

Ultra-test aplicado a una secuencia didáctica de Fluidos en ENP 2



Carlos García Torres¹, Jorge Rafael Barojas Weber², Carlos I. Aguirre Vélez³

¹Escuela Nacional Preparatoria No. 2, Universidad Nacional Autónoma de México, Churubusco y Tezontle, Colonia Zapata Vela, C.P. 08040, México D. F.

²Centro Virtual de Investigación y Desarrollos en Educación (CVIDE), Ciudad de México.

³Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Tecnología, Legaria, Ciudad de México.

E-mail: carlosg200@yahoo.com.mx

(Received 28 May 2016, accepted 2 October 2016)

Resumen

En este trabajo se presenta un estudio de caso de actividades experimentales de Física para estudiantes de bachillerato con demostraciones experimentales, tomando como ejemplo temas de fluidos. El objetivo consiste en analizar qué tipo de información pueden retener los estudiantes en el mediano plazo sobre conceptos de presión atmosférica. La investigación consistirá en un estudio comparativo de la comprensión de conceptos de presión atmosférica. Se va a comparar la diferencia, si es que existe, en el aprendizaje en dos grupos que reportan de manera tradicional con los dos grupos que reportan usando video. Para lo cual se aplica un pre-test antes de revisar los contenidos, se aplica un post-test, después de ver el tema y un ultra-test, es decir un test mucho tiempo después al tema (cuatro meses). Los resultados indican que el uso de video como evidencia de aprendizaje ayuda al profesor a tener una idea más cercana del nivel en el que los estudiantes manejan los conceptos y a los alumnos como una alternativa de expresar de una manera creativa sus conocimientos. También se comparará cuáles son los contenidos que por más tiempo prevalecen en la memoria, los que se relacionan con los experimentos demostrativos o los que tienen que ver con el uso de ecuaciones.

Palabras clave: Palabras clave: Aprendizaje activo, Demostraciones, Evidencias de aprendizaje.

Abstract

This paper presents a case study of experimental activities in Physics for high school students with experimental demonstrations, taking like examples topics of fluids. The aim is to analyze what information can retain students in the medium term about concepts atmospheric pressure. The research will consist of a comparative study of the understanding of concepts atmospheric pressure. It will compare on learning in two groups reporting traditionally with both groups reported using video. For which a pre-test is applied, they are presented demonstration activities, reports requested, a post-test is applied, and applied an ultra-test four months later. The results indicate that the use of video as evidence of learning helps the teacher to have a closer idea of the level at which students handle the concepts and students as an alternative to creatively express their knowledge. Which also it compares the contents longer prevail in memory which relate to experiments demonstrating or having to do with the use of equations are.

Keywords: Keywords: Active learning, Demonstrations, Learning evidence.

PACS: 01.40.Fk, 01.40.gb, 01.50.My

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Muchas veces la enseñanza de la Física en el bachillerato hace que al estudiante le parezca una ciencia enciclopédica y alejada de la realidad, sobre todo cuando las clases son expositivas y se basan en el uso de gis y pizarrón. Así que nosotros queremos presentar el tema de los fluidos, en particular el concepto de presión atmosférica, a través de una secuencia de seis experimentos demostrativos: 1) Peso del aire, 2) botella agujerada que no derrama agua, 3) tubo "mágico" I, 4) tubo "mágico" II, 5) vasos comunicantes y 6) peso de una columna de aire de la atmósfera.

Se quiere estudiar qué tipo de actividades se pueden desarrollar en el salón de clase para que la información permanezca en la memoria de los estudiantes a mediano plazo. Es decir, si los estudiantes recuerdan conceptos relacionados con la presión atmosférica después de cuatro meses de haberlos estudiado y en ese lapso de tiempo dedicarse a otras actividades completamente diferentes a estos temas. Por otra parte también se pretende comparar si es que hay alguna diferencia en la manera de reportar estas actividades para lo cual se pensó en utilizar el video como evidencia de aprendizaje.

