

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA ACTIVA PARA MEJORAR EL RENDIMIENTO ACADÉMICO Y EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN TERMODINÁMICA A NIVEL DE PREGRADO EN CARRERAS DE INGENIERÍA

Ximena Espinoza Ortiz

Facultad de Ingeniería, Universidad de Playa Ancha, xespinoz@upla.cl

Rafael Silva Córdova

Facultad de Ciencias, Universidad de Playa Ancha, rsilva@upla.cl

Ester López Donoso

Facultad de Ciencias, Universidad de Playa Ancha, elopez@upla.cl

Resumen

Las investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias, e ingeniería están relacionadas con enseñanza, aprendizaje y desarrollo de competencias. La enseñanza se ha enfocado de preferencia a estrategias docentes, que normalmente utilizan métodos tradicionales de enseñanza, que suelen llamarse equivocadamente clases magistrales, con aplicaciones a la resolución de problemas, clases que fomentan la pasividad y la falta de participación del alumno. Considerando lo anterior, esta investigación propone una metodología para la enseñanza activa de la termodinámica (MEACTER), basada en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, que intenta influir positivamente en el rendimiento y en el desarrollo competencias en los estudiantes. La metodología de investigación utilizada fue mixta, fundamentalmente cuantitativa, con algunos elementos cualitativos. Los resultados muestran un avance importante en el rendimiento académico y en el desarrollo de las competencias específicas, requeridos por los estándares de la carrera.

PALABRAS CLAVES: Metodología enseñanza activa, Enseñanza de las ciencias, Rendimiento académico, Competencias específicas, Aprendizaje, Termodinámica.

Introducción:

En la educación superior nos encontramos en muchas ocasiones con profesores y alumnos que no enfrentan el proceso de enseñanza y aprendizaje de acuerdo a los tiempos en los que nos encontramos. Esto implica que, en las universidades, necesitamos un cambio de mentalidad y de rutinas, tanto en los académicos, como en los estudiantes. Los primeros van a tener que organizar los procesos de aprendizaje, elaborando nuevas metodologías y dejando la clase magistral para momentos más reducidos, y los segundos tendrán que asumir más responsabilidad, autonomía y compromiso. Las dificultades que se prevén traerán estos cambios, están asociadas a la ausencia de cultura del esfuerzo y de trabajo autónomo en el alumnado, y en el profesorado una insuficiente preparación en metodología y evaluación, así como una falta de reconocimiento de las buenas prácticas docentes (Agudo, 2006).

Con este análisis preliminar e introductorio del problema, se procedió entonces a hacer un estudio bibliográfico más acabado de la problemática en nuestra investigación y también de la justificación del problema, con el fin de proceder a diseñar una metodología de enseñanza de la Termodinámica, que denominamos MEACTER. En la figura 1 se pueden apreciar los problemas identificados y en la figura 2 la justificación del problema.

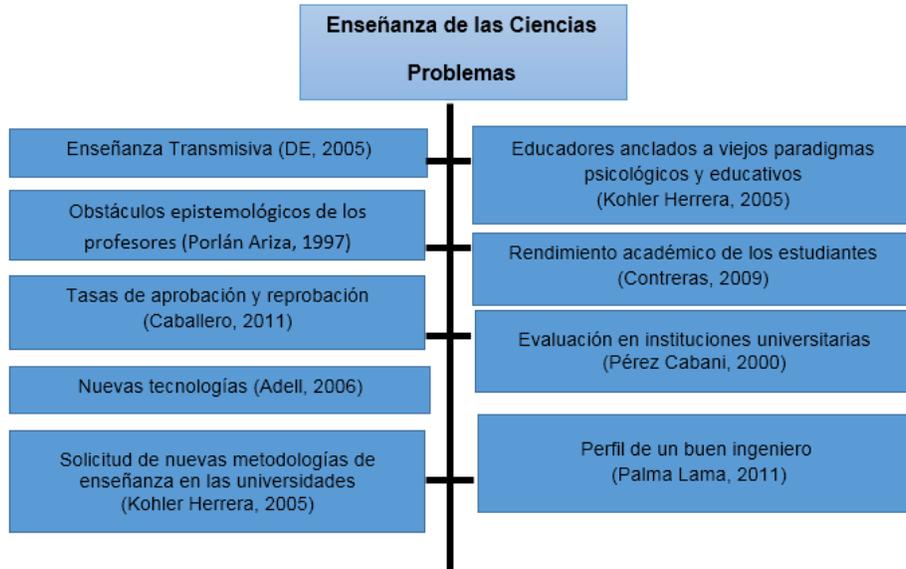


Figura 1: Problemáticas en la Enseñanza de las Ciencias

Por mencionar algunas de las problemáticas, el rendimiento académico de los estudiantes, no se puede dejar de lado, debido a que se siguen utilizando en las universidades, las notas, los puntajes y las tasas de aprobación, como un factor que explica el desempeño académico de los mismos (Contreras, 2009).

