

## **Evaluación continua en Ingeniería Térmica.**

**Comparación de resultados de aprendizaje en función de la metodología aplicada: evaluación continua con apoyo de TIC frente al sistema convencional.**

### ***Continuous assessment in Thermal Engineering.***

***Comparison of the learning results depending on the applied methodology: continuous assessment using TIC versus the conventional way.***

M<sup>a</sup> Carmen Velasco<sup>1</sup>, Ivana Turégano<sup>2</sup>, Tomás Gómez<sup>1</sup>, Javier Pallarés<sup>1</sup>, Amaya Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. Ingeniería Térmica, EUITIZ, UNIZAR

<sup>2</sup> Pedagogía. Facultad de Educación. UNED

### **Resumen**

Durante una serie de años hemos venido desarrollando una experiencia de aplicación de evaluación continua apoyada en herramientas diseñadas específicamente para la experiencia en la asignatura de Ingeniería Térmica, de 2º curso de Mecánicos de los estudios de Ingeniería Técnica Industrial impartida en la EUITIZ. Se pretende evaluar si dicho proceso de aprendizaje, con resultados de aumento de la asistencia a clase hasta un 90-95% y un crecimiento del número de aprobados hasta el 85% de la matrícula (frente al 20-25% habitual), responde a las expectativas de la metodología de evaluación continua seguida, apoyada en el aprendizaje significativo. Es decir, se pretende medir el grado de permanencia del aprendizaje adquirido en relación con el aprendizaje adquirido bajo el método convencional.

Entendemos que la forma de valorar el interés de la metodología de evaluación continua, requiere, no sólo la constatación del aumento de la asistencia a clase, o el aumento del número de aprobados, sino que hace falta comprobar si el aprendizaje realizado es de mejor calidad, o no.

En ese sentido se ha medido el conocimiento de la materia por parte de estudiantes que cursaron la asignatura en años anteriores, siguiendo unos la metodología de evaluación continua y otros la metodología convencional.

Los resultados muestran claramente que hay una mejor comprensión de los conceptos de la asignatura en los estudiantes que siguieron la evaluación continua. Podemos concluir, por tanto, que la metodología de evaluación continua seguida mejora, no solo el nivel de asistencia y el porcentaje de aprobados, sino que también consigue un aprendizaje de mejor calidad.

### **Palabras clave**

Evaluación continua, aprendizaje significativo, enseñanza-aprendizaje, TIC.

## **Abstract**

For a number of years, we have been building a didactic experience of teaching and learning by the use of continuous assessment supported by TIC tools specifically designed for the experience in the course of Thermal Engineering, 2nd year of Mechanical studies of Industrial Technical Engineering, taught in the EUITIZ. We try to evaluate if the above mentioned learning process with results of an increase up to 90-95 % in the assistance to class and a growing number of approved up to 85% of tuition (opposite to 20-25 habitual %), meets the expectations of the methodology used, based on meaningful learning. It is to say, we try to measure the degree of permanency of the acquired learning in relation with the one acquired under the conventional method.

The way of valuing the interest of the methodology of continuous assessment, needs, not only the verification of the increase of the assistance to class, or the increase of the number of passes, but it is necessary to verify whether or not the realized learning is of better quality. In this sense, the knowledge of the matter has being measured up on the part of students who studied the subject in the previous years following a few the methodology of continuous assessment and others the conventional methodology.

The results show very clearly that there is a better comprehension of the concepts of the subject in the students who followed the continuous assessment.

We can conclude, therefore, that the methodology of followed continuous assessment improves, not only the level of assistance and the percentage of passes, but also it obtains a learning of a better quality.

## **Keywords**

Continuous assessment, meaningful learning, teaching-learning, TIC.

## **INTRODUCCIÓN**

A lo largo del periodo 1995-2002 el grupo de Didáctica de la Termodinámica llevó a cabo un conjunto de experiencias innovadoras incorporando las TIC de manera activa en clase y en prácticas de simulación.

