianza explicada en cada uno de los avances en las habilidades atribuibles a las características pre-universitarias del estudiante, su motivación y su percepción del clima de clase (Modelo Base). A modo de ejemplo, tómese el caso sobre el avance de la habilidad para trabajar en equipo. La tabla 2 muestra que el modelo base explicó 4.1 por ciento de la varianza en el avance en la habilidad de los estudiantes para trabajar en equipo. La segunda columna muestra la proporción de varianza explicada en cada habilidad tras añadir las prácticas didácticas al modelo base (Modelo Expandido). Siguiendo con nuestro ejemplo, los resultados indican que en su conjunto las características pre-universitarias de los alumnos, su motivación, su percepción del clima del aula junto con las prácticas didácticas a las que les fueron expuestos en la clase explicaron el 27 por ciento de la varianza en los avances en la habilidad para trabajar en equipo. La última columna señala el cambio neto en el valor de la varianza explicada (R^2) que acompaña la entrada del conjunto de las actividades didácticas. Esta última columna se obtiene al sustraer la varianza explicada por el Modelo Base de la varianza explicada por el Modelo Expandido. Esta columna pone de relieve la contribución de las actividades didácticas para el aprendizaje del alumno por encima de la contribución asociada con características pre-universitarias, motivación, y percepciones del clima del aula. Del total del 27 por ciento de la varianza explicada en la habilidad para trabajar en equipo, por ejemplo, el 23 por ciento de la misma es atribuible a las tres prácticas didácticas.

⁷ La selección listwise elimina todos los casos en que falten valores en alguna de las variables independientes.

Tabla 2. Contribución de practicas didácticas a la varianza explicada en los avances en habilidades profesionales

<i>Avances en:</i>	R^2 Modelo de base ¹ (1)	R^2 Modelo Expandido (después de añadir practicas didácticas al modelo de base) (2)	R^2 Cambio en varianza debido a practicas educativas Subtraer (1) de (2)
Habilidad para trabajar en equipos	.041	.270	.229**
Habilidad para solucionar problemas	.022	.333	.311**
Conciencia ocupacional	.035	.251	.216**

¹ Este modelo incluye características pre-universitarias del estudiante, su motivación, división y sus percepciones del clima en el aula

** $p < .001$

Como se puede ver en la tabla 2, los modelos de regresión múltiple explicaron el 27%, el 33.3% y el 25% de la varianza en los avances en habilidades para trabajar en equipo, solucionar problemas y avances en conciencia profesional (ver columna 3 en la tabla 2). Particularmente interesante es el hecho de que las actividades didácticas explicaban la mayoría de los avances (ver columna 4 en tabla 2). Las actividades didácticas contribuyeron al 23%, 31% y 22% de la varianza en los avances en trabajo en equipo, solución de problemas y en conciencia profesional. Por otro lado las características del estudiante anteriores a la universidad, año que se cursaba y clima de la clase apenas explicaban un 4% en la variación de avances en su desarrollo profesional (ver columna 2 en tabla 2).

El aprendizaje activo y el aprendizaje cooperativo fueron las dos prácticas didácticas que mejor permitieron predecir los avances en las tres destrezas profesionales (ver tabla 3). La importancia relativa de la práctica didáctica, determinada con betas estándar, variaba con el resultado del aprendizaje en cuestión. La interacción con el profesor y la realimentación (aprendizaje activo), estaba muy ligada a mejoras en habilidades de trabajo en grupo, resolución de problemas y conciencia profesional. Tal y como cabría esperar, el aprendizaje cooperativo era el factor principal declarado por los estudiantes cuando se trataba de mejoras en sus habilidades para trabajar en equipos. Sin embargo, el aprendizaje cooperativo también está ligado a mejoras en resolución de problemas y conciencia profesional. Aunque las mejoras en las habilidades de trabajo en equipo están dominadas por el uso de técnicas cooperativas, los resultados muestran que una participación activa por parte del profesor es relevante. Un profesor que interactúe frecuentemente con sus los estudiantes dentro y fuera del aula, y que proporcione un *feedback* detallado y frecuente sobre los trabajos y exámenes del curso contribuye a los avances del estudiante en habilidades de trabajo en grupo.

