

REDISEÑO DEL PROGRAMA DE PRÁCTICAS DE LOS LABORATORIOS DE TERMODINÁMICA

J. E. Larios Canale¹

RESUMEN

En el periodo del semestre 2008-1 al 2013-1 el índice de aprobación de los alumnos que cursaron el laboratorio de las asignaturas *Termodinámica* y *Principios de Termodinámica y Electromagnetismo*, con una inscripción semestral promedio de 698 y 868 alumnos, respectivamente, fue del 80.5%, mayor en un 28.5% al índice de aprobación de los mismos alumnos en el correspondiente curso de teoría, que fue del 52%, observando que en el curso de laboratorio no se está dando a los alumnos un conocimiento significativo por lo que se está rediseñando el programa de prácticas de los laboratorios de termodinámica de estas asignaturas, empleando una metodología de enseñanza-aprendizaje que se fundamenta en la teoría de la enseñanza operativa y el método científico aplicado a la experimentación, con el objetivo de mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje del binomio alumno-profesor en los cursos de teoría y laboratorio de las asignaturas *Termodinámica* y *Principios de Termodinámica y Electromagnetismo* de la División de Ciencias Básicas (DCB) de la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), cursos que son impartidos por una planta docente integrada por 48 académicos. La investigación se desarrolla empleando rutas de planeación estratégica y se han rediseñado cuatro prácticas, con base en el marco de referencia que proporciona la misión y visión de la Facultad de Ingeniería y el Plan de Desarrollo Institucional 2011-2014.

ANTECEDENTES

Marco Referencial

El proyecto se inserta en el contexto de la misión de la FI (Misión y visión, 2006), la cual se propone: “*Formar de manera integral recursos humanos en ingeniería, desarrollar estrategias y acciones para el desarrollo tecnológico, realizar investigación acorde con las necesidades de la sociedad y difundir ampliamente la cultura nacional y universal.*” Por ello, la evaluación y reestructuración teórica y práctica de los procesos de enseñanza-aprendizaje resulta no sólo importante, sino necesaria para alcanzar la misión que se ha planteado la FI.

La misión genera y traza caminos que posibilitan la visión de la institución, ya que en la visión de la FI (Misión y visión, 2006) aspiramos a que: “*La Facultad de Ingeniería ha de ser la institución líder y referente en la formación de profesionales en ingeniería del país, semillero fundamental donde se generan nuevos conocimientos al realizar investigación y desarrollo tecnológico que impacte positivamente en el bienestar nacional, con aportaciones a la cultura y a la generación de capacidades con sentido humanista, social y ecológico; sus profesionales deberán estar permanentemente actualizándose gracias a la sólida oferta brindada a través de una educación continua y a distancia.*”

El rediseño de las prácticas pone de manifiesto la incidencia en la formación de profesionales de la ingeniería de excelencia, en lo cuantitativo como un reflejo directo en las calificaciones obtenidas por los alumnos y su aprovechamiento, y en lo cualitativo, donde los involucrados en el proyecto, tienen la posibilidad de hacer significativo el proceso de enseñanza-aprendizaje empleando una metodología pedagógica en la que “el alumno aprenda a aprehender” de acuerdo al Plan de Desarrollo Institucional 2011-2014 (Plan de Desarrollo, 2012).

¹ Profesor de Carrera Asociado “C” de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México. jelarios@servidor.unam.mx.

METODOLOGÍA

En el profesorado de las asignaturas en estudio, se observa las diferencias en los índices de aprobación en los cursos de teoría y las calificaciones que obtienen los mismos alumnos en los curso de laboratorio de la respectiva asignatura, con índices de aprobación más altos. Para entender la razón de estas diferencias, a continuación se efectúa un ejercicio de autoevaluación, como se indican en la Tabla 1.