Los estudiantes reconocían y apreciaban el enorme esfuerzo con valoraciones entre 4 y 5 sobre 5, en relación a diferentes conceptos como orden, claridad, utilidad, atractivo...

Sin embargo, los resultados académicos apenas recogían una mejora de un 10% respecto a los previos y, lo que es más, apenas se modificaba la tónica de asistencia a clase, similar al resto de materias de ingeniería. Concretamente, se producía un abandono a lo largo del curso de más del 60% de los matriculados.

Una revisión cuidadosa confirmaba que los estudiantes apenas habían modificado su método de aprendizaje, basado en un proceso memorístico intenso unos pocos días previos al examen, pues el mayor esfuerzo se había realizado en el entorno de enseñanza mediante la introducción de los materiales multimedia desarrollados.

Esto nos condujo a la necesidad de actuar sobre el entorno de aprendizaje para lo que se desarrolló una herramienta transversal de curso, TermoGraf (Tgrf), que permitió modificar las opciones de trabajo del

estudiantado y su entorno de aprendizaje, al recibirla junto con los materiales empleados en clase y en prácticas (Velasco, 2002).

A partir de la utilización de Tgrf, convertido en una herramienta no solo para la enseñanza de la termodinámica sino también para su aprendizaje, la situación ha cambiado drásticamente. En concreto, se ha desarrollado:

- un entorno de aprendizaje de alta productividad gracias al uso de dicho programa TermoGraf que facilita un trabajo del estudiante centrado en conceptos reduciendo procedimientos repetitivos sin apenas valor en el proceso de aprendizaje,
- un entorno de enseñanza que facilita la docencia centrada en conceptos más que en procedimientos y que convierte la evaluación formativa en un proceso de alta productividad con el que la retroalimentación en el proceso de docencia-aprendizaje es casi instantánea.

A lo largo de los últimos seis años se ha venido aplicando una metodología de evaluación continua en la asignatura de Ingeniería Térmica apoyada en dichas herramientas de alta productividad diseñadas específicamente para la mencionada experiencia.

Dicha metodología se basa en:

- La resolución semanal por parte de los estudiantes de los problemas entregados, con la ayuda de TermoGraf, lo que refuerza el trabajo con los conceptos realizado tanto en la clase como en las sesiones prácticas informáticas, planteadas con un enfoque constructivista, que potencia el aprendizaje significativo de los mismos.
- Los problemas entregados están dotados de doble aleatoriedad: los estudiantes entre sí, reciben distintos datos en su ejercicio con lo que se asegura la necesidad de un trabajo personal para su resolución.
- Corrección automatizada por parte del profesor/a para que puedan disponer de los resultados de forma inmediata.
- Esta evaluación formativa permite al profesor tener información estadística de los conceptos asimilados o fallados por una amplia mayoría, lo que permite reorientar la docencia o incidir de forma más insistente en determinados aspectos (Allal, 1980).

Es el momento de evaluar si el proceso de aprendizaje, que ha supuesto unos resultados espectaculares consistentes en un incremento hasta casi el 100% en la asistencia a clase y en un crecimiento del número de aprobados en primera convocatoria que ha alcanzado niveles del 85% de la matrícula (frente al 20-25% acostumbrado en los cursos anteriores), responde a las expectativas de la metodología utilizada, apoyada en el aprendizaje significativo (Zubizarreta, 2009). La propuesta pretende responder a la pregunta:

¿Esta herramienta ha sido también eficaz en la permanencia de los conocimientos integrados en la estructura cognitiva del alumnado? Podría concluirse de la experiencia, en tanto que ofrezca resultados positivos, que la metodología seguida resulta eficaz gracias a la puesta a punto de un entorno de aprendizaje basado en el aprendizaje significativo.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Objetivos de la investigación

Habiendo comprobado los beneficios obtenidos en la superación de la asignatura, mediante el uso de la evaluación continua, nos planteamos iniciar un trabajo de investigación que nos permitiese conocer el nivel de retención de conocimientos con el paso de los años habiendo utilizado dicha metodología a través de la herramienta TermoGraf, respecto a otras metodologías convencionales.