La claridad y la organización ejercen efectos positivos y significativos sobre todos los resultados del aprendizaje, excepto el trabajo en grupo. Cuanto más explicaban los profesores los trabajos que pedían a los estudiantes y el material organizado del curso, más ganaban los estudiantes en habilidades de resolución de problemas a la vez que se vuelven más conscientes de los que representa la ocupación de ingeniero.

Tabla 3. Peso relativo de las variables independientes en mejoras en habilidades (Betas estándar)

Variable	Mejoras en Habilidades		
	Trabajo en Equipo	Resolución de Problemas	Conciencia ocupacional
Hombre v. Mujer	.011	.063	.097**
Condición étnica			
Afro-Estadounidense	-.069	.014	-.013
Asiatico-Estadounidense	.051	-.008	.028
Hispano	-.004	.012	.013
Máxima educación de los padres	.033	.003	-.019
Aptitud (SAT)	-.169**	-.075	-.133**
Título esperado	.008	.068	.058
División (Superior v. Baja)	-.100**	.035	.057
Clima del aula			
Clima por parte del profesorado	-.002	-.028	-.001
Clima por parte de los estudiantes	-.076*	-.002	-.043
Prácticas didácticas:			
Aprendizaje activo	.163**	.286**	.229**
Aprendizaje colaborativo	.366**	.259**	.183**
Claridad y organización	.072	.184**	.197**
R^2	.270	.333	.251
R^2 ajustado	.252	.317	.233
F test	15.62**	20.93**	14.22**

$p < .05$; ** $p < .01$

Las características pre-universitarias de los estudiantes tuvieron relativamente menos efectos sobre los avances en habilidades que lo que tuvieron las prácticas didácticas. El único descubrimiento relevante relacionado con datos demográficos fue que los varones mostraban mayores avances en conciencia profesional que las mujeres. Una puntuación SAT alta afecta negativamente a los avances en habilidades de grupo y conciencia profesional. Los estudiantes de cursos superiores, mostraron menos mejoras en su habilidad para trabajar en equipo que sus homólogos de los primeros cursos. El clima en el aula sólo era relevante en un caso: las habilidades de grupo. La exposición a un ambiente negativo hacia las mujeres y las minorías, reduce las mejoras de los estudiantes en habilidades para trabajar en equipo independientemente del género, condición étnica, capacidad, aspiraciones académicas y exposición a las prácticas didácticas. Sin embargo, el efecto relativo de la puntuación SAT, del clima del aula y del género fue pequeño en relación con el efecto de las prácticas didácticas.

Limitaciones

Los resultados de este estudio quedan limitados en ciertos aspectos. La extrapolación de los resultados a otras universidades y otros estudiantes debe tomarse con cautela, ya que las escuelas y los estudiantes que intervinieron en el estudio no fueron elegidos al azar. Por consiguiente, los estudiantes y las instituciones de nuestra muestra, pueden no ser representativos del universo total. Otra limitación de este estudio tiene que ver con la propia naturaleza del aprendizaje. Mientras que el aprendizaje es el

resultado de un proceso longitudinal (Murray, 1991), nuestras medidas se basan en un diseño transversal de la investigación. Finalmente, nuestras medidas de las mejoras se basan en las declaraciones de los propios alumnos, tests objetivos podrían arrojar resultados diferentes.