II. EXPERIMENTOS DEMOSTRATIVOS

Las demostraciones experimentales, o experimentos recreativos como muchos los conocen, son actividades generalmente asociamos a la divulgación científica, pero han tenido éxito como recurso didáctico en el aprendizaje activo. Su facilidad de reproducción y su carga de emotividad (debido al factor sorpresa que acompaña a estas actividades) son útiles como elementos que les ayudan a los estudiantes a construir conocimientos que les sean realmente significativos debido a la componente emotiva. Diversos autores han desarrollado metodologías para la enseñanza de la Física usando actividades demostrativas, entre las que se pueden destacar:

Sokoloff y Thornton [1] usaron una metodología conocida como Interactive Lecture Demonstrations por medio de la cual estos autores buscan crear un ambiente de Aprendizaje activo y participativo en el grupo. La estrategia consiste en seguir ocho pasos en los que el maestro describe la demostración y la realizan sin hacer las mediciones.

Por otra parte Mazur [2] utiliza Peer Instruction. En esta metodología los objetivos básicos son los de explotar la interacción del estudiante durante las clases y mantener su atención focalizada en los conceptos subyacentes. La clase consiste en una serie de presentaciones breves sobre puntos clave.

Etkina y Van Heuvelen [3] desarrollaron la metodología Investigative Science Learning Environment, mejor conocida como el proyecto ILSE. Estos autores mencionan que el instructor debe crear un ambiente en el que los estudiantes puedan descubrir y aprender Física por ellos mismos.

En nuestro caso las actividades demostrativas que planteamos, creemos que contienen experiencias emocionales agradables, pues de acuerdo a De la Barrera y Donolo, [4], las emociones están vinculadas al aprendizaje, debido a que refuerzan las actividades de las redes neuronales y por lo tanto robustecen las conexiones sinápticas.

III. EL VIDEO

Generalmente para evaluar las actividades experimentales que realizan los estudiantes en las instalaciones del laboratorio escolar, se usa el reporte escrito como el instrumento de evaluación por parte de la mayoría de los compañeros profesores. Sin embargo es posible que los estudiantes reporten sus actividades experimentales de otra manera. El video es uno de los medios didácticos, que adecuadamente empleado, puede servir para facilitar a los profesores la transmisión de conocimientos y a los alumnos la asimilación de éstos [5]. De esta manera también se está promoviendo en el alumno la participación activa para que propongan respuestas en lugar de esperarlas por parte del profesor [6]. Aunque la interacción con el docente es

también esencial para discutir y negociar la aceptación del conocimiento [7].

El video puede ser usado como auto confrontación por parte del alumno de las ejecuciones o habilidades realizadas [8, 9]. Una manera es que el profesor grabe diversas situaciones para evaluar a los estudiantes, de forma que para resolverlas tenga que aplicar los conocimientos adquiridos con anterioridad. Así también el profesor u otra persona, pueden realizar grabaciones de la clase y posteriormente analizar situaciones negativas y positivas conjuntamente con los estudiantes. Tenemos entonces el video como forma de evaluación.

López-Arenas y Cabero [10] llevaron a cabo una investigación sobre los usos didácticos del video en la enseñanza media, ellos consideraron tres posibles usos del video: 1) como mediador del aprendizaje del alumno, 2) como instrumento de conocimiento y 3) como instrumento de evaluación. En este trabajo, los investigadores analizan el uso del video como instrumento de autoconfrontación por los alumnos respecto de las actividades que ellos llevaron a cabo, por lo que se le ofrece al alumno una retroalimentación de las ejecuciones realizadas.

Boixader e Iglesias en [11] utilizaron la videograbación de las presentaciones de las prácticas de la asignatura delante del profesorado y de los compañeros de asignatura, con una doble finalidad: por una parte como herramienta para el aprendizaje y asimilación de ciertas competencias transversales por los estudiantes (la comunicación oral ante un público experto, cuando se presenta a profesores, e inexperto cuando se presenta a compañeros de los estudiantes, así como el desarrollo de la capacidad de autocrítica) y, por otra parte como un instrumento de evaluación, tanto para el profesorado como para la evaluación entre iguales. En los casos en los que el video se ha utilizado para evaluar, el profesor es quién toma el video a los alumnos. Esto era antes de que cada dispositivo de comunicación móvil tuviera esa capacidad técnica de poder hacerlo.

