



**VNIVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

Informe final del Proyecto de Innovación Docente ID2013/003

“Propagación del conocimiento: de la investigación a la docencia. Aplicación al concepto rendimiento en condiciones de máxima potencia”

Participantes:

Alejandro Medina Domínguez

J. M. Mateos Roco

Antonio Calvo Hernández

Departamento de Física Aplicada

Facultad de Ciencias

PDI Responsable: Antonio Calvo Hernández

Curso Académico 2013/14

VICERRECTORADO DE DOCENCIA

Patio de Escuelas nº1, 37071 – Salamanca

1. PRESENTACIÓN

El objetivo genérico y primordial del proyecto solicitado era el estudio de la propagación del conocimiento y su infiltración en los contenidos docentes universitarios desde su origen como producto especializado de investigación en un determinado campo. Como segundo objetivo, más concreto, pretendíamos analizar el caso de conocimientos específicos aplicables a un tema de gran actualidad como es el uso eficiente de los recursos energéticos, que constituye el núcleo central de las asignaturas que impartimos en el cuarto curso del Grado en Físicas (Física de Convertidores Energéticos) y en el Máster de Física (Optimización Termodinámica y Sostenibilidad). Como ejemplo concreto, planteábamos el caso paradigmático relativo al concepto de rendimiento en condiciones de máxima potencia, que se publicó en una revista didáctica a mediados de los años setenta (F. L. Curzon and B. Ahlborn; American Journal of Physics; 43, 22 (1975)) y se ha convertido en un referente en la investigación de optimización energética. Hoy en día es un resultado que se está incorporando en los manuales de Termodinámica.

2. DESARROLLO

El desarrollo del proyecto se ha realizado de acuerdo con los planteamientos realizados en la memoria de solicitud, en todo lo referente a las actividades a realizar, metodología, recursos a emplear, y calendario previsto. No se ha producido ninguna alteración significativa que deba mencionarse. Muy brevemente, las actuaciones realizadas han transcurrido en orden cronológico de la forma siguiente:

- A. Presentación del proyecto y formación de grupos de trabajo (tareas 1 y 2)
- B. Explicación por parte de los profesores de las bases de datos.
- C. Obtención de la información y su tratamiento bibliométrico.
 - Búsqueda de información en diferentes bases de datos de tópicos, unidades temáticas o conceptos relevantes a las asignaturas.
 - Clasificación y análisis de la información en base a las diferentes categorías y tipos de revista de cada base de datos.
 - Analizar las implicaciones de innovación docente mediante el adecuado uso de los indicadores bibliométricos (principalmente los de circulación, uso y visibilidad e impacto.
- D. Exposición de los resultados por parte de los alumnos

3. RESULTADOS Y VALORACIÓN

Como principales resultados de carácter genérico destacamos los tres siguientes

- i) Desarrollo de nuevas herramientas de innovación docente para fomentar el aprendizaje autónomo.
- ii) La incorporación de recursos de bibliometría como herramienta de innovación en las actividades docentes de los últimos cursos del grado así como en las titulaciones de máster, junto con la utilización de bases de datos (ISI, SCOPUS) y técnicas de visualización de datos
- iii) Se ha estudiado y analizado como un concepto de importancia en procesos de conversión energética y originalmente publicado en una revista didáctica se ha convertido en un paradigma de investigación, y finalmente en material curricular en los manuales de optimización termodinámica.

Ello ha permitido obtener un conjunto de mejoras docentes que ha incidido favorablemente en el impacto sobre la docencia:

- Una percepción mas global del alumnado en los contenidos genéricos de una asignatura
- Se ha fomentado la participación activa de los alumnos en el desarrollo de las clases con metodologías activas de enseñanza-aprendizaje.
- Se ha motivado a los estudiantes a través del uso de las nuevas tecnologías.
- Se ha facilitado la adquisición de las competencias específicas de la asignatura.

Nuestra valoración del desarrollo del proyecto ha sido muy positiva. Ha permitido a los alumnos un seguimiento ágil de la asignatura, con clases dinámicas y participativas que permiten una consecución más eficaz de las competencias previstas. En particular aquellas relativas a la transferencia de información, ideas, problemas y soluciones del ámbito científico; el incremento de la capacidad de organización y planificación a fin de resolver con éxito el problema analizado.

Complementariamente y en colaboración con el Dr. Lev Guzmán, especialista en dinámica no lineal y técnicas avanzadas de visualización de datos y perteneciente al IPN de México DF, hemos realizado un estudio más detallado cuyos principales resultados han sido aceptados en un congreso específico de educación e innovación: The International Congress on

Education, Innovation and Learning Technologies (<http://iceilt.com>). Más abajo se adjuntan información sobre el congreso y una imagen con el abstract enviado y aceptado para una presentación oral mas detallada en el mes de julio de 2014.