**Tabla 1. Ámbito Técnico Pedagógico
Autoevaluación. Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA)**

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
*El porcentaje de asistencia de la planta docente de la DCB es del 97.5%. *La puntualidad de la planta docente está en el rango de los 15 minutos de tolerancia en un 98%. *La planta docente asiste, en promedio, a dos cursos de capacitación intersemestrales.	*Diseñar una metodología para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física. *Rediseñar el programa de prácticas. *Actualizar material y equipo instrumental de laboratorio. *Generar material didáctico de apoyo para los alumnos.	*Se observa una resistencia del personal docente a la operatividad de los cambios pedagógicos vigentes. *Indicadores académicos bajos. *Falta de acompañamiento de los funcionarios académico-administrativos a los profesores en las actividades de planeación, desempeño académico y evaluación de los cursos. *Material, equipo e instrumental deficiente. *Resultados de propiedades o variables termodinámicas con alto error de exactitud o precisión en algunas prácticas. *Desvinculación entre cursos de teoría y laboratorio. *Dentro del proceso de enseñanza no se considera el desarrollo de habilidades del pensamiento del alumno.	*El perfil del personal docente presenta deficiencias con respecto a los requisitos previstos en el Estatuto del Personal Académico.

Con el fin de caracterizar el proceso enseñanza-aprendizaje de la termodinámica se efectuó un análisis de las calificaciones de los alumnos que cursaron las asignaturas de *Termodinámica* y de *Principios de Termodinámica* y *Electromagnetismo* y sus correspondientes laboratorios, para lo cual se solicitó información al Ing. Juan Úrsul Solanes, Jefe de la DCB, quien, a través de la Ing. Irene Patricia Valdés y Alfaro, Coordinadora del Taller de Cómputo de la DCB, proporcionó los registros que tenían disponibles consistentes en las calificaciones de los grupos de teoría de Termodinámica y de Principios de Termodinámica y Electromagnetismo, correspondientes al periodo del

semestre 2008-1 al 2013-1. De las calificaciones de los laboratorios de *Termodinámica y de Principios de Termodinámica y Electromagnetismo* se recibió información del semestre 2010-2 al 2013-2 y del semestre 2008-2 al 2013-2, respectivamente.

Con esta información se analizó el contraste de las calificaciones de teoría y de laboratorio para cada una de las asignaturas arriba citadas. Para ejemplificar los resultados obtenidos en esta investigación, en este trabajo se presenta la Tabla 2 y la Figura 1 para la asignatura de *Principios de Termodinámica y Electromagnetismo* y la Tabla 3 y la Figura 2 para la asignatura de *Termodinámica*, con su respectivo análisis.

Tabla 2. Contraste de calificaciones global de *Principios de Termodinámica y Electromagnetismo* para teoría en el período 2008-1 al 2013-1 y en el laboratorio para el período 2008-2 al 2013-2

Periodo: Global	Calificaciones	calif _10	calif _9	calif _8	calif _7	calif _6	calif _5	calif _NP	Total de inscritos
Teoría	Sumatoria de alumnos con:	484	948	1539	1342	961	1588	2688	9550
2008-1 al 2013-1	Porcentaje de alumnos con:	5%	10%	16%	14%	10%	17%	28%	100%
Laboratorio	Sumatoria de alumnos con:	1020	2125	1961	875	444	502	847	7774
2008-2 al 2013-2	Porcentaje de alumnos con:	13%	27%	25%	11%	6%	6%	11%	100%

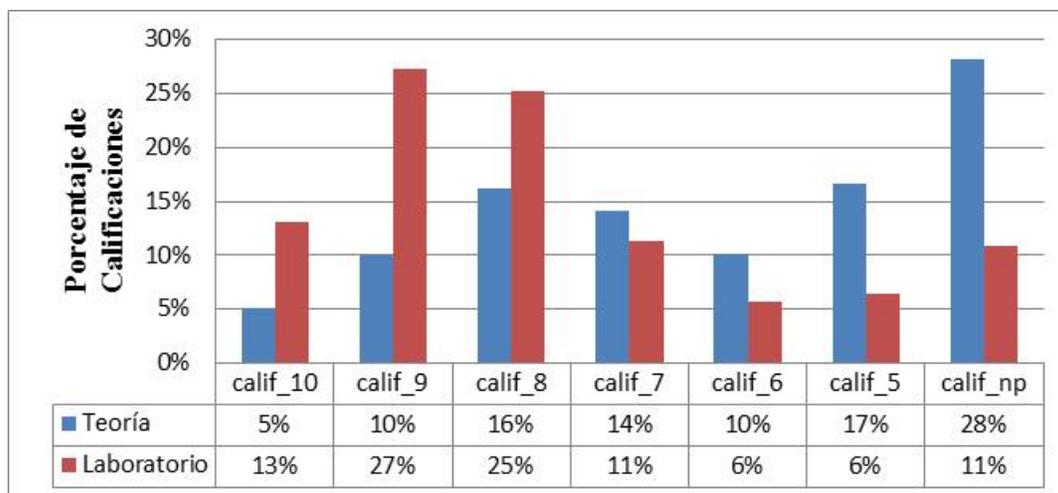


Figura 1. Principios de Termodinámica y Electromagnetismo: contraste del % de calificaciones de los grupos de Teoría y del Laboratorio