Por otra parte, una de las principales dimensiones que son objeto de evaluación, es el aprendizaje de los estudiantes, pero existen carencias y mucha insatisfacción de los alumnos respecto a los mismos, fundamentalmente por la ausencia de criterios objetivos y generales de evaluación, además de la falta de coherencia entre los criterios de evaluación de diferentes asignaturas de un mismo estudio, la falta de publicidad de dichos criterios, la centralización de los procesos de control sobre los exámenes y el desajuste entre los contenidos impartidos y los niveles exigidos (Pérez Cabani, 2000).

En referencia a los desafíos actuales, las universidades están solicitando a sus académicos, metodologías de enseñanza centradas en los procesos internos del estudiante, que lo involucren a este, como un participante activo en su aprendizaje. Esto se logrará empleando metodologías activas de enseñanza, que preparen alumnos autónomos, creativos, con capacidad crítica, con capacidad de resolver problemas, de autorregularse y, sobre todo, de aprender a aprender (Kohler Herrera, 2005).

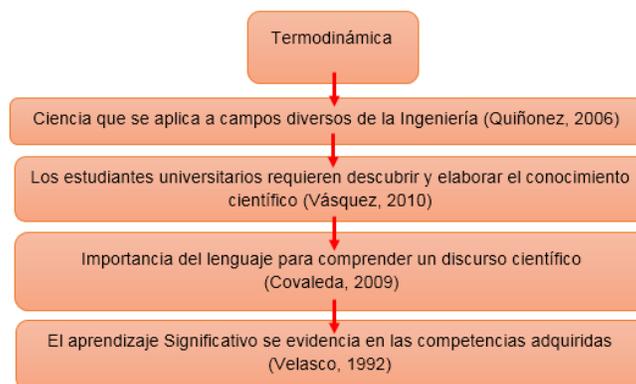


Figura 2: Justificación de la elección de la Termodinámica como objeto de análisis

Por otra parte, la justificación del porqué se elige la termodinámica como objeto de análisis está dada en primer lugar porque es una ciencia, y se aplica a campos diversos de la ingeniería y la ciencia. Por lo anterior, como asignatura, se considera básica en la formación de científicos e ingenieros. Además, uno de los principales problemas que suelen tener los estudiantes en estas materias, es que no logran aplicar los conocimientos adquiridos, a problemas reales, es decir no logran usar un análisis correcto y minucioso de las situaciones dadas en cada experimento o situación planteada.

Luego de analizadas las problemáticas y de justificar la investigación, se procedió a plantear las preguntas de investigación, que fueron: ¿Al realizar una Metodología de Enseñanza Activa de la Termodinámica (MEACTER) se mejorará el rendimiento?, ¿MEACTER estará en condiciones de desarrollar competencias específicas en alumnos de pregrado en ingeniería? Para dar respuesta a estas preguntas la investigación se plantearon los siguientes objetivos generales: Proponer y diseñar una metodología de enseñanza activa de la termodinámica (MEACTER), para la mejora del rendimiento y aprendizaje a nivel de pregrado en ingeniería. Discutir y analizar los resultados obtenidos con MEACTER, centrados en la búsqueda de la mejora del rendimiento y el aprendizaje de los estudiantes de pregrado en ingeniería. Estudiar las competencias específicas desarrolladas en los estudiantes de pregrado en ingeniería, producto de la aplicación de MEACTER.

Las consultas bibliográficas realizadas para profundizar en los temas propios de la investigación, se describen a continuación. Para Moreira (2010), aprendizaje significativo es, aprendizaje con significado, comprensión, retención, capacidad de transferencia, es decir, el aprendizaje que los profesores esperan como resultado de su acción docente. Un organizador previo, de acuerdo a Moreira (2012) es un recurso instruccional presentado en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusividad con relación al material de aprendizaje. Puede ser un enunciado, una pregunta, una situación-problema, una demostración, una película, una lectura introductoria, una simulación. Puede ser también una clase que precede a un conjunto de otras clases. De acuerdo a Bas Peña (2011), aprendizaje basado en problemas, es una estrategia de enseñanza que favorece el aprendizaje grupal, autónomo.