Sin embargo, este estudio también tiene varios puntos fuertes. La muestra es multi-institucional y lo bastante grande como para permitir el uso de análisis estadísticos sofisticados. Los propios resultados son consistentes con las prácticas de la literatura en este campo (Murray, 1991), así como con la literatura anterior relativa al efecto que tienen el aprendizaje activo y cooperativo sobre el aprendizaje del alumno (Tinto, 1997). La estrategia seguida a la hora de elaborar el cuestionario ayuda a la consistencia interna del estudio. Las prácticas didácticas estaban basadas en la literatura, y recogen conductas observables y no impresiones subjetivas. La decisión de utilizar las propias impresiones de los estudiantes para medir sus progresos en vez de utilizar datos cognitivos objetivos, se basó en varias consideraciones. En primer lugar, los tests estandarizados para medir destrezas relativas a la ingeniería son caros y difíciles de diseñar. En segundo lugar, ciertas habilidades tales como avances en la habilidad para trabajar en equipo, no pueden ser evaluadas por medio de pruebas estandarizadas. Finalmente, Pike (1995) descubrió que los alumnos pueden ser bastante fiables al evaluar su desarrollo cognitivo en la medida de que los items empleados reflejen el contenido y la naturaleza del tipo de aprendizaje considerado. En nuestro estudio, se invirtió un considerable esfuerzo para que las medidas de avance en habilidades profesionales reflejaran la realidad en el campo de ingeniería.

Conclusiones.

Este trabajo recoge los resultados de un proyecto cuya finalidad era crear indicadores de rendimiento para las técnicas de enseñanza usadas en el aula y los avances en las destrezas profesionales. Estos indicadores tenían como finalidad ayudar a la ECSEL a evaluar sus esfuerzos de reforma del currículo. El trabajo también señala hasta qué punto los indicadores de las prácticas didácticas pueden predecir los avances en destrezas profesionales entre los estudiantes de ingeniería.

Los indicadores cumplen varias de las condiciones recomendadas por la literatura de evaluación. Son significativos para el usuario ya que su contenido es consistente con las metas de los objetivos de reforma curricular de ECSEL. Los indicadores son fiables y válidos; cada una de las escalas tiene índices de fiabilidad que se sitúan en el rango superior (esto es, 0.70 o mayor). Las escalas también muestran los avances en destrezas consideradas esenciales por la asociación de escuelas de ingeniería. Además, los indicadores de prácticas didácticas son válidos ya que predicen los avances declarados por los estudiantes. Los indicadores también son consistentes con las recomendaciones de la literatura sobre la efectividad de la enseñanza (Murray 1991); esto es las prácticas didácticas reflejan conductas observables por parte del profesorado (por ejemplo, si el profesor da un feedback frecuente) en vez de basarse en descripciones subjetivas sobre el profesorado (por ejemplo, si el profesor es amistoso).

Los resultados muestran que los esfuerzos del cuerpo docente en el aula tienen una influencia importante en el aprendizaje del estudiante. Un profesor que interactúa con los estudiantes, que guía el aprendizaje en vez de dar conferencias, que da detalles y feedback específico y anima a los estudiantes, da a los estudiantes un modelo

importante a seguir. Dicho profesor da a los estudiantes el apoyo y la información necesaria para aprender como resolver los problemas y comprender procesos complejos de diseño. Los profesores que aportan claridad y organización al aula también tienen una influencia positiva entre los estudiantes. Explicar los trabajos y las actividades, manifestando con claridad las expectativas de la asignatura, y adaptar los trabajos a los contenidos de la clase no sólo aumenta la capacidad del estudiante de resolver problemas, si no que aumenta su conciencia de lo que representa la profesión de ingeniero.

Los resultados de este estudio corroboran las pruebas de otras investigaciones que indican que el aprendizaje lleva aparejado la participación activa del profesorado en el uso de métodos didácticos cooperativos y activos (Tinto, 1997). Sin embargo, las expectativas de que los profesores aceptarían voluntariamente estrategias didácticas innovadoras, pueden no corresponderse con la realidad. Finkelstein, Seal y Schuster (1998) descubrieron que más de las tres cuartas partes de los profesores de universidad basaban su magisterio principalmente o con exclusividad en la conferencia.