Hoy en día el video es una herramienta muy flexible y fácil de usar, por lo que la mayoría de los estudiantes, tienen fácil acceso a esta herramienta a través de sus teléfonos celulares o de cámaras digitales. Por esta razón el video se ha convertido cada vez más en la forma de expresión de las nuevas generaciones. Resulta curioso, pero tanto el manejo de la videocámara como el uso software de edición de videos es una habilidad que no se enseña en ninguna materia, en ninguna escuela, y que los estudiantes aprenden por su cuenta.

Así, si tomamos el video como herramienta de evaluación, ya no es necesario que el profesor sea quién haga la filmación, los estudiantes lo pueden hacer por sí mismos. Esto conlleva a que se guíe a los alumnos en los principios básicos de lenguaje que maneja este medio.

IV. IMPLEMENTACIÓN

La investigación se llevó a cabo en el periodo escolar 2014-2015, con un total de 152 estudiantes entre hombres y mujeres cuyas edades en promedio eran de 16 años, pertenecientes a 4 grupos: 453, 455, 463 y 466 inscritos en el primer año de la Escuela Nacional Preparatoria número dos, de la Universidad Nacional Autónoma de México, en la Ciudad de México.

El profesor llevó a cabo ante cada grupo seis demostraciones experimentales relacionadas al tema de presión atmosférica siguiendo una técnica de aprendizaje activo tipo POE: preguntas, hipótesis, realización de la prueba, explicación, conclusión. En la figura 1 se muestra la forma de obtener el peso de una columna de aire de la atmósfera.



FIGURA 1. Obteniendo el peso de una columna de aire de la atmósfera por medio de un dinamómetro adaptado a una jeringa.

La primera actividad consiste en inflar dos globos de manera que sus volúmenes sean aproximadamente iguales. Estos globos se sujetan, uno en cada extremo de una varilla de unos 60 *cm* de largo, de manera que queden en equilibrio. Posteriormente se pincha uno de los globos, en la parte donde el color sea más intenso para que el aire salga completamente, lo cual hace que se desequilibre el sistema y la varilla se incline hacia el globo inflado. Con lo cual el estudiante puede inferir que el aire pesa.

Posteriormente se muestra una botella de plástico, llena de agua y provista de un pequeño agujero de unos 0.3 *cm* de diámetro en la parte inferior de su superficie. Cuando la botella se presiona el agua brota por el agujero y lo mismo ocurre cuando se retira la tapa de la botella. De manera que los estudiantes pueden inferir que los fluidos se mueven cuando existe una diferencia de presión y además que la presión atmosférica existe.

Una vez que presentaron y discutieron las actividades anteriores, se llena con agua coloreada un tubo de 1 *m* de longitud y de 4.5 *cm* de diámetro y se tapa con un trozo de cartulina. Posteriormente se procede a invertir el tubo

manteniendo la mano sobre la cartulina y cuando ésta se retira, se observa que la cartulina permanece en la parte de abajo y sobre ella el agua contenida en el tubo. Si se sostiene ahora el tubo por la parte media y se gira lentamente, barriendo un ángulo de noventa grados, la cartulina permanece en su misma posición y el agua dentro del tubo. Así que la presión es una cantidad escalar, puesto que no tiene una dirección y que la presión en la base de la columna de agua es menor que la atmosférica.

Otra actividad interesante consiste en llenar completamente el tubo que se describió en la actividad anterior con agua coloreada, y se tapa con la mano el extremo abierto para colocarlo invertido dentro de una cubeta con agua y cuando se retira la mano se observa que la columna de agua no se modifica. A estas alturas el estudiante está en posibilidades de entender el experimento de Torricelli y aceptar que de acuerdo a éste, la presión atmosférica a nivel del mar es la misma que la presión ejercida en su base por una columna de mercurio de 76 *cm*.

Ahora falta establecer que la presión en los líquidos sólo depende de la profundidad y del tipo de fluido, para lo cual se construye un sistema de vasos comunicantes, que en este caso consiste en interconectar tres recipientes de diferente forma y volumen. Posteriormente se vierte agua coloreada en uno de ellos y se observa que el líquido sube hasta el mismo nivel en todos los recipientes.