Respecto a los sustentos filosóficos y epistemológicos de la investigación se debe considerar, en primer lugar, lo filosófico donde: El positivismo busca respuestas, fundamentalmente en estudios que se basan en el análisis estadístico de los datos recogidos en investigaciones y experimentos descriptivos y comparativos, y asume que el conocimiento obtenido a través de medidas y de identificaciones objetivas, posee la verdad. En el ámbito educativo, el positivismo se ve reflejado en aquellas prácticas donde lo único que se pretende es ver el resultado que se obtendrá cuando se aplique un estímulo, en general podemos decir que esto se encuentra muy asociado a la importancia dada al rendimiento. La visión naturalista, indica que no hay conocimiento previo a la experiencia, es decir todo conocimiento proviene del mundo externo (Padrón, 2007). Se plantea en esta visión, que la ciencia debe servir para el bienestar de los seres humanos. La visión crítica, está centrada en los procesos y en los procedimientos, el constructivismo está asociado a esta visión, ya que según él, el conocimiento es un proceso de construcción del sujeto, interaccionando con su medio externo (Marín Martínez, 2003). Se asume que el investigador y el objeto investigado están conectados interactivamente con los valores del investigador, influenciando la investigación de manera inevitable.

En segundo lugar, lo epistemológico; Para Popper, la verdad es una aproximación a ella. Según el método científico defendido por este pensador, la propuesta de nuevas verdades (conocimientos) constituye exclusivamente una sugerencia. Después de plantear una hipótesis, cualquiera que sea, los datos de la experiencia confirmarían o refutarían dicha hipótesis. Puesto que no existe un método diferente para aceptar una hipótesis sino la contrastación con la realidad y puesto que nunca se podrá abarcar la totalidad de los datos de ella, la verdad constituye una aproximación mejor y mayor a ella, respecto al estado anterior.

Es por este motivo, que Bachelard habla de la ciencia como una actividad circular donde los experimentos llevan a la definición de nuevos modelos abstractos-matemáticos y luego a nuevos experimentos que al final desencadenan en nuevos modelos racionales. Así, bajo esta circularidad, según Bachelard, se desarrolla el conocimiento científico. Además, plantea el error y su rectificación como una forma de adquirir conocimiento.

La concepción Vygotskiana otorga un papel central al discurso, como un signo de mediación entre las personas, y a la comunicación, en la construcción del conocimiento científico, asumiendo el carácter sociocultural de este proceso de construcción.

El sustento teórico de esta dado por: Ausubel, que indica que, el aprendizaje significativo, es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-litera) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto. El conocimiento previo sirve de matriz "ideacional" y organizativa para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos, cuando éstos "se anclan" en conocimientos específicamente relevantes (subsumidores), preexistentes en la estructura cognitiva. En cuanto a la facilitación programática del aprendizaje significativo, Ausubel propone principios programáticos del contenido que son, diferenciación progresiva, reconciliación integrativa. La diferenciación progresiva es el principio según el cual las ideas y conceptos más generales e inclusivos del contenido de la materia de enseñanza, deben presentarse al comienzo de la instrucción y, progresivamente, diferenciarse en términos de detalle y especificidad y la segunda indica que la organización del contenido de un cuerpo de conocimiento en la mente de un individuo es una estructura jerárquica en la que las ideas más inclusivas están en el tope de la estructura y, progresivamente, incorporan proposiciones, conceptos y hechos menos inclusivos y más diferenciados.

Para Vygotsky, todo aprendizaje en la escuela siempre tiene una historia previa, todo niño ya ha tenido experiencias antes de entrar en la fase escolar, por tanto aprendizaje y desarrollo están interrelacionados desde los primeros días de vida del niño. La Zona de Desarrollo Próximo define aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración, en este sentido se caracteriza el desarrollo mental prospectivamente.

De esta manera se considera que el aprendizaje estimula y activa una variedad de procesos mentales que afloran en el marco de la interacción con otras personas, interacción que ocurre en diversos contextos y es siempre mediada por el lenguaje.

Para Vergnaud (Moreira, 2010), el conocimiento está organizado en campos conceptuales cuyo dominio, por parte del sujeto que aprende, tiene lugar a lo largo de un extenso período de tiempo. Los conocimientos de los estudiantes son moldeados por las situaciones que encuentran y progresivamente dominan.

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrolló utilizando una metodología cuantitativa, para evaluar el efecto de MEACTER con rendimiento, y de MEACTER con el desarrollo de las competencias. El tipo de estudio es descriptivo y comparativo para el rendimiento académico, y descriptivo e interpretativo para el desarrollo de competencias específicas.

