Ley de Ohm con Aprendizaje Activo de la Física en la Ciudad de México para vocacional

César Mora, Rubén Sánchez-Sánchez, Isaias Miranda Viramontes
Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Legaria. Calzada Legaria #694. Colonia: Irrigación. Delegación: Miguel Hidalgo. C.P. 11,500. México, D.F. Tel. 011(52)(55)57296000. Extensiones. 67737 y 67702.

E-mail: cmoral@ipn.mx

(Recibido el 10 de enero de 2015; aceptado el 18 de febrero de 2015)

Resumen

En el presente trabajo se muestra la segunda parte de un esfuerzo por llevar a cabo la aplicación de un método de Aprendizaje Activo para los estudiantes de nivel Medio Superior, del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) no. 13 *Ricardo Flores Magón*, del Instituto Politécnico Nacional, en la Ciudad de México. Se muestran las ganancias promedio normalizadas de Hake, que dan un testimonio de la importancia de emplear metodologías de enseñanza activas en un grupo escolar, para la formación de futuros físicos o ingenieros en México.

Palabras clave: Ley de Ohm, Metodologías Activas de Enseñanza, Aprendizaje Activo de la Física.

Abstract

In this paper is shown the second part of the effort by carrying out the implementation of an active learning method for students of College level of CECyT 13 (in English: Centre of Science and Technology Studies) *Ricardo Flores Magón,* of IPN (in English: National Polytechnic Institute), in Ciudad de México. We show also the standardized average earnings of Hake, giving a testimony of the importance of using active teaching methodologies in a school group, for the formation of future physicists and engineers in México.

Keywords: Ohm's Law, Active Teaching Methodologies, Active Learning Physics.

PACS: 01.40.-d, 01.50.H-, 01.50.hv, 01.50.-i, 01.50.ht **ISSN 1870-9095**

I. INTRODUCCIÓN

En esta segunda parte se aprecian los resultados de llevar metodologías activas de enseñanza [1, 2, 3, 4, 5, 6, y 8], a estudiantes del nivel Medio Superior, en una escuela del Instituto Politécnico Nacional (IPN), en la Ciudad de México, concretamente en el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT) no. 13, *Ricardo Flores Magón*, en el año de 2014. El tema que los estudiantes tenían que aprender era el de la *Ley de Ohm.* Las edades de los estudiantes en promedio variaban entre los 14 y los 17 años de edad, que es la edad promedio en México para estudiantes de vocacionales del Politécnico. Aquí, se resumen los resultados obtenidos durante la aplicación del Aprendizaje Activo de la Física (AAF), para un curso de formación en Física del tronco común, en esa escuela.

Las metodologías activas han tenido un buen impacto en países de primer mundo como Estados Unidos, sin embargo, todavía no se han obtenido suficientes resultados en países que son emergentes, como México.

Esperamos que aunque hay mucho trabajo por realizar en esta área de investigación, los resultados aquí mostrados sirvan como un referente y un antecedente de lo que ha sido la práctica del Aprendizaje Activo de la Física, en un país latinoamericano que tiene bajos recursos económicos (como para dotar de laboratorios de Física, con todo el equipo adecuado para un curso de este nivel), como lo es México. Estos resultados vienen a completar los primeros mostrados en un artículo anterior, y son pruebas del coeficiente de ganancia promedio efectiva o normalizada de Hake [9].

II. TIPO DE TEST

El test aplicado, fue diseñado por el investigador en educación, Lino Velázquez [10], y será publicado en su tesis doctoral (próxima a publicarse en el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Legaria). Está inspirado en otros tipos de test: el mundialmente conocido *BEMA* (Brief Electricity and Magnetism Assesssment) [11], y en el *ECCE* (Electric Circuits Concept Evaluation) [12].

Aunque en sí, el presente test es diferente, y se usó para probar los conocimientos adquiridos por los estudiantes, sobre la Ley de Ohm.