El último experimento de la secuencia consiste en determinar el peso de una columna de aire de la atmósfera, para lo cual se deben integrar los conocimientos que se adquirieron a través de las discusiones anteriores y hacer uso de la segunda ley del movimiento de Newton. Para desarrollar esta actividad se requiere una jeringa a la que se le adapta un dinamómetro, luego se tapa el agujero de la jeringa y se mueve el émbolo con el dinamómetro con velocidad constante. Posteriormente se hace lo mismo con el agujero de la jeringa destapado. El dinamómetro se utiliza para medir las fuerzas que intervienen en el proceso.

Una vez que se realizaron y discutieron las actividades, el profesor solicitó de tarea - para entregar en dos semanas- que los estudiantes reprodujeran las demostraciones vistas en clase pero en casa, en equipos de cuatro personas.

Para reportar sus resultados, dos grupos (453 y 466) elaboraron un video en el cual se viera cómo realizaron las demostraciones y cómo los integrantes del equipo daban las explicaciones (apareciendo todos los integrantes a cuadro); y los otros dos grupos (el 455 y 463), también realizaron en casa los experimentos vistos en clase pero entregaron un reporte escrito, como se hace tradicionalmente con las prácticas del laboratorio. Cada equipo se encargó de conseguir su propio material para la realización de los experimentos.

El estudio se desarrolló en cinco fases: 1. Se aplicó un examen diagnóstico de diez preguntas (pre-test), 2. Se presentaron las seis actividades demostrativas y se desarrollaron los temas relacionados, 3. Se pidió, por equipos de cuatro integrantes, a unos un reporte y a otros un video, 4. Se aplicó el mismo cuestionario al terminar las sesiones (post-test) y 5. Se aplicó el cuestionario después de cuatro meses (ultra-test).

Es importante destacar que de las diez preguntas del cuestionario seis eran de opción múltiple (relacionadas a los conceptos), en dos de ellas se tenían que realizar algunos cálculos (problemas) y las otras se relacionaban con aspectos memorísticos.



FIGURA 2. Estudiante determinando el peso de una columna de aire de la atmósfera.

V. RESULTADOS

Se analizaron los videos y reportes entregados por los alumnos en los que los estudiantes tienen que esforzarse en conseguir los materiales, tanto para la reproducción de las demostraciones como para el desarrollo del proyecto. Los estudiantes tienen que trabajar de manera colaborativa sobre todo en la elaboración del video.

Se revisaron 20 reportes en los que se observa que en la mayoría de los casos tienen los contenidos solicitados y cumplen con el formato que se les requirió, sin embargo en muchos de estos reportes no se hicieron comentarios de los experimentos que se les pidió y tampoco hacen un análisis de los resultados de sus experimentos, ni mencionan las referencias consultadas.

Las observaciones más importantes que se pueden mencionar de los videos son: la mayoría de los casos cumplen con el formato que se les pidió, sin embargo en muchos de éstos no proporcionan referencias ni dan crédito a los autores de la música utilizada; en todos los videos aparecen en escena los integrantes del equipo; aunque en ocasiones las explicaciones son deficientes con respecto a las aceptadas por un experto, en todos aquellos casos en que se da la explicación correcta, unos hicieron una revisión bibliográfica del tema para construir un guion y otros proporcionaron las explicaciones a través de textos que insertan en el video.

Por otra parte, se compararon los promedios generales que obtuvieron los estudiantes en el cuestionario de diez preguntas antes de desarrollar las actividades (post-test), con las respuestas que dieron después de que se desarrolló el tema y habían entregado sus trabajos (post-test) así como con las respuestas del cuestionario 4 meses después de

haber desarrollado las actividades (ultra-test), en el caso de dos grupos que reportaron a través de video y dos grupos que hicieron reporte escrito, los resultados se muestran en la figura 3.

Promedio de calificaciones pre-test, post-test y ultra-test

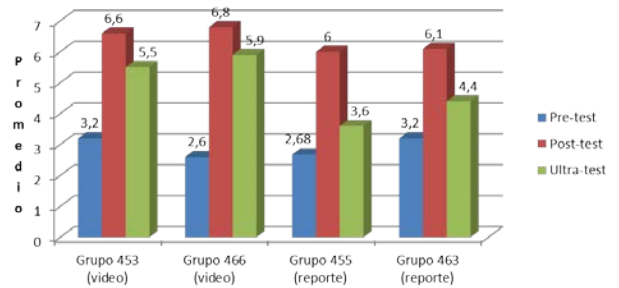


FIGURA 3. Promedios obtenidos por los alumnos en los cuestionarios como pre-test, post-test y ultra-test para los grupos que entregaron video y para los grupos que entregaron informe.