La metodología MEACTER (X), busca cambiar el método tradicional de enseñanza, fundamentalmente expositivo y evaluado mediante pruebas integrales, cuyo objetivo es medir solo rendimiento del estudiante, por una metodología activa de enseñanza, que contenga los aspectos antes mencionados, pero que además permita, diagnosticar los conocimientos previos de los estudiantes y desarrolle aprendizajes significativos a través de talleres de discusión. MEACTER, operacionalmente se encuentra plasmada en los planes de estudio de la carrera de Ingeniería Civil Industrial. La Figura muestra la metodología MEACTER, que se desarrolló en 11 ciclos durante el segundo semestre del 2016, y cada ciclo constó de un PRE test para evaluar los

conocimientos previos de los estudiantes, luego las clases, que se dividieron en, clases teóricas donde se eligieron los organizadores previos apropiados para cada tema a desarrollar, y luego clases prácticas donde se analizaron y desarrollaron problemas. Después, se realizaron talleres de discusión de problemas que fueron evaluados, y finalmente la evaluación escrita, de cada tema, se realizó con una prueba de cátedra denominada POS.

Las variables dependientes (V_D), del diseño experimental son rendimiento (Y_1), y competencias (Y_2). Se define rendimiento (Y_1), como los resultados de distintas pruebas de evaluación, o algún tipo de promedio de notas obtenidas en las materias rendidas o aprobadas por un estudiante (Porto, 2001). Se midió el rendimiento en nuestra investigación mediante el análisis de la media de los resultados de las pruebas de diagnóstico PRE 1 a PRE11, denominado TOTAL PRE, y la media de los resultados de las pruebas de cátedra, POS1 a POS11, denominados TOTAL POS. La figura 3, muestra el análisis realizado para determinar rendimiento en los estudiantes.

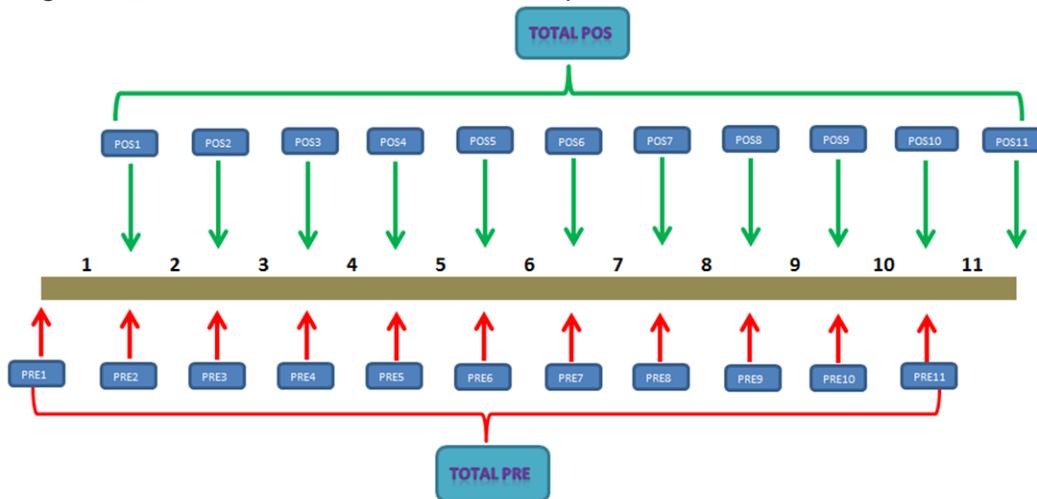


Figura 3: Análisis del rendimiento en los estudiantes que cursaron MEACTER.

Las competencias (Y_3), son un conjunto identificable y evaluable de conocimientos, habilidades, valores y actitudes relacionadas entre sí, que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional (Tirado, 2014). Se midieron competencias en esta investigación, mediante el análisis de las pruebas aplicadas POS 1 a POS 11, la tabla 1 muestra las competencias definidas en MEACTER.

Tabla 1: Competencias definidas en MEACTER.

Competencia	El alumno/a debe ser capaz de:
C1	Comprender, desde un punto de vista macroscópico las unidades de medición de las variables termodinámicas en un sistema.
C2	Analizar algunas aplicaciones de los conceptos de temperatura y de presión en situaciones prácticas.
C3	Resolver problemas que involucren el principio de conservación de la masa y su aplicación en el proceso de combustión.
C4	Analizar procesos termodinámicos en un diagrama de fases P-v-T de sustancias puras.
C5	Resolver problemas de procesos termodinámicos haciendo uso de las ecuaciones de estado y/o de las gráficas de compresibilidad.
C6	Aplicar las cartas psicrométricas para analizar procesos de secado y de humidificación.
C7	Analizar procesos termodinámicos que involucren balances de energía.
C8	Resolver problemas termodinámicos que involucren balances de energía.