Nuestro objetivo ha consistido en evaluar la utilidad conjunta del uso de Termograf y la evaluación continua en la consolidación de conocimientos en el área de termodinámica al cabo de un determinado periodo de tiempo. Para ello, pretendemos analizar el nivel de conocimientos mantenido, así como la capacidad de análisis y aplicación de dichos conocimientos por parte de los estudiantes que trabajaron con esta metodología, en relación con los que trabajaron con una metodología tradicional, basada en la clase magistral y el examen final.

### 2.2 Materiales: sujetos, muestra, técnicas, instrumentos

Los grupos que han intervenido en la investigación han sido los siguientes (Tabla 1):

- 1) Estudiantes habiendo cursado la asignatura de Termodinámica Aplicada el curso pasado o en cursos anteriores, mediante la metodología convencional y cursando actualmente (curso 09-10) la asignatura de Climatización y Frío Industrial y/o la de Sistemas de Generación de Electricidad (grupo GC).

Asignaturas participantes	Esp.	Ev. cont. Curso 09-10	Ev. cont. Curso 08-09
Ingeniería Térmica (IT) - 2º	Mec.	SÍ	
Termodinámica Aplic. (TA) - 2º	Elec.	NO	
Tec. Energética y Optimización (TEO) - 3º	Mec.		SÍ
Sistemas de Generación de Electricidad (SGE) - 3º	Elec.		NO
Climatización y Frío Industrial (CLIMA) - 3º	Elec.		NO

Tabla 1

- 2) Estudiantes cursando durante el año académico actual, 09-10, la asignatura equivalente Termodinámica Aplicada con la metodología convencional en 2º curso de la especialidad de Electricidad (grupo GC').

3) Estudiantes habiendo cursado la asignatura de Ingeniería Térmica el curso pasado o en cursos anteriores, mediante la metodología de evaluación continua con TermoGraf y cursando actualmente (curso 09-10) la asignatura de Tecnología Energética (grupo GE).

4) Estudiantes cursando durante el año académico actual, 09-10, la asignatura de Ingeniería Térmica con la metodología de evaluación continua apoyada en TermoGraf ,en 2º curso de la especialidad de Mecánica (grupo GE').

La recogida de datos se ha realizado a través de un prueba cognitiva en formato de cuestionario elaborada ex profeso cuyo proceso de construcción detallamos más adelante.

### 2.3 Diseño realizado

Los grupos participantes, con sus características y el tratamiento seguido, se recogen en la tabla 2 (Herrero, 2002).

GRUPOS		ASIGNACIÓN	SECUENCIA DE TRATAMIENTO	
			TRATAMIENTO	POSTEST
GRUPOS DE CONTROL	GC	NO ALEATORIA	- (anterior a 09-10)	$Y_C$
	GC'	NA	- (curso 09-10)	$Y_{C'}$
GRUPOS EXPERIMENTALES	GE	NA	X (Ev. Cont -TGrf) (anterior a 09-10)	$Y_E$
	GE'	NA	X (Ev. Cont -TGrf) (curso 09-10)	$Y_{E'}$

Tabla 2

Donde:

- X hace referencia a la *variable independiente* (estudio de la asignatura mediante la metodología de evaluación continua con TermoGraf),
- Y hace referencia a la *variable dependiente* (mantenimiento en el tiempo, de los conocimientos adquiridos),
- El subíndice C designa el grupo de control y
- El subíndice E designa el grupo experimental

Dentro del paradigma positivista, el presente diseño *cuasiexperimental*

elaborado se corresponde con un diseño *causal comparativo* de grupo de control no equivalente. Para compensar las limitaciones propias de este diseño y determinadas principalmente por la ausencia de pretest, a los grupos principales en los que hemos evaluado la variable dependiente (GE y GC) se han añadido otros dos grupos (GE' y GC') que han realizado la asignatura correspondiente a los conceptos de Termodinámica durante el curso 09/10 y han sido utilizados como referencia en el nivel de adquisición de conocimientos.