En Principios de Termodinámica y Electromagnetismo para el periodo 2008-1 al 2013-1, i) en cuanto a las calificaciones de teoría aprobó el 55 % y, para el periodo 2008-2 a 2013-2 en el laboratorio aprobó el 83 %, lo que muestra que en el laboratorio el porcentaje de aprobación es mayor en un 28%; ii) en el aspecto cualitativo, en teoría el mayor porcentaje

en calificación de dos de las calificaciones son “5” con un 17 % y “NP” con un 28%, que da un total del 45% (reprobados), en el laboratorio el mayor porcentaje de dos de las calificaciones son el “8” con un 25% y el “9” con un 27%, que da un total del 52% (aprobados).

Tabla 3. Contraste de calificaciones global de Termodinámica para teoría en el período 2008-1 al 2013-1 y en el laboratorio para el período 2010-2 al 2013-2

Periodo: Global	Calificaciones	calif _10	calif _9	calif _8	calif _7	calif _6	calif _5	calif _NP	Total de Inscritos
Teoría	Sumatoria de alumnos con:	335	483	839	1025	1019	2028	1954	7683
2008-1 al 2013-1	Porcentaje de alumnos con:	4%	6%	11%	13%	13%	26%	25%	100%
Laboratorio	Sumatoria de alumnos con:	310	840	1066	373	156	228	551	3524
2010-2 al 2013-2	Porcentaje de alumnos con:	9%	24%	30%	11%	4%	6%	16%	100%

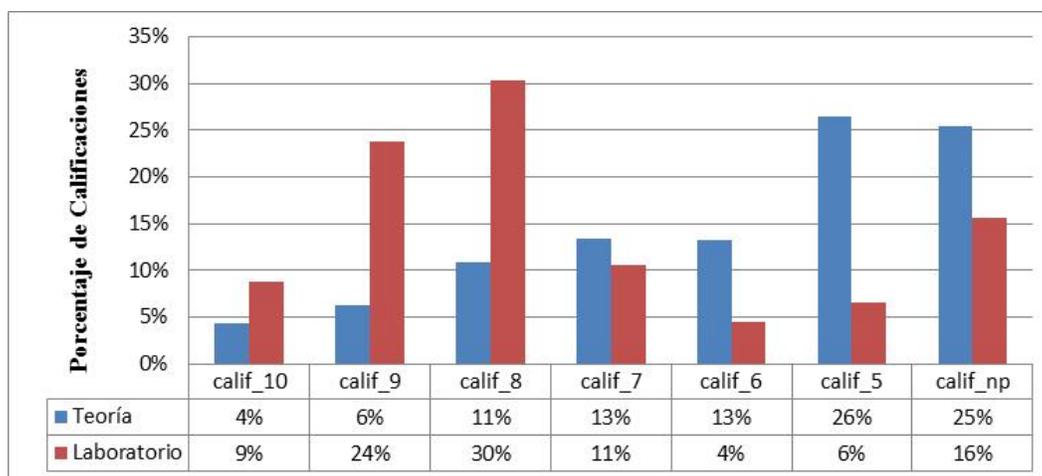


Figura 2. Termodinámica: contraste del % de calificaciones de los grupos de Teoría y del Laboratorio (Global)

En Termodinámica, para el periodo 2008-1 al 2013-1, i) en cuanto a las calificaciones de teoría aprobó el 49 % y, para el periodo 2010-2 al 2013-2 en el laboratorio aprobó el 78%, lo que muestra que en el laboratorio el porcentaje de aprobación es mayor en un 29%; ii) en el aspecto cualitativo, en teoría el mayor porcentaje en calificación de dos de las calificaciones son “5” con un 26% y “NP” con un 25%, que da un total del 51 % (reprobados), en el laboratorio el mayor porcentaje de dos de las calificaciones son el “8” con un 30% y el “9” con un 24%, que da un total del 54% (aprobados).