Los instrumentos elaborados en el diseño experimental para evaluar los resultados de MEACTER, fueron pruebas escritas (PRE y POS) y talleres (TALL). La validez de estas pruebas y talleres, se encontraba dada por la elección de los ejercicios, que en algunos casos se extrajeron y modificaron parcialmente, de libros clásicos de la termodinámica como son, Fundamentos de Termodinámica (VAN WYLEN, 2002) y Termodinámica (CENGEL, 2002). En otros casos se eligieron ejercicios probados semestres anteriores, modificados parcialmente y que por sus buenos resultados se encontraban aptos para medir los objetivos planteados para cada competencia del curso.

Luego de elaborar los instrumentos, se diseñaron las pautas de corrección de cada uno de ellos, con el fin de contar con herramientas confiables para la medición del rendimiento, aprendizajes y competencias de los estudiantes.

RESULTADOS

Para los resultados, según estudios descriptivo y comparativo, se utiliza software SPSS, versión 18.

Respecto a la influencia de la metodología de enseñanza MEACTER y su efecto en el rendimiento, los resultados se muestran a continuación.

Tabla 2: Resultados de rendimiento obtenidos para media, varianza y desviación estándar con SPSS.

	TOTAL PRE	TOTAL POS
N: Número de datos	40	40
x: media	1,463	2,720
σ^2 : varianza	0,702	1,589
σ : desviación estándar	0,8381	1,2605

El histograma elaborado con los resultados de la tabla 2, mostrado en la figura 4, nos indica que, en una escala de 1 a 5, hubo un aumento en los resultados desde un 1,5 a un 2,7 aproximadamente (desde un 2,8 a un 4,3 en escala de 1,0 a 7,0), lo que nos permite concluir que el rendimiento mejoró en los estudiantes luego de aplicar MEACTER.

Considerando el valor medio (2,5) aceptable, podemos concluir que desde el punto de vista del rendimiento MEACTER entregó resultados satisfactorios.

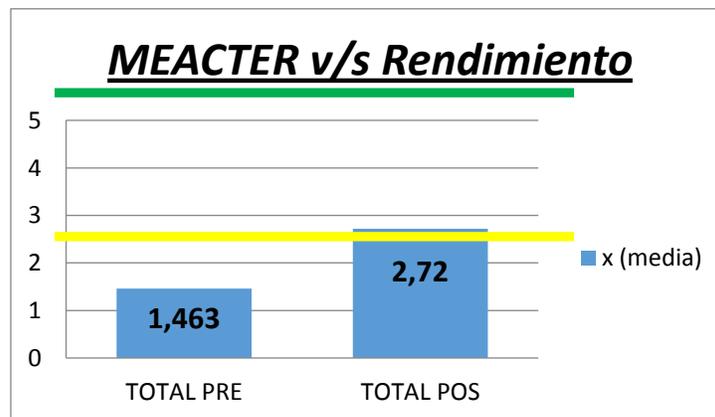


Figura 4: Resultados de MEACTER con Rendimiento.

También se evaluó el rendimiento mediante estadística comparativa, entre las medias obtenidas en los TOTAL PRE y TOTAL POS. Estas diferencias en las medias fueron contrastadas con la aplicación de la prueba t student, y con la aplicación de la prueba de U-Mann Withney, de tal forma de demostrar que las medias eran significativamente distintas.

Los resultados obtenidos en la prueba t student, se muestran en la tabla 3, donde se puede apreciar que el t tabla (1.67 para los gl=78 de la muestra) es menor al t experimental (5.254), lo que indica que se valida la hipótesis alterna que indica que, existen diferencias significativas en las medias obtenidas en TOTAL PRE y en TOTAL POS luego de aplicar MENacTER, confirmándose que MENacTER mejora significativamente el rendimiento.

Tabla 3: Resultados obtenidos en prueba t student TOTAL PRE y TOTAL POS

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t		Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error t.º. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
				Inferior	Superior				Inferior	Superior
Puntaje	Se han asumido varianzas iguales	8,021	0,006	5,254	78	0,000	-1,2575	0,2393	-1,7340	-0,7810
	No se han asumido varianzas iguales			5,254	67,845	0,000	-1,2575	0,2393	-1,7351	-0,7799

Los resultados obtenidos con la prueba de U Mann Whitney, se muestran en la tabla 4. Aquí podemos apreciar que el z de tabla (1,96), es menor al z experimental (4,381), lo que confirma la hipótesis alterna que indica que, existen diferencias significativas en las medias obtenidas en TOTAL PRE y en TOTAL POS luego de aplicar MENacTER, confirmándose, al igual que con la prueba t student, que MENacTER mejora significativamente el rendimiento.