Este diseño *expost facto* se ha considerado el más apropiado y útil para someter a experimentación la metodología de enseñanza con evaluación continua con el apoyo de TermoGraf dada la imposibilidad de lograr grupos equivalentes fruto de las características propias de la realidad educativa. También este diseño es el que nos ofrece la posibilidad de estudiar los efectos de la variable independiente (metodología de aprendizaje) una vez ocurrida, pues en el momento en que accedemos a este estudio, nos encontramos con que el tratamiento ya ha sido aplicado, quedando anulada la opción de utilizar otro diseño (García y Alvarado, 2000).

## 2.4 Hipótesis

**“La metodología de evaluación continua, basada en un aprendizaje significativo gracias a uso de la aplicación TermoGraf, produce resultados de aprendizaje estructurados, lo cual facilita que permanezcan a lo largo del tiempo de forma más sólida que en el aprendizaje basado en la metodología convencional donde es general el aprendizaje de tipo memorístico”**

Las variables utilizadas han sido las siguientes:

*Variable independiente:* estudio de la asignatura mediante la metodología de evaluación continua con TermoGraf (Tgrf).

*Variable dependiente:* mantenimiento en el tiempo, de los conocimientos adquiridos.

Mediante la aplicación del test desarrollado, pretendemos analizar si existe una relación de causalidad entre dichas variables y extraer las conclusiones correspondientes.

## 2.5 Recogida de datos

La recogida de datos se ha realizado a través de una prueba cognitiva construida ex profeso para esta investigación. Para la construcción de la prueba hemos pasado por cuatro fases: construcción del test, administración, evaluación, versión definitiva (Salkind, 1999).

### 2.5.1 Fase I. Construcción del test.

#### i. Definición del objetivo del test.

Para definir el objetivo del test hemos respondido a 3 preguntas:

- ¿Qué se va a medir con el test?

Vamos a medir una variable latente (no directamente observable) procedente de la esfera cognitiva: los conocimientos adquiridos y mantenidos por el estudiante en el área de termodinámica.

- ¿A quién se va a medir?

La variable la vamos a medir por un lado, en un colectivo que está trabajando, una parte, con la metodología tradicional y otra, con la metodología de evaluación continua a través de TermoGraf y por otro, en un colectivo que trabajó también con ambas metodologías, de manera que podamos comparar y analizar las diferencias obtenidas y establecer conclusiones a partir de ellas.

- ¿Qué se pretende?

Obtener información acerca de la utilidad de la metodología utilizada.

ii. *Especificación del test.*

Para especificar las respuestas observables que se pueden utilizar como indicadores empíricos que representan nuestra variable dependiente hemos utilizado dos estrategias:

- *Opinión de expertos:*

Se mantuvieron diversas reuniones de los distintos profesores de las asignaturas involucradas en el estudio, para definir las características de la prueba, el nivel razonablemente exigible de conocimientos, así como la extensión de la misma y la forma de evaluación a aplicar.

- *Tabla de especificación del test:*

Área de conocimiento	Termodinámica Técnica	
	Nº de items	% de items
Grado taxonómico		
Conocimiento	17	39
Comprensión	13	30
Aplicación	12	27
Análisis	2	4
<b>Total</b>	<b>44</b>	<b>100</b>

Tabla 3

iii. *Confección de los ítems.*

El formato elegido para los ítems incluye ítems de elección múltiple, binaria, emparejamiento e ítems de respuesta corta.

En cuanto a la longitud del test, hemos elegido un número de 44 ítems porque consideramos que ofrece una longitud lo suficientemente extensa como para alcanzar una fiabilidad adecuada, pero no resulta excesiva para que factores como la fatiga o la pérdida de motivación influyan negativamente en la ejecución del mismo.