Estructurar las actividades en el aula para promover los avances en conciencia profesional, la resolución de problemas y las habilidades de trabajo en grupo es complejo por naturaleza. Desarrollar trabajos que promuevan el aprendizaje por medio del diseño junto con el énfasis en un feedback constante requiere un conocimiento especializado por parte de los profesores que sólo se obtiene mediante la formación continuada y la experiencia. Este compromiso con el desarrollo profesional sólo será posible si las universidades crean centros de formación del profesorado. El interés del profesorado en el uso de didácticas efectivas tampoco será posible mientras la enseñanza no se tenga en cuenta en el sistema de recompensas. Un profesor ayudante o asociado que debe hacer frente a la competencia en el campo de la investigación difícilmente se dedicará a aprender complejas actividades de enseñanza si esas actividades no van a ser tenidas en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre ascensos o aumentos de sueldo.

Las expectativas por parte de las agencias de homologación como Asociación de Escuelas y Profesorado del Medio Oeste y ABET de que las instituciones educativas se harían responsables de desarrollar las destrezas profesionales del estudiante, puede promover el uso más extendido de técnicas de enseñanza eficaces. El aprendizaje cooperativo, la interacción con el profesor y el feedback, todos ellos apoyados por la ABET, contribuyeron en gran manera al desarrollo de los estudiantes universitarios de ingeniería. Además de la homologación, nuestros resultados sugieren que la financiación puede ser una estrategia viable para fomentar el cambio. Asignar recursos basándose en los avances demostrables en destrezas profesionales puede motivar a los centros a adoptar técnicas didácticas eficaces. Tal y como indicaron Burke y Serban (1998), una condición necesaria para financiación basada en el rendimiento descansa en la disponibilidad de indicadores válidos y fiables del desarrollo del estudiante, una meta que es alcanzada por nuestro estudio.

Mientras que la naturaleza de las actividades en el aula es en sí misma importante, el clima en que tiene lugar la enseñanza no puede descuidarse. Cada vez hay más pruebas que indican una asociación negativa entre las experiencias universitarias y la autoconfianza de mujeres y minorías a la hora de emprender titulaciones de ciencias, matemáticas e ingeniería, (por ejemplo, Drew, 1996; Seymour & Hewitt, 1997). A este respecto, el descubrimiento de que las mujeres y las minorías tienen la sensación de

estar siendo discriminadas es muy inquietante. Igualmente problemático es el hecho de que la exposición a un clima hostil por parte de los compañeros reduce los avances de los estudiantes en destrezas de trabajo en grupo. El entrenamiento del profesorado en el manejo de las clases y la gestión de conflictos en el grupo, así como una mayor importancia de los estilos de aprendizaje para la diversidad deberían ayudar a crear un clima positivo de respeto para todos los estudiantes.

Referencias

- Abrami, P.C. (1985). *Dimensions of effective college instruction*. Review of Higher Education, 8(3), 211-228.
- Accreditation Board for Engineering and Technology (1998). *ABET 2000: Criteria for accrediting programs in engineering in the United States*. Baltimore, Maryland: ABET.
- Astin, A. W. (1993). *What matters in college? Four critical years revisited*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Astin, A. W. (1985). *Achieving educational excellence: A critical assessment of priorities and practices in higher education*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Augustine, N. R. (1996). Rebuilding engineering education. *Chronicle of higher education*, May 24, 1996, B1-B2.
- Baxter-Magolda, M. D. (1992). *Knowing and reasoning in college: Gender-related patterns in students' intellectual development*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Belenky, M.F., Clinchy, B.M., Goldberger, N. & Tarule, J. M. (1986). *Women's ways of knowing: The development of self, voice, and mind*. New York: Basic Books.
- Black, K. M. (1994). An industry view of engineering education. *Journal of engineering education*, 83 (1), 26-28.
- Borden, V.M.H. & Banta, T. W. (1994). *Using performance indicators to guide strategic decision making*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Bruffee, K. A. (1984). Collaborative learning and the "conversation of mankind." *College English*, 46, 635-652.
- Bucciarelli, L. L. (1988). An ethnographic perspective on engineering design. *Design studies*, 9(3), 159-168.
- Burke, J. C. & Serban, A. M. (1998). *Performance funding for public higher education: Fad or trend?* New Directions for Institutional Research. No. 97. San Francisco: Jossey-Bass.
- Cabrera, A. F., Colbeck, C. & Terenzini, P. (November, 1998). *Teaching for Professional Competence: Instructional Practices that Promote Development of Design and Team-Building Skills*. Paper presented before the 1998 Annual Meeting of the Association for the Study of Higher Education. Miami, FL.