Tabla 4: Resultados obtenidos en prueba U Mann-Withney TOTAL PRE y TOTAL POS

	Puntaje
U de Mann-Whitney	345,000
W de Wilcoxon	1165,000
Z	4,381
Sig.asintót. (bilateral)	0.000

Las competencias adquiridas por los estudiantes se evaluaron mediante estadística descriptiva, calculando media, desviación estándar, varianza y elaborando los histogramas para los datos obtenidos en los PRE y POS aplicados. El valor obtenido por cada estudiante en cada competencia se obtuvo evaluando su desempeño con la rúbrica mostrada en la tabla 5.

Tabla 5: Rúbrica elaborada para determinar competencias en los estudiantes luego de aplicada MEEnacTER.

Competencia	El alumno/a debe ser capaz de:	Niveles de valoración por competencia				
		0	1	2	3	4
C1	Comprender, desde un punto de vista macroscópico las unidades de medición de las variables termodinámicas en un sistema.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo		
C2	Analizar algunas aplicaciones de los conceptos de temperatura y de presión en situaciones prácticas.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo	Aplica el atributo	Analiza o resuelve el atributo
C3	Resolver problemas que involucren el principio de conservación de la masa y su aplicación en el proceso de combustión.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo	Aplica el atributo	Analiza o resuelve el atributo
C4	Analizar procesos termodinámicos en un diagrama de fases P-v-T de sustancias puras.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo	Aplica el atributo	Analiza o resuelve el atributo
C5	Resolver problemas de procesos termodinámicos haciendo uso de las ecuaciones de estado y/o de las gráficas de compresibilidad.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo	Aplica el atributo	Analiza o resuelve el atributo
C6	Aplicar las cartas psicrométricas para analizar procesos de secado y de humidificación.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo	Aplica el atributo	Analiza o resuelve el atributo
C7	Analizar procesos termodinámicos que involucren balances de energía.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo	Aplica el atributo	Analiza o resuelve el atributo
C8	Resolver problemas termodinámicos que involucren balances de energía.	No presenta el atributo	Conoce el atributo	Comprende el atributo	Aplica el atributo	Analiza o resuelve el atributo

Los resultados de las medias obtenidas, por cada uno de los estudiantes, en las competencias evaluadas luego de aplicar MEACTER, se muestran en la figura 5.

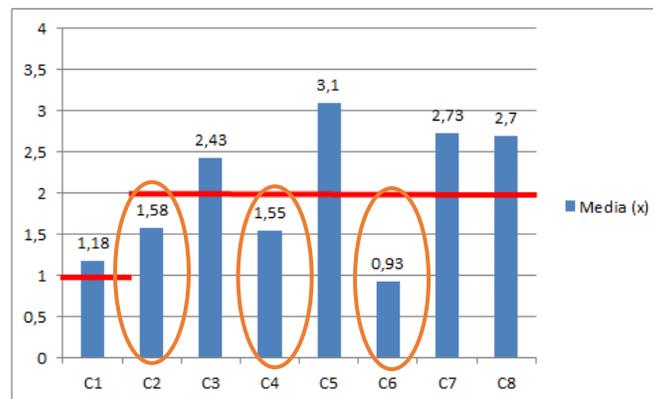


Figura 5: Resultados de las medias obtenidas por los estudiantes en cada competencia luego de aplicar MEACTER.

Se puede observar en la figura 5 que, para la competencia C1, de acuerdo a la rúbrica, tiene 2 niveles de cumplimiento, los resultados son satisfactorios dado que se encuentran por sobre el valor medio que es 1. En el caso de las competencias C2 a la C8, la rúbrica muestra 4 niveles de cumplimiento. Si consideramos aceptable el valor medio 2 (en una escala de 1 a 4), podemos observar que, las competencias 3, 5, 7 y 8, se desarrollan satisfactoriamente y por sobre el nivel de aceptación. La competencia 2, que indica que el alumno analizará algunas aplicaciones de los conceptos de temperatura y de presión en situaciones prácticas, y 4, que indica que, el alumno analizará procesos termodinámicos en un diagrama de fases P-v-T de sustancias puras, figura 5 muestra que, no se desarrollaron satisfactoriamente estas competencias. Dado que las

competencias 7 y 8, muestran desarrollos satisfactorios y absorben a C2 y C4 podemos afirmar que igualmente tienen a final de semestre un desempeño satisfactorio.