De: "International Congress on Education, Innovation and Learning Technologies" <info@iceilt.com>

Asunto: **Acceptance of your abstract - International Congress on Education, Innovation and Learning Technologies (Barcelona, 23-25 July 2014)**

Fecha: 27 de febrero de 2014 13:24:16 GMT+1

Para: amd385@usal.es

Dear Professor Alejandro Medina,

We inform you that your abstract entitled:

Bibliometric analysis of efficiency at maximum power: an example of feedback between education and research

Has been accepted for Oral participation on the International Congress on Education, Innovation and Learning Technologies which will be held in Barcelona, from 23rd to 25th July 2014. The reference of your work is ED-014.

We inform you about the data for the payment:

Account holder: MONICA FILIPA GANDUM MARTINS

NIB: 0075 1254 75060005168 2

Internacional Banking Account Number (IBAN): ES98 0075 1254 7506 0005 1682

Bank Identification Code (BIC): POPUESMM

Please, remember you must make the payment until and indicate the reference ED-014 of your abstract/s when you make the payment.

If you have any question, please let me know.

Best regards,

Mónica Gandum Martins

Technical Secretary

Phone: 0034 695 961 908 // 00351 96 726 96 78

Mónica Gandum Martins

Technical Secretary

Phone: 0034 695 961 908 // 00351 96 726 96 78



Bibliometric analysis of efficiency at maximum power: an example of feedback between education and research

A. Medina⁽¹⁾, J. M. Roco⁽¹⁾, A. Calvo Hernández⁽¹⁾ and L. Guzmán-Vargas⁽²⁾

⁽¹⁾ *Departamento de Física Aplicada; Universidad de Salamanca*
+34 923 294436 Ext. 1311; amd385@usal.es; roco@usal.es; anca@usal.es

⁽²⁾ *Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas,*
Instituto Politécnico Nacional, México D.F. 07340, lguzmanv@ipn.mx

1.-Introduction. Almost forty years ago, F.L. Curzon and B. Ahlborn published a paper entitled “*Efficiency of a Carnot Engine at Maximum Power Output*”; American Journal of Physics 43(1), 22-24 (1975). Formerly, the paper intended to be a pedagogic contribution in teaching Thermodynamics. As the authors mention: “*We have found it instructive in our classes on thermodynamics to consider another fundamental limitation on efficiency which is caused by the rate at which heat can be exchanged between the working material and the heat reservoirs*”. From its original pedagogic character, the results in the work passed to the research area in the field of thermodynamic optimization. Since then, the so-called *Curzon-Ahlborn efficiency* progressively became a paradigmatic result with regards to thermodynamic optimization of power cycles in quite different fields: from physics to engineering passing through biology. Its wide applicability and sole dependence on the external heat bath temperatures (as it happens for the Carnot efficiency) allows for an easy and notably adequate comparison with experimental efficiencies of many different energy converters [1].

Efficiency at maximum power (EMP), as a tool in the optimization of macroscopic, mesoscopic and quantum energy converters, is nowadays a topic of special attention because of its straightforward relation with the depletion of energy resources and the concerns of sustainable development. Many different analytical derivations have been presented in order to assess its validity for a broad variety of thermal cycles and steady state systems. As a consequence a broad field of scientific research, both of basic and applied nature, has emerged [1-2].

2.-Results and Discussion. In this work, bibliometric analysis and knowledge visualization technology are applied to evaluate scientific production of EMP research, with special emphasis on thermodynamics, engineering and educational areas. It is specially relevant that this result, originally of teaching nature, is nowadays recovering its place as a usual topic in Thermodynamics and Engineering textbooks [3-5]. All data are collected from the Web of Science Collection by Thomson Reuters. The published papers citing the 1975 Curzon-Ahlborn paper are analysed and visualized from categories, research areas, authors, countries, years, and so on. From an engineering education point of view the two-way spread-out of this work (from pedagogy to research and back to teaching) allows to explore several targets as:

- Integrate innovation and research related to education.
- To analyze a relevant issue for teachers and students.
- Current trends and global perspectives in engineering and technology education
- Role of engineering education in sustainable development
- Engineering education in the information age.

3.-References

- [1] M. Esposito, R. Kawai, K. Lindenberg, and C. Van den Broeck, *Phys. Rev. Lett.* 105(15) (2010), p. 150603-1-4; *Phys. Rev. Lett.* 102(13), (2009) p. 1306021-1-4.
- [2] Y. Zhang, W. Hu, C. Ou, and L. Chen. *Appl. Therm. Engineering* 29(8), (2009) p. 1766-1772.
- [3] A. Bejan, “*Advance Engineering Thermodynamics*”, J. Wiley and Sons, Hoboken, 2006; “*Entropy Generation Minimization*”, CRC Press, Boca Raton, 1996.
- [4] H. B. Callen, “*Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics*”, J. Wiley and Sons, New York, 1985.
- [5] C. Fernández Pineda, and S. Velasco Maíllo, “*Introducción a la Termodinámica*”, Síntesis, Madrid, 2009.