- Cabrera, A. F., Nora, A., Bernal, E., Terenzini, P. & Pascarella, P (November, 1998). *Collaborative Learning: Preferences, Gains in Cognitive and Affective Outcomes, and Openness to Diversity among College Students*. Paper presented before the 1998 Annual Meeting of the Association for the Study of Higher Education. Miami, FL.
- Cabrera, A. F. & Nora, A. (1994). College students' perceptions of prejudice and discrimination and their feelings of alienation: A construct validation approach. *Review of Education/Pedagogy/Cultural Studies*, 16(3-4), 387-409.
- Cabrera, A. F., Nora, A., Terenzini, P. T., Pascarella, P. T. & Hagedorn, L.S. (1999). Campus racial climate and the adjustment of students to college: A comparison between White students and African American students. *Journal of Higher Education*, 70(2), 134-160.
- Cardelle, M. & Como, L. (1981). Effects on second language learning of variations in written feedback on homework assignments. *TESOL Quarterly*, 15(3), 251-261.
- Crockett, L. J. & Peterson, A. C. (1984). Biology: Its role in gender-related educational experiences. In E. Fenneman & M. J. Ayers, (Eds.), *Women and education: Equity or equality?* Berkeley, CA: McCutchan.
- Dally, J. W., & Zhang, G. M. (1993). A freshman engineering design course. *Journal of Engineering Education*, 82(2), 83-91.
- Dougherty, C. & Fantaske, P. (1996). Defining expectations for problem-solving skills. In E. A. Jones (Ed.), *Preparing competent college graduates: Setting new and higher expectations for student learning* (pp. 55-66). New Directions for Higher Education, Vol. 96. San Francisco: Jossey Bass.
- Drew, D. (1996). *Aptitude revisited: Rethinking math and science education for America's next century*. Baltimore, MD.: Johns Hopkins University Press.
- Dym, C. L. (1994). Teaching design to freshman: Style and content. *Journal of Engineering Education*, 83(4), 303-310.
- Eimers, M.T. & Pike, G. R. (1997). Minority and nonminority adjustment to college: Differences or similarities. *Research in Higher Education*, 38(1), 77-98.
- Ewell, P. T. (1998). National trends in assessing student learning. *Journal of Engineering Education*, 87(2), 107-113.
- Ewell, P. (1996). Identifying indicators of curriculum quality (pp. 608-632). In J.G. Gaff,
- J.L. Ratcliff and associates, *Handbook of the undergraduate curriculum: A comprehensive guide to purposes, structures, practices, and change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Ewell, P. T. (1987). *Assessment, accountability and improvement*. Washington, DC: American Association for Higher Education.
- Feldman, K. A. (1989). Instructional effectiveness of college teachers as judged by teachers themselves, current and former students, colleagues, administrators, and external (neutral) observers. *Research in Higher Education*, 30(2), 137-194.