Por lo tanto, aunque el test no ha sido formalmente validado, sigue –con buenas intenciones– aproximadamente este tipo de esquemas. ESTE es de opción múltiple, cuenta con 18 preguntas cuidadosamente seleccionadas, y cada pregunta va enfocada a que el estudiante pueda expresar su

conocimiento adquirido (durante la práctica de laboratorio y en el salón de clases) en el tema de la Ley de Ohm.

Como ya se había mencionado en la primera parte de este trabajo, primero se efectúa un examen de diagnóstico, para que el profesor tenga una idea acerca del nivel de conocimientos previos, que los estudiantes tienen en este tema en particular. A esta fase de la aplicación del test a los estudiantes, se le conoce como *pretest*.

Posteriormente viene la etapa de la enseñanza por parte del docente sobre este tema; seguido por la aplicación del mismo test de prueba, con el objeto de medir la ganancia de conocimiento efectiva promedio del grupo. A esta última etapa de la prueba se le conoce como *postest*. De esta forma podemos darnos cuenta del avance que tienen los estudiantes en el tema, y de si ellos desarrollan o adquieren el conocimiento que necesitan en su formación, así como la habilidad de poder observar y medir datos experimentales en el laboratorio de Física, concernientes a este tema de estudio.

III. DATOS RECOLECTADOS

Durante la práctica educativa, se trabajó con dos grupos (diferentes a los ya reportados en la primera parte de este trabajo). Uno de control, donde se les dio la clase de Física en la forma tradicional; y otro grupo de prueba o experimental, donde la clase tradicional fue reemplazada por una clase demostrativa interactiva (CDI), según el sentido, la forma, la intención, y los pasos seguidos por otros investigadores en Estados Unidos, como lo son, por ejemplo, Sokoloff *et al*. [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8] (mencionados anteriormente).

La intención aquí es reproducir resultados análogos, pero realizando este tipo de pruebas en un ambiente educativo, que cuenta con menos recursos materiales y económicos que los encontrados en escuelas de Estados Unidos.

TABLA I. Resultados del pretest para el grupo experimental 4IV4.

Pretest	
Grupo 4IV4 (Experimental) de 37 estudiantes	
Pregunta	Estudiantes que contestaron bien
1	6
2	6
3	7
4	12
5	10
6	10
7	8
8	5
9	7
10	18
11	13
12	5
13	5
14	10
15	11
16	10
17	10
18	11

En la Tabla I se muestran los datos más relevantes para el grupo experimental (4IV4), en la fase del pretest; datos que nos sirven para estimar la ganancia promedio normalizada de Hake, de un total de estudiantes de 37. Los datos contabilizan el número de estudiantes que responden correctamente el test

Asimismo, la Tabla II muestra –en forma resumida– cual fue el aprovechamiento del grupo experimental clasificado como grupo 4IV4 (del CECyT no. 13 del IPN, en la Ciudad de México, durante el año de 2014). El grupo contaba con un total de 35 estudiantes. La fase de prueba para la Tabla II corresponde al pretest.

TABLA II. Resultados del postest para el grupo experimental 4IV4.

Postest	
Grupo 4IV4 (Experimental) de 37 estudiantes	
Pregunta	Estudiantes que contestaron bien
1	21
2	22
3	22
4	22
5	22
6	19
7	21
8	20
9	21
10	25
11	21
12	23
13	22
14	22
15	21
16	24
17	20
18	24

Para las Tablas III y IV se registran los resultados obtenidos en la fases del pretest y postest respectivamente, para el grupo de control clasificado como grupo 4IV8 (del CECyT no. 13 del IPN).

Hay que recordar que el dato mostrado en las tablas es el número de estudiantes de cada grupo que han contestado bien el test, y tomar en cuenta que el número total de estudiantes del grupo de control (4IV8) es de 35.

Los datos son recolectados con la intención de medir la ganancia media normalizada de Hake. Además, de tener un referente de cómo afecta el uso de metodologías activas en la enseñanza de la Ley de Ohm, para estudiantes jóvenes del nivel de estudios de una Vocacional o CECyT del IPN; es decir, con nivel de estudios correspondientes a la enseñanza Media Superior de México.

TABLA III. Resultados del pretest para el grupo de control 4IV8.