Análisis de las causas de la problemática

Con base en lo anteriormente expuesto, es fundamental analizar las causas por las cuales los alumnos que cursan los laboratorios de las asignaturas de *Termodinámica* y de

Principios de Termodinámica y Electromagnetismo obtienen buenos resultados académicos como lo muestra el índice de aprobación que es, en promedio, del 85.5% y el promedio de calificaciones que es, en promedio, de 8.08, pero en los cursos de teoría su rendimiento académico disminuye notablemente como lo muestra el índice de aprobación que es, en promedio, del 52% y el promedio de calificaciones es, en promedio, de 6.855. Para las dos asignaturas se concluye que, tanto cualitativa como cuantitativamente, los alumnos que cursan los dos laboratorios obtienen calificaciones e índices de aprobación mejores a los correspondientes a los obtenidos en los cursos de teoría, haciendo notar que en las dos asignaturas el índice de reprobados es alto, particularmente el de Termodinámica un poco más alto con un 51% y la diferencia del promedio de calificaciones entre el laboratorio y la teoría es mayor en la asignatura de Termodinámica (1.43) que en la asignatura de Principios de Termodinámica y Electromagnetismo (1.02).

Si los alumnos aprendieran la termodinámica en las sesiones experimentales según lo que indican las calificaciones que obtienen en sus evaluaciones de los cursos del laboratorio, los resultados de las calificaciones obtenidas en sus evaluaciones del curso de teoría deberían ser semejantes. Los altos índices de reprobación y las bajas calificaciones en los cursos de teoría lo único que manifiestan es que, del 52% que aprueba, en promedio para las dos asignaturas, la mayoría de estos alumnos aprende lo suficiente o lo básico de la termodinámica y lo que aprendieron en el curso del laboratorio está mal evaluado y/o no aprendieron lo que supuestamente aprobaron. En cualquier caso y sin descartar la posibilidad de que parte de la problemática se ubique en la planta docente del curso de teoría, lo que sí es evidente es que el programa de prácticas de los laboratorios de las dos asignaturas no están cumpliendo con el objetivo por el cual forman parte del *curriculum* de estas asignaturas, las prácticas no les están aportando a los alumnos un aprendizaje significativo de la termodinámica.

Las deficiencias del programa de prácticas de los laboratorios de *Termodinámica y Principios de Termodinámica y Electromagnetismo* se puede considerar que está en:

- a) Una mala selección de los fenómenos termodinámicos a recrear en la sesión experimental al no corresponder con los contenidos relevantes del programa de la asignatura.
- b) Un diseño equivocado para la reproducción experimental del concepto, principio o Ley de la Termodinámica propuesto en las prácticas, lo que redundará en la introducción de errores sistemáticos no cuantificables.
- c) La utilización o empleo de material, equipo o instrumental inadecuado para el experimento del fenómeno termodinámico en estudio, lo que redundará en porcentajes de incertidumbre, error de exactitud y error de precisión mayores al 5%.
- d) El paradigma técnico-pedagógico tradicional y conductista empleado en el proceso enseñanza-aprendizaje de los cursos de teoría y del laboratorio de las asignaturas de *Termodinámica* y de *Principios de Termodinámica y Electromagnetismo*, no beneficia el trabajo del binomio profesor-alumno que es, sin duda alguna, la parte medular de este proceso, el cual es fundamental en la calidad del sistema educativo.
- e) La falta de una guía o manual, que ayude al alumno a preparar la práctica, que le sirva de apoyo para la realización del experimento en el laboratorio y para entregar

un reporte que sintetice los aspectos relevantes del fenómeno termodinámico recreado en el laboratorio.

- f) Que no hay un trabajo coordinado entre el profesor de teoría y el instructor de laboratorio, lo que resta eficacia al proceso enseñanza-aprendizaje de la termodinámica. Para el alumno representa que el laboratorio y el curso de teoría son independientes.