En cuanto a la competencia 6, que indica que el alumno aplicará las cartas psicrométricas para analizar procesos de secado y de humidificación, los niveles de competencia se encuentran muy por debajo de lo aceptable, lo que indica que en aplicaciones futuras de MEACTER, se deberán estudiar y corregir las actividades realizadas, dado que en este caso los temas asociados al desarrollo de esta competencia no se vuelven a tratar.

CONCLUSIONES

Se programó y propuso una metodología de enseñanza activa de la termodinámica (MEACTER), basada en el constructivismo, de tal forma que el estudiante a partir de MEACTER, fuera un participante activo de su propio conocimiento. Además MEACTER se basó en la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel y fue diseñada, teniendo especial cuidado en el orden en que se fueron presentando los conceptos, a un curso de pregrado de la Carrera de Ingeniería Civil Industrial.

La programación de esta metodología, se realizó en base al programa vigente de la asignatura, considerando 16 semanas lectivas, y tomando los objetivos generales de la asignatura para definir las competencias a desarrollar durante el semestre. Se definieron las competencias, luego se propusieron los objetivos de aprendizaje que permitieran desarrollar dichas competencias, se diseñaron las actividades que dieran cumplimiento a cada objetivo y finalmente se elaboraron las evaluaciones para medir los logros en los objetivos de aprendizaje.

Se determinaron los conocimientos previos de los estudiantes, en todos los objetivos de aprendizaje definidos, mediante las evaluaciones denominadas PRE1 a PRE11. Esto fue fundamental, debido a que de acuerdo a la teoría de Ausubel, este paso es crucial para lograr el aprendizaje significativo.

Se realizó un análisis de los resultados de MEACTER con rendimiento, el cual mostró que existieron diferencias significativas en los promedios de las medias obtenidas por los estudiantes en TOTAL PRE y en TOTAL POS. Podemos asegurar, con este análisis, que el rendimiento mejora con la propuesta metodológica de este trabajo.

Se analizó el efecto de MEACTER con el aprendizaje significativo de los estudiantes para cada objetivo definido. El análisis de los resultados muestra que en todos los objetivos se promovió el aprendizaje significativo, luego de aplicar MEACTER. Si bien en este sentido, existieron algunos contenidos de las primeras unidades, cuyos aprendizajes fueron deficientes, fundamentalmente porque los estudiantes carecen de metodologías, que tengan una estructura sólida de resolución de problemas, o también porque los temas muchas veces requieren, de una capacidad de abstracción, difícil de conseguir en los meses iniciales del curso, el análisis de la información obtenida en las unidades finales, que son por definición integradoras en un curso de termodinámica, nos entregó los mejores resultados de la asignatura, lo que muestra que la consolidación, que permite el aprendizaje significativo, toma tiempo y son las actividades diseñadas, las que a través de su desarrollo, la van logrando.

Por lo anteriormente expuesto podemos afirmar que el proponer una MEACTER que esté basada en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, garantiza una mejora en el rendimiento y en la calidad de los aprendizajes de los estudiantes de pregrado en ingeniería.

También, se diseñaron instrumentos de evaluación, que permitieron medir competencias adquiridas por los estudiantes, luego de aplicar MEACTER.

En cuanto a las competencias medidas, los resultados muestran que MEACTER desarrolla las competencias C1, C2, C3, C4, C5, C7 y C8, en niveles satisfactorios para el estudio. La competencia C6 no logra niveles aceptables y será necesario revisar las actividades diseñadas a futuro, para lograr los estándares requeridos.

PROYECCIONES

Re-estudiar las actividades diseñadas para las competencias iniciales del curso, con el fin de lograr los estándares aceptables de la carrera, en etapas tempranas de la asignatura.

Explorar el uso de MEACTER en otros campos del saber, en específico en otras asignaturas del área de las ciencias de la ingeniería, como introducción a la ingeniería, transferencia de masa y calor o mecánica de fluidos.

Verificar si la aplicación de MEACTER en otras materias, mostrará los mismos resultados en rendimiento, aprendizaje, desarrollo de competencias.

Analizar teóricamente el aporte del uso de las TICs en MEACTER.

Investigar la posibilidad de que otros académicos puedan tener un marco de referencia en los resultados que deberían obtener al usar MEACTER.

Innovar en las metodologías de enseñanza en ingeniería, tiene un efecto positivo en la opinión de los estudiantes, en el nivel de desempeño docente de los profesores.