Respecto a la complejidad de los mismos, dado que no buscamos detectar alumnos brillantes o carencias significativas, hemos optado por

ítems de dificultad media por su pertinencia para discriminar la zona central de la distribución de frecuencias según la campana de Gauss.

#### 2.5.2 Fase II. Administración.

La fase de construcción del test concluyó con la obtención de una versión preliminar o prueba piloto. La aplicación del test piloto se realizó mediante *aplicación experimental*, aplicando la versión preliminar a una muestra de sujetos de características similares a la población de sujetos a los que está destinada la prueba.

#### 2.5.3 Fase III. Evaluación.

Para evaluar la consistencia interna de la prueba se siguió el criterio de *juicio de expertos* donde participaron profesores del área de conocimiento de Máquinas y Motores Térmicos a la que pertenecen las asignaturas implicadas, así como expertos en Pedagogía que analizaron las posibles dificultades y modificaron algunos ítems que podían generar confusión.

#### 2.5.4 Fase IV. Versión definitiva.

Con el desarrollo de las fases previas obtuvimos la versión definitiva del test que adjuntamos en el ANEXO I y que fue administrado a todos los grupos participantes (E, E', C y C').

### 2.6 Análisis de datos:

#### 2.6.1 Clasificación de los datos

Se midió el grado de aciertos de las diferentes preguntas en los distintos grupos y se agruparon y compararon los resultados en función del grado de dificultad de las mismas según su nivel taxonómico.

#### 2.5.2 Variables

Se midió como *variable independiente*: estudio de la asignatura mediante la metodología de evaluación continua con apoyo de TermoGraf),

Se midió como *variable dependiente*: la persistencia en el tiempo de los conocimientos adquiridos, a partir del número de aciertos en el test suministrado.

#### 2.6.3 Procedimientos analíticos.

El número de estudiantes participantes en la prueba ha sido de un total de 81. De ellos 51 que han hecho evaluación continua con Tgraf y 30 sin haber hecho evaluación continua con Tgraf.

Se han calculado los porcentajes de aciertos globales, por preguntas y por bloques taxonómicos

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Justificación de la metodología seguida

El objetivo inicialmente planteado era analizar el nivel de retención de conocimientos con el paso de los años habiendo utilizado una metodología



activa a través de la herramienta TermoGraf, respecto a otras metodologías convencionales y haberlo hecho en las diferentes titulaciones de Ingeniería donde se simultanean los dos procesos en materias de contenidos equivalentes.

Las dificultades surgidas a la hora de aplicar los procedimientos previos de construcción y validación de la herramienta de medida, nos hicieron desistir en esta primera aproximación de los métodos más sofisticados y consistentes, pues ello nos habría impedido completar el estudio y extraer al menos alguna conclusión relevante.

Por esta razón, se modificó la idea previa y se optó por el diseño *expost facto* al considerar que era el más apropiado y útil dada la imposibilidad de lograr grupos equivalentes. Ello nos permitió estudiar los efectos de la metodología de aprendizaje una vez ocurrida, introduciendo dos grupos más que cursaban la asignatura este año y que nos han aportado información acerca de los niveles de adquisición de conocimientos en el momento del aprendizaje, con lo que obtenemos un nivel de referencia necesario para poder establecer una medida absoluta del grado de estabilidad de los conocimientos adquiridos durante el periodo de aprendizaje de los conceptos correspondientes.

De este modo, la *cuasi-comparabilidad* existente nos ha posibilitado obtener conclusiones más consistentes al atenuar el sesgo de selección.

### 3.2 Presentación de resultados

#### 3.2.1. Resultados más relevantes

La tabla 4 y la figura 1 muestran un resumen global de los resultados. IT (Ingeniería Térmica) y TA (Termodinámica Aplicada) corresponden a dos asignaturas de similares contenidos donde se imparten los conceptos de termodinámica evaluados.