- Fennema, E. & Sherman, J. A. (1977). Sex-related differences in mathematics achievement, spatial visualization, and affective factors. *American educational research journal*, 4, 51-72.
- Ferguson, K. E. (1984). *The feminist case against bureaucracy*. Philadelphia, PA: Temple University Press.
- Finkelstein, M. J., Seal, R. K., & Schuster, J. H. (1998). *The new academic generation: A profession in transformation*. Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- Fleming, J. (1984). *Blacks in college: A comparative study of students' success in Black and in White institutions*. San Francisco, CA.: Jossey-Bass.
- Gaff, J. G., Ratcliff, J.L. & Associates (1996). *Handbook of the undergraduate curriculum: A comprehensive guide to purposes, structures, practices, and change*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Gamson, Z. F. (1994). Collaborative learning comes of age. In S. Kadel and J. A. Keehner (Eds.) *Collaborative learning: A source book for higher education, volume II*, pp. 5-17. State College, PA: National Center for Teaching, Learning, and Assessment.
- Hackett, E. R. & Carrigan, S. D. (1998). Performance indicators: Information in search of a valid and reliable use. *Education Policy Archives*, 6(17), 1-27. [Available in <http://epaa.asu.edu/epaa/v6n17/>]
- Hall, R. M. & Sandler, B. (1982). *The classroom climate: A chilly one for women?* Project on the Status and Education of Women. Washington, D. C.: Association of American Colleges.
- Hurtado, S. (1992). The campus racial climate: Contexts of conflict. *Journal of Higher Education*, 63, 539-569.
- Jehn, K. A. (1997). A qualitative analysis of conflict types and dimensions in organizational groups. *Administrative Science Quarterly*, 42, 530-557.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K.A. (1991). *Cooperative learning: Increasing college faculty instructional productivity*. ASHE-ERIC Higher Education Report No 4. Washington D. C.: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Jones, E. A. (1994). *Goals inventories*. National Center on Postsecondary Teaching, Learning and Assessment, Center for the Study of Higher Education. Pennsylvania: State College: The Pennsylvania State University.
- Jones, E. A. (1996). *Preparing competent college graduates: Setting new and higher expectations for student learning* (New Directions for Higher Education, No. 96). San Francisco: Jossey-Bass.
- Jones, E. A., Hoffman, S., Moore, L., Ratcliff, J., Tibbetts, S. & Click, B. (1994). *Essential skills in writing, speech and listening, and critical thinking: Perspectives of faculty, employers and policy makers*. National Center on Postsecondary Teaching, Learning and Assessment, Center for the Study of Higher Education. Pennsylvania: State College: The Pennsylvania State University.

- Jones, E. A., Dougherty, C., & Fantaske, P. (1997). *Defining essential critical reading and problem-solving outcomes; Perspectives of faculty, employers and policy makers*. National Center on Postsecondary Teaching, Learning and Assessment, Center for the Study of Higher Education. Pennsylvania: State College: The Pennsylvania State University.
- Kellogg Commission on the Future of State and Land-Grant Universities. (1997). *Returning to our roots: The student experience*. Washington D.C.: National Association of State Universities and Land-Grant Colleges.
- Kuh, G.D., Douglas, K.B., Lund, J. P. & Ramin-Gyurnek, J. (1994). *Student Learning Outside the Classroom: Transcending Artificial Boundaries*. Washington, DC: ASHE-ERIC Education Report No. 8.
- Kulik, J. & Kulik, C. L. (1979). College teaching. In P. Peterson & H. Walberg, (Eds.) *Research on teaching: Concepts, findings and implications*, pp. 70-93. Berkeley, CA: McCutcheon.
- Levine, M. E. and Levine, R. L. (1991). A critical examination of academic retention programs for at-risk minority college students. *Journal of College Student Development*, 32, 323-334.
- Lopez, C. L. (1996). *Opportunities for improvement: Advice from consultant-evaluators on programs to assess student learning*. Chicago, IL: North Central Accreditation Commission on Institutions of Higher Education.
- Lundeberg, M. A. & Diemert, S. (1995). Influence of social interaction on cognition: Connected learning in science. *Journal of Higher Education*, 66(3), 312-335.
- Martínez-Alemán, A. (1997). Understanding and investigating female friendship's educative value. *Journal of Higher Education*, 68(2), 119-159.
- McKeachie, W. (1990). Research on college teaching: The historical background. *Journal of Educational Psychology*, 82 (2), 189-200.
- McKeachie, W. (1988). Teaching thinking. *Update*, 2(1), 1.
- McMartin, F., Van Duzer, E. & Agogino, A. (1998). Bridging diverse institutions, multiple engineering departments, and industry: A case study in assessment planning. *Journal of Engineering Education*, 87(2), 157-165.
- Middle States Association of Colleges and Universities (1996). *Framework for outcomes assessment*. Pennsylvania, Philadelphia: Commission on Higher Education.
- Murray, H. G. (1991). Effective teaching behaviors in the college classroom. In J.C. Smart (Ed.) *Higher education: Handbook of theory and research*, Vol. VII (pp. 135-172). New York: Agathon Press.
- National Science Foundation, Directorate for Education and Human Resources (1996). *Shaping the future: New expectations for undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology*. (NSF-96-139).