Objetivos estratégicos a desarrollar en el Proyecto PAPIME en el primer año de programación

Objetivo estratégico 1: Rediseñar el programa de prácticas de los laboratorios de termodinámica de las asignaturas de Termodinámica y Principios de Termodinámica y Electromagnetismo, con base en los contenidos curriculares relevantes de los programas de estas asignaturas, actualizando material, equipo e instrumental empleado, con la finalidad de mejorar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje de la termodinámica.

Meta 1: Identificar los contenidos curriculares relevantes de los programas de las asignaturas de Termodinámica y Principios de Termodinámica y Electromagnetismo, para su desarrollo experimental en las 12 prácticas del programa del curso de laboratorio de termodinámica de estas dos asignaturas. El desarrollo de esta meta se encuentra especificado en la Tabla 4.

Tabla 4. Meta 1

Estrategias	Acciones	Recursos	Responsables	Fechas/ Periodos	Indicadores de Evaluación
Establecimiento de los contenidos curriculares relevantes de la termodinámica de las asignaturas de Termodinámica y Principios de Termodinámica y Electromagnetismo y de cada una de las prácticas del programa de prácticas de los laboratorios de termodinámica, con asesoría de la División de Ingeniería Mecánica Industrial (DIMEI).	Contrastar los contenidos relevantes correspondientes al programa de las asignaturas de Termodinámica y Principios de Termodinámica y Electromagnetismo, con los contenidos del programa de prácticas, para definir los conceptos, principios y leyes de la termodinámica que serán desarrollados en las sesiones experimentales del nuevo programa de prácticas de cada asignatura.	Programas de las dos asignaturas y los correspondientes programas de prácticas de los cursos de los laboratorios de termodinámica. Instalaciones del Laboratorio de Termodinámica de la División de Ciencias Básicas. Sala de Juntas de la Coordinación de Física y Química.	Equipo de trabajo del proyecto, coordinado por el responsable, con asesoría de la DIMEI.	Cronograma mensual de actividades para cada práctica, durante el año (2014).	Listado de contenidos relevantes de cada uno de los programas de las dos asignaturas a desarrollar experimentalmente en las 12 prácticas del curso de los laboratorios de termodinámica.

Meta 2: Analizar el procedimiento, desarrollo y metodología experimental empleada en la realización del (los) fenómeno(s) termodinámico(s) en estudio, de cada una de las 12 sesiones experimentales del programa de prácticas de los dos cursos de los laboratorios de termodinámica. El desarrollo de esta meta se encuentra especificado en la Tabla 5.

Tabla 5. Meta 2

Estrategias	Acciones	Recursos	Responsables	Fechas/ Periodos	Indicadores de Evaluación
Reproducción del (los) fenómeno(s) termodinámico(s) de cada una de las 12 prácticas.	Realizar las 12 sesiones experimentales del programa de prácticas de los laboratorios de termodinámica, analizando cada uno de los fenómenos termodinámicos para establecer su validez experimental y su viabilidad técnico-pedagógica.	Equipo, material e instrumental empleado en el modelo icónico del (los) fenómeno(s) termodinámico(s) de cada una de las 12 prácticas. Instalaciones del Laboratorio de Termodinámica de la División de Ciencias Básicas.	El equipo de trabajo del proyecto, coordinados por el responsable y asesorados por la DIMEI.	Cronograma mensual de actividades para cada práctica, durante el año (2014).	Reporte del análisis del procedimiento, desarrollo y metodología empleados en cada una de las 12 prácticas del programa del curso de los laboratorios de termodinámica.

Meta 3: Rediseñar los experimentos de los fenómenos termodinámicos relevantes de las 12 prácticas del programa del curso de laboratorio de termodinámica de las dos asignaturas. El desarrollo de esta meta se encuentra especificado en la Tabla 6.

Tabla 6. Meta 3

Estrategias	Acciones	Recursos	Responsables	Fechas/ Periodos	Indicadores de Evaluación
Reproduciendo los fenómenos termodinámicos con modelos icónicos que permitan obtener los modelos tabulares, gráficos y matemáticos relevantes del programa de las asignaturas de Termodinámica y Principios de Termodinámica y Electromagnetismo.	Diseñar y validar los protocolos de procedimientos y desarrollos de los fenómenos termodinámicos relevantes de las 12 prácticas del programa del curso de laboratorio de termodinámica de las dos asignaturas. Elaborar un manual de procedimientos de uso y	Equipo, material e instrumental correspondiente al modelo icónico del (los) fenómeno(s) termodinámico(s) de cada una de las 12 prácticas. Instalaciones del Laboratorio de Termodinámica de la División de Ciencias Básicas.	El equipo de trabajo del proyecto, coordinados por el responsable y asesorados por la DIMEI.	Cronograma mensual de actividades para cada práctica, durante el año (2014).	12 prototipos de modelos icónicos para reproducir los fenómenos termodinámicos de los conceptos, principios y leyes relevantes de la termodinámica, que formarán parte del nuevo programa de prácticas del curso del laboratorio de las dos asignaturas.