	EV. CONT (TGRAF)	% ACIERTOS
IT (09-10)	Sí	55,2
TA (09-10)	No	23,48
IT ( 08-09)	Sí	45,71
IT (antes de 08-09)	Sí	38
TA (08-09)	No	28,20
TA (antes de 08-09)	No	21,22

Tabla 4

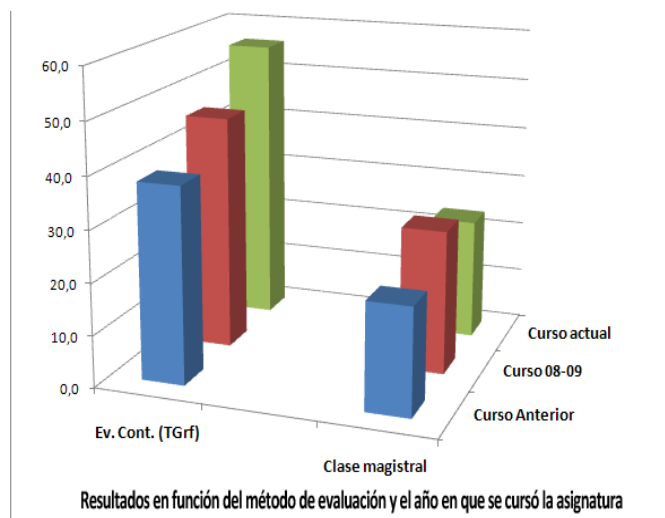


Figura 1. Resultados en %

Con todas las reservas señaladas más arriba sobre las características de la experiencia y de la extracción de conclusiones, cabe destacar dos elementos evidentes en ese resumen:

- En el caso de test realizados a estudiantes que han seguido la evaluación continua se evidencia un efecto de pérdida parcial de conocimientos que se acentúa ligeramente con el tiempo. Sin embargo, el nivel mostrado incluso en años posteriores, sigue siendo claramente superior al reflejado en todos los caso por los estudiantes que han seguido la evaluación convencional.
- Algo similar sucede con los test realizados a grupos sin evaluación continua pero con registros significativamente inferiores a los anteriores. Como situación sorprendente podría definirse la baja nota media del grupo realizando la asignatura en el año en curso. Una interpretación plausible sería que el test se ha hecho antes del examen final, lo cual, en el escenario de aprendizaje memorístico, es clave para la adquisición de conocimientos en el curso, sean éstos más o menos lábiles en el tiempo.