- National Education Goals Panel (1992). *The National Education Goals Report: Building a Nation of Learners*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Nedwek, B. P. & Neal, J. E. (1994). Performance indicators and regional management tools: A comparative assessment of projects in North American and Europe. *Research in Higher Education*, 35(1), 75-104.
- Oakes, J. (1990). Opportunities, achievement, and choice: Women and minority students in science and mathematics. In C. B. Cazden, (Ed.) *Review of research in education*, Vol. 16 (pp. 153-222).
- Pascarella, E. & Terenzini, P. T. (1991). *How college affects students*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Performance Indicators Task Force (June, 1998). *A proposal for merit-based performance funding for the State University of New York*. New York: University at Albany. Unpublished report.
- Pike, G. R. (1995). The relationship between self reports of college experiences and achievement test scores, *Research in Higher Education*, 36(1), 1-22.
- Sax, L. J. (1994). Retaining tomorrow's scientists: Exploring the factors that keep minority and female college students interested in science careers. *Journal of women and minorities in science and engineering*, 1, 45-61
- Schon, D. A. (1987). *Educating the reflective practitioner*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Seymour, E. & Hewitt, N. M. (1997). *Talking about leaving: Why undergraduates leave the sciences*. Colorado, Boulder: Westview Press.
- Stark, J. S. & Latucca, L. R. (1997). *Shaping the college curriculum: Academic plans in action*. MA.: Allyn & Bacon.
- Stark, J. S., & Lowther, M. A. (1989). Exploring common ground in liberal and professional education. In R. A. Armour & B. Fuhrmann (Eds.) *Integrating liberal learning and professional education* (New Directions for Teaching and Learning, No. 40, pp. 7-20). San Francisco: Jossey-Bass.
- Strenta, A. C., Elliott, R., Adair, R. Matier, M, & Scott, J. (1994). Choosing and learning sciences in highly selective institutions. *Research in Higher Education*, 35(5), 513-548.
- Terenzini, P. T., Springer, L., Pascarella, E. T., & Nora, A. (1995). Influences affecting the development of students' critical thinking skills. *Research in Higher Education*, 36(1), 23-40.
- Tinto, V. (1998). Colleges as communities: Taking research on student persistence seriously. *Review of Higher Education*, 21(2), 167-177.
- Tinto, V. (1997). Classrooms as communities: Exploring the educational character of student persistence. *Journal of Higher Education*, 68(6), 599-623.
- Volkwein, J. F. & Cabrera, A.F. (1998). *Student measures associated with favorable classroom experiences*. Paper presented at the Association of Institutional Researchers Forum. Minneapolis: MN.