REFERENCIAS

- Adell, J. (2006). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *Revista electrónica de tecnología educativa. Edutec* , 7.
- Agudo, J. L. (2006). Diseño curricular en la enseñanza universitaria desde la perspectiva de los ECTS. Universidad de Zaragoza.: ICE.
- Bas Peña, E. (2011). Aprendizaje basado en problemas . *Cuadernos de pedagogía* , (409), 42-44.
- Caballero, L. B. (2011). Comparación de las tasas de aprobación, reprobación, abandono y costo estudiante de dos cohortes en carreras de Licenciatura en Ingeniería en la Universidad Tecnológica de Panamá. . *Universidad Tecnológica de Panamá. In Congresos CLABES*.
- Carrera, B. &. (2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Educere* , 5(13), 41-44.
- CENGEL, Y. y. (2002). Termodinámica. Mc Graw-Hill. 2da. edición.
- Contreras, D. G. (2009). Determinantes del desempeño universitario: ¿ Importa la habilidad relativa?.
- Covalada, R. M. (2009). Los conceptos de sistema y equilibrio en el proceso de enseñanza/aprendizaje de la mecánica y termodinámica: posibles invariantes operatorios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , V. 8, n. 2, p. 722-744.
- DE, P. R. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* , 2(2), 241-250.
- Edel Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación* .
- González, A. E. (2008). El aprendizaje basado en problemas: una propuesta metodológica en educación superior. Narcea Ediciones.
- Kohler Herrera, J. (2005). Importancia de las estrategias de enseñanza y el plan curricular. *Liberabit* , 11(11), 25-34.
- Mahmud, M. C. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación universitaria* , 3(1), 11-20.
- Marín Martínez, N. (2003). Visión constructivista dinámica para la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias* , 21(Extra), 043-55.
- Moreira, M. A. (marzo 2012). ¿ Al final, qué es aprendizaje significativo?. *Qurriculum: revista de teoría, investigación y práctica educativa* . , No. 25, p. 29-56.
- Moreira, M. A. (2010). ¿ Por qué conceptos?¿ Por qué aprendizaje significativo?¿ Por qué actividades colaborativas?¿ Por qué mapas conceptuales? *Revista de teoría, investigación y práctica educativa. La Laguna* , No. 23 , p. 9-23.

- Navarro, J. (2000). En contacto con la realidad: el realismo crítico en la filosofía de Karl Popper.
- Navarro, M. M. (2006). Las competencias profesionales demandadas por las empresas: el caso de los ingenieros. *Revista de educación* , 341, 643-661.
- Novak, J. D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias* , 6(3), 213-223.
- Olabuénaga, J. I. (2012). Metodología de la investigación cualitativa (Vol. 15). Universidad de Deusto.
- Padrón, J. (2007). Tendencias epistemológicas de la investigación científica en el siglo XXI. *Revista de Epistemología de Ciencias Sociales. Cinta de Moebio* , 28.
- Palma Lama, F. M. (2011). Competencias genéricas en ingeniería: un estudio comparado en el contexto internacional. *XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos* .
- Pérez Cabaní, M. L., Carretero Torres, M. R., Palma, M., & Rafel, E. (2000). La evaluación de la calidad del aprendizaje en la universidad. *Infancia y Aprendizaje* , vol. 23, núm. 3, p. 5-30.
- Porlán Ariza, R. R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos.. *Enseñanza de las Ciencias* , 15(2), 155-17.
- Porto, A. &. (2001). Rendimiento de estudiantes universitarios y sus determinantes.
- Quiñonez, C. R. (2006). Desarrollo de herramientas virtuales para la enseñanza de la termodinámica básica. *Revista Colombiana de Física* , 38(4), 1423-1426.
- Serna, Y. Q. (2012). EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO: APORTES DE GASTÓN BACHELARD A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. *Ciencia en la escuela* .
- Soler Peña, C. F. (2010). Los enunciados de base empírica a la luz de los métodos científicos detenidos por Karl Popper y Rudolf Carnap.
- Tirado, L. J. (2014). Competencias profesionales: una estrategia para el desempeño exitoso de los ingenieros industriales. *Revista Facultad de Ingeniería* , (40), 123-139.
- VAN WYLEN, G. y. (2002). Fundamentos de Termodinámica. Editorial Limusa, 2da. edición.
- Vázquez, S. M. (2010). Rendimiento académico y patrones de aprendizaje en estudiantes de ingeniería. *Ingeniería y Universidad* , 13(1).
- Velasco, J. M. (1992). Bachelard, Popper y el compromiso racionalista de la ciencia.