	operación de los equipos e instrumentos utilizados en los laboratorios de termodinámica de las dos asignaturas.	Adquisición de equipo, material e instrumental requerido en el armado de los prototipos de las 12 prácticas rediseñadas con un costo estimado de: \$120,000.00.			Manual de procedimientos de uso y operación de los equipos e instrumentos utilizados en los laboratorios de termodinámica.
--	---	---	--	--	--

Objetivo estratégico 2: Integrar una metodología técnico-pedagógica basada en elementos de los paradigmas del constructivismo, cognitivismo y el Método Científico Experimental, para rediseñar el programa de prácticas de termodinámica, que propicie que el alumno recree los fenómenos termodinámicos y genere un aprendizaje significativo, con la orientación y guía del profesor.

Meta 4: Generar una metodología técnico-pedagógica basada en los paradigmas del constructivismo, cognitivismo y el Método Científico Experimental, adecuada al estudio de los fenómenos termodinámicos de las 12 prácticas rediseñadas del programa de prácticas de la Meta 3, que faciliten al alumno la reconstrucción de dichos fenómenos físicos. El desarrollo de esta meta se encuentra especificado en la Tabla 7.

Tabla 7. Meta 4

Estrategias	Acciones	Recursos	Responsables	Fechas/Periodos	Indicadores de Evaluación
Conocimiento y análisis de los paradigmas del constructivismo, cognitivismo y del Método Científico Experimental.	Integrar los elementos educativos de los paradigmas del constructivismo, cognitivismo y del Método Científico Experimental que contribuyan al proceso de recreación del conocimiento científico de la termodinámica.	Sala de Juntas de la Coordinación de Física y Química. Instalaciones del Laboratorio de Termodinámica de la División de Ciencias Básicas. Adquisición de bibliografía impresa y digital con un costo estimado de: \$10,000.00 . Asistencia a cursos, seminarios, talleres, etc., con un costo estimado de: \$30,000.00 .	El equipo de trabajo del proyecto, coordinados por el responsable y asesorados por el personal del Centro de Docencia "Gilberto Borja Navarrete".	Cronograma mensual de actividades para cada práctica, durante el año (2014).	Elaborar un documento que contenga las bases conceptuales que soporten la propuesta del paradigma técnico-pedagógico que se aplicará en el desarrollo de las prácticas del nuevo programa.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se han rediseñado cuatro prácticas del programa del Laboratorio de *Termodinámica* y tres del programa del Laboratorio de *Principios de Termodinámica y Electromagnetismo*, empleando una metodología técnico-pedagógica que establece el protocolo experimental de cada práctica fundamentando el proceso enseñanza-aprendizaje en que el alumno sea el constructor de su conocimiento, con la guía y acompañamiento del instructor del laboratorio, quien, apoyado en las teorías del constructivismo (Piaget) apoye al alumno en la recreación de los conceptos, principios y leyes de la termodinámica objeto de la práctica en estudio, soportando su labor docente en el cognitivismo para orientar al educando hacia un aprendizaje significativo (Ausubel) y por descubrimiento (Bruner).

La metodología del proceso enseñanza-aprendizaje que se está empleando en el rediseño de las prácticas está fundamentada en la teoría de la enseñanza operativa y el método científico aplicado a la experimentación, que induce a que el alumno vuelva a reproducir los experimentos que han generado la estructura conceptual de la termodinámica, y que el estudiante los aprenda, los haga suyos, es decir, que le sean conocimientos significativos.

El aprendizaje operatorio es algo más que la actividad práctica o la manipulación física del equipo, instrumental o material, en este proyecto se pretende desarrollar en el alumno una compleja y versátil actividad intelectual, para que proceda inteligentemente en el uso de sus estructuras de razonamiento, haciéndole asequibles y comprensibles los conceptos involucradas en los experimentos.