- Volkwein, J. F. & Lorang, W. (1996). Characteristics of extenders: Full-time students who take light credit loads and graduate in more than four years. *Research in higher education*, 37 (1).
- Volkwein, J. F. (1991). Improved measures of academic and social integration and their association with measures of student growth. Paper presented at the annual meeting of the Association for the Study of Higher Education, Boston, MA, November, 1991.
- Whiteley, M. A., Porter, J. D. & Fenske, R. H. (1992). *The premier for institutional research*. Florida: Association for Institutional Research.
- Whitt, E. J., Edison, M. I., Nora, A. & Terenzini, P. T. (1998). *Perceptions of a "Chilly Climate" and cognitive outcomes during college*. Paper presented before the annual meeting of the Association of Educational Researchers. California, San Diego.

Apéndice A

Items que componen a las escalas

A. *Prácticas didácticas: Aprendizaje colaborativo*

En este curso, usted:

- Discute ideas con los estudiantes
- Colabora con los estudiantes en tareas y proyectos
- Encuentra que hay oportunidades para trabajar en equipos
- Encuentra que los estudiantes se evalúan mutuamente
- Encuentra que los estudiantes aprenden y se enseñan mutuamente
- Interactúa con los estudiantes fuera del aula
- Encuentra que las actividades y ejercicios en la clase motivan a que los estudiantes sean activos participantes en el proceso de aprendizaje

B. *Prácticas didácticas: Aprendizaje activo*

En este curso, el profesor:

- Interactúa con los estudiantes como parte del curso
- Interactúa con los estudiantes fuera de la clase
- Guía el aprendizaje, en lugar de solamente leer notas o escribir en la pizarra
- Da evaluación detallada y precisa a cada tarea y proyecto que se le entrega
- Provee constante evaluación sobre los resultados de los proyectos y tareas

C. *Prácticas didácticas: Claridad y organización*

En este curso, usted encuentra que:

- Las tareas y actividades están claramente descritas
- Las tareas y actividades están claramente articulados
- El profesor hace explícito lo que espera obtener en cada proyecto y tarea

D. *Clima en la clase: Clima por parte del Profesorado*

- El profesor trata a los estudiantes de origen minoritario de la misma manera que trata a los estudiantes de origen anglosajón
- El profesor trata a las mujeres de la misma manera que trata a los varones

E. *Clima en la clase: Clima por parte de los estudiantes*

- En grupos de trabajo, los estudiantes varones tratan en forma diferente a las mujeres
 - Algunos estudiantes varones tratan a las mujeres en forma diferente
 - Algunos estudiantes anglosajones tratan a los estudiantes de origen minoritario en forma diferente
- En grupos de trabajo, algunos estudiantes de origen anglosajón tratan a los estudiantes de origen minoritario en forma diferente

F. *Avances en habilidades profesionales: Trabajo en equipo*

Como resultado de este curso, he mejorado mi habilidad para:

- Reconocer las necesidades del grupo de trabajo
- Prestar atención a las ideas de otros alumnos con una mente abierta
- Trabajar en proyectos como miembro del equipo de trabajo
- Implementar estrategias para resolver conflictos entre los miembros del equipo de trabajo

G. Avances en habilidades profesionales: Resolución de problemas

Como resultado de este curso, he mejorado mi habilidad para:

- Diseñar proyectos de ingeniería
- Solucionar problemas que no están estructurados
- Identificar información, recursos, y personal para solucionar problemas
- Evaluar argumentos y evidencia sobre diferentes alternativas a un problema
- Aplicar conceptos abstractos a problemas aplicados
- Dividir problemas complejos en sus componentes básicos
- Describir el problema claramente de forma oral
- Describir el problema claramente por escrito
- Desarrollar varios Métodos para resolver problemas no estructurados
- Identificar las tareas necesarias para solucionar problemas no estructurados
- Visualizar el producto final de un proyecto de diseño
- Evaluar los pros y contras de soluciones alternativas a un problema

H. Avances en habilidades profesionales: Conciencia ocupacional

Como resultado de este curso, he incrementado mi habilidad para:

- Entender lo que consiste ser un ingeniero
- Entender el lenguaje de diseño en ingeniería
- Entender el componente no técnico de la ingeniería
- Entender el proceso de diseño en ingeniería