Pretest	
Grupo 4IV8 (Control) de 35 estudiantes	
Pregunta	Estudiantes que contestaron bien
1	7

2	4
3	9
4	9
5	8
6	11
7	7
8	3
9	7
10	11
11	11
12	5
13	5
14	5
15	12
16	12
17	6
18	11

TABLA IV. Resultados del postest para el grupo de control 4IV8.

Postest	
Grupo 4IV8 (Control) de 35 estudiantes	
Pregunta	Estudiantes que contestaron bien
1	13
2	10
3	14
4	17
5	16
6	19
7	16
8	10
9	15
10	15
11	16
12	11
13	13
14	13
15	20
16	18
17	13
18	16

En la siguiente sección, calcularemos la ganancia promedio normalizada de Hake [9] para ambos grupos, y haremos una comparación ~~correspondiente~~ a este caso, de la metodología activa de enseñanza, con respecto a la enseñanza tradicional, que se ha llevado por décadas en dicha escuela (CECyT no. 13).

IV. RESULTADOS

Vamos a utilizar la fórmula de Hake:

$$<g>=\%<G> / \%<G>_{max}= (\%<S_f>-\%<S_i>)/ (100-\%<S_i>),$$

para calcular la ganancia promedio normalizada, de estos dos grupos. Primero, para el grupo experimental obtenemos las cantidades siguientes:

$$\%<S_f>_{exp} = ((392x100)/ (37x18)) \% = 58.86\%,$$

$$\%<S_i>_{exp} = ((164x100)/ (37x18)) \% = 24.62\%,$$

que representan los promedios final (post) e inicial (pre) de la clase, respectivamente. Donde los números 392 y 164, se obtienen al sumar la lista de números de la segunda columna de cada una de las Tablas I y II, y representan el puntaje obtenido por el grupo experimental en esas fases de evaluación (postetst y pretest, respectivamente).

El número 37 es el total de estudiantes en este grupo, y 18 el número de preguntas del test; de manera que 37x18 representa el número máximo, o puntaje máximo que puede adquirir el grupo para el test que se aplicó, ya sea en su fase de pretest o postest. De esta forma, obtenemos que para el grupo experimental, la ganancia promedio y la ganancia promedio máxima son, respectivamente:

$$\%<G>_{exp} = (58.86-24.62) \% = 34.24\%,$$

$$\%<G>_{max-exp} = (100-24.62) \% = 75.38\%.$$

Por lo que, la ganancia promedio normalizada para este grupo experimental resultó ser de:

$$<g>_{exp} = 34.24 / 75.38 = 0.45,$$

que corresponde a una ganancia *g-media*, de acuerdo a la clasificación de ganancias de Hake [9].

En forma similar, calculamos las cantidades correspondientes del grupo de control, luego el aprovechamiento en el test final e inicial viene a ser estimado según las siguientes dos cantidades (nótese que aquí, el número de estudiantes es de 35):

$$\%<S_f>_{con} = ((265x100)/(35x18))\% = 42.06\%,$$

$$\%<S_i>_{con} = ((143x100)/(35x18))\% = 22.70\%.$$

De esta forma, la ganancia promedio y ganancia promedio máxima para el grupo de control será respectivamente de:

$$\%<G>_{con} = (42.06-22.70)\% = 19.36\%,$$

$$\%<G>_{max-con} = (100-22.70)\% = 77.30\%,$$

$$<g>_{con} = 19.36 / 77.30 = 0.25,$$

que corresponde a una ganancia *g-baja* para el grupo de control. Por lo que desde aquí, ya podemos ver cuál es el impacto de utilizar metodologías activas en esta escuela politécnica de la Ciudad de México.

V. CONCLUSIONES

En los resultados reportados en el artículo anterior se reflejó la importancia de utilizar metodologías activas a la hora de dar un tema de Física, como lo es la fundamental Ley de

Ohm, de los circuitos eléctricos. Aunque en el grupo experimental no obtuvimos una ganancia de Hake alta, sí se ha evidenciado por este trabajo, que la aplicación de estas metodologías beneficia al aprendizaje promedio del estudiante, al exigirle que se haga más participativo en la clase, convirtiéndolo en lo que se ha conocido como un *estudiante activo.*

El estudiante pasivo, por el contrario, participa menos en la clase y se limita más a sólo escuchar y a tomar notas que le va dando el profesor.