La recreación del conocimiento científico vincula la enseñanza teórica con la experiencia que se lleva a cabo en el laboratorio, de hecho, tiene que realizarse en el laboratorio, en donde el instructor orienta al alumno para que él sea quien proponga la metodología experimental con la que se desarrollen las prácticas que le permitan establecer los conceptos, principios y leyes de la termodinámica y en el salón de clase el profesor estructure el desarrollo del curso.

Los contenidos de las prácticas rediseñadas se han seleccionado con base a criterios de prioridad y relevancia de los programas de estas asignaturas, tanto en los programas vigentes como en los que están propuestos en el proceso de validación por los órganos colegiados de la FI y de la UNAM, en la actual revisión de planes y programas de estudio.

En las prácticas rediseñadas se han disminuido los porcentajes en los errores de precisión y exactitud así como en la incertidumbre en los resultados experimentales de las propiedades termodinámicas, ya que, por ejemplo, los resultados experimentales que se obtenían en las prácticas anteriores equivalentes a las cuatro prácticas rediseñadas tenían errores de precisión y exactitud del orden de un 10 hasta un 25%, y, en la mayoría de los resultados experimentales de las cuatro prácticas rediseñadas se ha reducido abajo del 2%, como se mostrará posteriormente.

El rediseño de estas cuatro prácticas ha requerido la elaboración de prototipos de los modelos icónicos empleados en cada experimento. La validación de los protocolos de cada práctica se hace con base en los resultados experimentales obtenidos por el equipo de trabajo, de acuerdo a los objetivos planteados en cada práctica, por ejemplo, a continuación

se presentan los resultados experimentales obtenidos en la rediseñada Práctica 1 “*Densidad de sólidos y líquidos*”.

Objetivo General: Al finalizar la sesión, el alumno obtendrá la densidad del mercurio y del aluminio y calculará sus respectivas incertidumbres y los porcentajes de los errores de exactitud y precisión de las mediciones.

Valor de referencia de la densidad del mercurio obtenido de tablas: 13,600.0 (kg/m³).

Valor de la densidad del mercurio obtenido experimentalmente: 13,436.0 (kg/m³).

Factor de correlación: 0.97

Error de exactitud: 1.21 %.

Valor de referencia de la densidad del aluminio obtenido de tablas: 2,700.0 (kg/m³).

Valor de la densidad del aluminio obtenido experimentalmente: 2 733.22 ± 8.6056 kg/m³).

Porcentaje de error de exactitud: 1.23 %.

Porcentaje de error de precisión: 1.81 %.

Porcentaje de precisión: 98.19%.

Porcentaje de incertidumbre: 0.31 %.

CONCLUSIONES

El rediseño de las prácticas de los programas de los Laboratorios de Termodinámica está dando como resultado una mejora en los valores obtenidos con el protocolo que se está desarrollando, al disminuir los porcentajes en los errores de precisión y exactitud de las variables termodinámicas obtenidas, así como en su incertidumbre. Así mismo, la metodología técnico-pedagógica empleada en el protocolo de cada experimento involucra al alumno para que sea el generador del conocimiento mediante la recreación de los fenómenos termodinámicos en estudio, propiciando que el conocimiento le sea significativo.

Sobre la base de las prácticas rediseñadas, se están preparando diferentes acciones que faciliten el cambio de paradigma en la planta docente que imparten las asignaturas de *Termodinámica* y *Principios de Termodinámica* y *Electromagnetismo*, por ejemplo, un curso-taller de actualización en Termodinámica basado en las prácticas rediseñadas y elaboración de guías de las prácticas para uso del alumno y el profesor sobre la base tanto metodológica como conceptual de las prácticas rediseñadas.

BIBLIOGRAFÍA

FI. UNAM. (2006). *Misión y visión Institucionales*. Obtenida el 30 de julio de 2013, de <http://www.ingenieria.unam.mx/planeacion/>

FI. UNAM. (2012). *Plan de Desarrollo 2011-2014*. p.3. Obtenida el 30 de julio de 2013, de http://www.ingenieria.unam.mx/planeacion/documentos/documentos11_14/Lineamientos_planeacion_2012.pdf