

# El Soplador mágico: un experimento discrepante en el aprendizaje de la ley de presión hidrodinámica de Bernoulli

(*The magic blower: a discrepant experiment in the learning of the Bernoulli's Law of hydrodynamic pressure*)

Luis H. Barbosa<sup>1,2</sup>, Cesar E. Mora<sup>2</sup>, Paco H. Talero<sup>1</sup> y José O. Organista<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Física y Matemática, Depto. de Ciencias Naturales, Universidad Central, Carrera 5, Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>Depto Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada,

Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México

Recibido em 8/3/2011; Aceito em 13/7/2011; Publicado em 1/12/2011

El propósito de este artículo es presentar un experimento discrepante, su modelación física y las bondades pedagógicas del montaje para apropiar la ley de presión hidrodinámica de Bernoulli. Se presenta resultados del impacto sobre una población de estudiantes y se mide su movilización surgida del proceso de ir desde un estado de disonancia a un estado de consonancia. El aparato se ha usado como proyecto para que la población en estudio lo trabaje en su tiempo independiente durante 4 semanas. La evolución del aprendizaje se precisa con la ganancia normalizada de Hake y el factor de concentración de Bao. Se ha encontrado una experiencia muy enriquecedora pedagógicamente representada por valores de ganancia de Hake mayores a 0.5.

**Palavras-chave:** material didáctico, experimentos discrepantes, demostraciones experimentales, enseñanza de la Física, métodos de enseñanza.

The main purpose of this article is to present a discrepant experiment, its physical modeling as well as its pedagogical benefits of the assembly to learn the Bernoulli's Law of hydrodynamic pressure. The impact of the results is presented on a population of students and the interactive engagement is measured starting from a process of dissonance to a process of consonance. The prototype has been implemented as a project in order that the student's population makes time by their own during four weeks. The evolution of the learning process is specified with the Hake's average normalized gain and the Bao's concentration factor. The experience has turned out to be quite fruitful from a pedagogical standpoint represented by the Hake's gain values above 0.5.

**Keywords:** didactic material, discrepant experiments, demonstration experiments, physics education, teaching methods.

## 1. Introducción

La ley de presión hidrodinámica de Bernoulli (LPHB) es una de las ecuaciones que sin duda han cambiado la actividad de la humanidad. Así lo precisa Guillen en su ensayo de ciencia sobre las cinco ecuaciones que cambiaron el mundo [1]. Esta ecuación establece un mecanismo de explicación con las variables presión y velocidad del fluido para un sinnúmero de fenómenos como el origen de la voz [2], la salida del líquido del atomizador [3], el funcionamiento del carburador de los autos [4], la eficiencia de las chimeneas [5], el tiro de chanfle en fútbol [6], entre otras. A pesar de lo importante de esta regularidad, en una revisión de McDermott y Redisch hay pocos estudios sobre la enseñanza de este concepto en programas de Física General que evidencien su aprendizaje [7]. Sobre la interpretación de esta ecuación, Bauman y Schwaneberg [8] reportan

ciertas concepciones erróneas que a menudo se usan en la deducción y elucidación de esta ecuación en textos universitarios [9,10], en la misma dirección, Weltner e Ingelman-Sundberg reportan una serie de malentendidos que a menudo los profesores usan como aplicaciones para introducir la LPHB y que pueden ser contraproducentes usarlas por ser consideradas como sombrías a la hora de explicar el gradiente de presión desde el cambio de velocidad de la línea de corriente del flujo [11]. Se necesitan, por tanto, situaciones que permitan introducir esta ecuación pero que a la vez sean fértiles para apropiar este concepto. En consecuencia, se reportan dos nuevos prototipos de experimentos denominados sopladores que ofrecen un alto valor pedagógico para apropiar el concepto que subyace a la LPHB, inspirados por Walker y por un trabajo anteriormente reportado [12,13]. La principal ventaja de estos prototipos es que al accionarlos vislumbran una fenomenología

<sup>1</sup>E-mail: lhbffisica@gmail.com.