Tomando en cuenta que el desarrollo de la misma ciencia ha sido posible gracias a la participación activa de muchos investigadores del pasado, podemos decir que un comportamiento similar se puede dar en los salones de clase, donde la gente que participa más es la que mejora su propio aprendizaje. No obstante, la participación del docente es esencial en estas metodologías, pues es él quien promueve y guía a los estudiantes en los pasos que se deben de seguir durante las actividades que conllevan la aplicación de una metodología de estudio activa.

Como este trabajo fue hecho en la Ciudad de México, donde los recursos que tienen las escuelas para dotar a sus laboratorios con el material adecuado, son generalmente muy bajos o escasos, podemos decir que no obstante, si se tiene la determinación, el tiempo y un material escaso, pero mínimo de laboratorio, se puede lograr que los estudiantes aprovechen mejor sus clases, si el profesor emplea una metodología activa de enseñanza.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente artículo de investigación educativa, quieren expresar su agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico recibido durante la realización del trabajo.

Asimismo agradecen el apoyo económico de la COFAA, del Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Y al apoyo económico recibido por la Secretaría de Investigación y Posgrado del IPN número 20151223, que lleva por título *Aprendizaje Activo de la Física para la Ley de Ohm*.

El apoyo de las anteriores dependencias e instituciones fue indispensable para la realización y redacción de este trabajo.

También los autores quieren expresar su agradecimiento a Lino Jesús Velázquez Arteaga, por sus observaciones en las ganancias de Hake, la recolección de datos, y su participación en la aplicación del Aprendizaje Activo de la Física en sus grupos del CECyT no. 13 durante el año escolar de 2014.

REFERENCIAS

[1] Laws, P. W., Workshop Physics, activity guide. Module 2: Mechanics II, En: *The Physics suite*, (John Wiley & Sons, Hoboken, 2004).

[2] Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., Laws, P. W., Real time Physics, learning laboratories. Module 1: Mechanics, En: *The Physics Suite*, (John Wiley & Sons, Hoboken, 2004).

[3] Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., Laws, P. W., Real Time Physics, Active Learning laboratories. Module 3: Electric Circuits, In: *The Physics Suite*, (John Wiley & Sons, Hoboken, 2004).

[4] Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., Laws, P. W., Real Time Physics, Active Learning Laboratories. Module 4: Light and Optics, In: *The Physics Suite*, (John Wiley & Sons, Hoboken, 2004).

[5] Sokoloff, D. R., Thornton. R. K., *Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools*, Am. J. Phys. **58**, 858-867 (1990).

[6] Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., *Using interactive lecture demonstrations to create an Active Learning Environment*, The Physics Teacher **35**, 340-347 (1997).

[7] Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., *Assessing student learning of Newton's laws: The force and motion conceptual evaluation of active laboratory and lecture curricula*, Am. J. Phys. **66**, 338-352 (1998).

[8] Sokoloff, D. R., Thornton. R. K., Interactive lecture demonstrations, active learning in introductory Physics. In: *The Physics Suite*, (John Wiley & Sons, Hoboken, 2006).

[9] Hake, R. R., *Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*, Am. J. Phys. **66**, 64-74 (1998).

[10] Velázquez-Arteaga, L. J., *Tesis doctoral en Física Educativa*, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Legaria, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, Distrito Federal.

[11] *Brief Electricity and Magnetism Assessment (BEMA)* Disponible en: http://www.compadre.org/per/items/detail.cfm?ID=3775. Consultado: 6 de noviembre de 2014.

[12] *Electric Circuits Concept Evaluation (ECCE).* Disponible en: http://www2.ph.ed.ac.uk/AardvarkDeployments/Public/60100/views/files/ConceptualTests/Deployments/ConceptualTests/deploymentframeset.html. Consultado: 7 de noviembre de 2014.