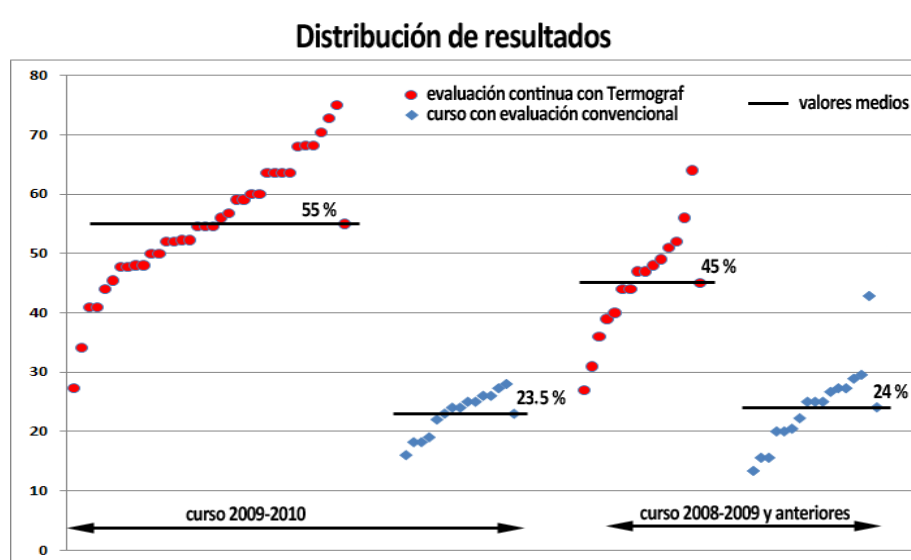


Figura 2. Porcentaje de aciertos por estudiante evaluado

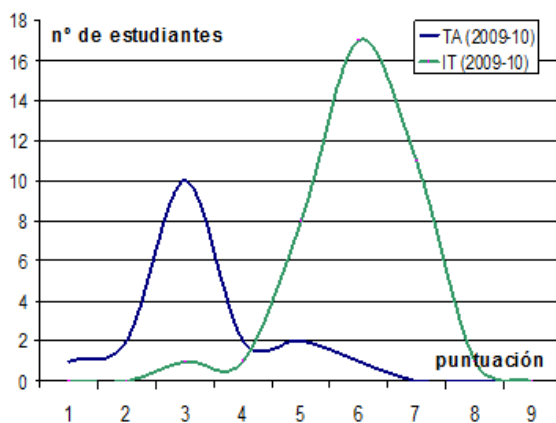


Fig.3 Distribución de estudiantes con la misma puntuación

El segundo escenario de comparación no puede hacerse como el anterior, ya que el curso de referencia en este caso no es homogéneo pues, como se ha señalado antes, todavía no se había hecho el examen de junio de este curso, clave en el aprendizaje memorístico. En este caso tomaríamos como referencia el caso de evaluación continua en años precedentes. En relación

con éste, los resultados del otro conjunto reflejan una reducción de un significativo 45% de pérdida de permanencia de los conocimientos supuestamente adquiridos.

La explicación anterior se recoge en la figura 3, exclusivamente para los estudiantes del curso 2009-10. En ordenadas: la puntuación de cada estudiante. Las distribuciones son concluyentes al comparar la distribución de aciertos para los estudiantes que han seguido el método de evaluación continua con los del grupo de control.

## **4. CONCLUSIONES**

### **4.1 Conclusiones propiamente dichas.**

Se han apuntado en el punto anterior las más relevantes que resumiríamos como:

- Los resultados muestran que el nivel de contenidos retenido es claramente superior en el caso de la evaluación continua. Este hecho es particularmente significativo si lo completamos con el dato de asistencia continuada a clase, del porcentaje de estudiantes presentados en la convocatoria de Junio y lo que es más importante, del porcentaje de estudiantes que aprueba la asignatura en esta convocatoria.

- Estos resultados hacen más importante la reiteración de estos estudios con incorporación de análisis de varianzas una vez establecida una dimensión mayor, en lo posible, de los grupos estudiados en la línea que se expone en los párrafos siguientes.

### **4.2 Aspectos a investigar en el futuro.**

Las principales limitaciones de la presente investigación se derivan del diseño metodológico que hemos tenido que desarrollar, consecuencia de la realidad con la que nos encontramos en el momento de planificar la investigación.

Esto nos hace ser conscientes de que es necesario continuar la línea comenzada con este estudio para obtener más información, poder analizarla de manera más sistematizada y poder alcanzar conclusiones más sólidas y fiables.

## **Referencias bibliográficas**

Allal, L. (1980). Estrategias de evaluación formativa: concepciones psicopedagógicas y modalidades de aplicación. *Infancia y aprendizaje*, 11, 4-22.

García, MV., Alvarado, J.M. (2000). *Métodos de investigación científica en psicología: Experimental, Selectivo y Observacional*. Barcelona: Ed. E.U.B.

Herrero, M.L. (2002). *Introducción a los métodos, diseños y técnicas de investigación psicológicas*. Zaragoza: Universidad de la Zaragoza.

Salkind, N. (1999). *Métodos de investigación*. México: Prentice Hall.

Velasco, MC. (2002). *Informatización de una Asignatura. Desarrollo del Entorno GAME y Aplicación a la Termodinámica Técnica* (Tesis doctoral, Zaragoza)

Zubizarreta, Ml., Altuna, J. (2009). Diseño de las titulaciones de ingeniería en base a competencias en Mondragon Unibersitateea. *La Cuestión Universitaria*, 5, 17-32.