Como es de esperarse, los promedios de los estudiantes en el pre-test siempre tienen calificaciones bajas comparadas con las calificaciones obtenidas en el post-test. Por otra parte se observa que los promedios en el cuestionario final (ultra-test) disminuyeron con respecto al post-test pero fueron ligeramente mayores que los promedios obtenidos en el pre-test en todos los grupos.

Sin embargo, como se muestra en la figura 3, los promedios de los grupos que reportaron a través de video estuvieron por arriba de los grupos que hicieron reporte escrito tanto en el post-test como en el ultra-test. Es importante destacar que en el caso del grupo 455, el promedio para el ultra-test (3.6) es muy parecido al promedio que obtuvieron en el pre-test (2.68), esto probablemente se pueda atribuir a que el horario de clase para este grupo era más tarde que para los otros lunes de 19:30 a 20:20, martes de 17:50 a 19:30 y viernes de 17:00 a 17:50, mientras que los otros grupos tienen la clase de Física en las primeras horas del turno vespertino entre las 15:20 y las 17:50.

Es importante destacar que aunque las demostraciones hechas por los alumnos pudieran tomarse como un elemento didáctico eficaz en sí, vemos que hay una diferencia cuando la evidencia de aprendizaje es distinta. Redactar un reporte escrito científico es una labor difícil para los estudiantes, sobre todo en bachillerato, por eso ellos caen en el vicio constantemente de dividir en partes un texto que en esencia debe realizarse colaborativamente. Y aunque la indicación de la tarea es hacerla en equipo, en la casa de un integrante y escribir en conjunto el reporte, cabe la posibilidad de que las actividades se repartan y así se fragmente la experiencia. Redactar un texto resulta a los estudiantes una actividad tediosa.

Por otra parte, cuando además de la reproducción de las demostraciones se les pide a los alumnos realizar un video,

ellos tienen que estar en equipo realizando los experimentos (porque así se les solicita), grabándose entre sí, apoyándose, corrigiéndose, esforzándose en explicar algo para alguien que no está presente frente a ellos. El realizar un video es una actividad que los alumnos disfrutaban hacer y es una experiencia definitivamente de tipo colaborativo.

Así, cuando los estudiantes hacen los experimentos, después de que vieron los realizados por el profesor, y proporcionan las explicaciones, se ven forzados a comprender mejor el concepto que se estudia, porque finalmente ellos mismos se convierten en profesores al tratar de explicar un concepto a otros que los verán.

Con estos elementos se atribuye al trabajo colaborativo -evidente en el video- y el esfuerzo extra por explicar, los factores que hacen la diferencia en los resultados de los cuestionarios.

VI. CONCLUSIONES

A los estudiantes se les aplicó un cuestionario de 10 reactivos como pre-test, post-test y ultra-test para monitorear algún efecto debido a la diferencia de la evidencia de aprendizaje y sólo para efectos de investigación educativa comparativa, no de asignación de calificación ni mucho menos para ver una ganancia conceptual. De los cuestionarios aplicados, se encontró que los alumnos que realizaron los videos tuvieron calificaciones ligeramente mayores a las de los que sólo entregaron reporte escrito principalmente en las preguntas conceptuales. La elaboración de videos por parte de los alumnos como una evidencia de aprendizaje es un recurso con gran riqueza para el desarrollo de diferentes competencias y para la evaluación académica en cuanto al manejo de conceptos.

A los estudiantes que realizaron videos para su reporte les pareció una actividad divertida, por lo que la hicieron con gusto, de acuerdo a lo que ellos manifestaron. En todos los casos los estudiantes aparecieron en escena de donde se puede inferir que ellos efectivamente realizaron la actividad y buscaron información para poder explicar los distintos conceptos ante la cámara, obteniendo de esta manera otros refuerzos para la comprensión de los conceptos.

Los seis experimentos demostrativos presentados a los estudiantes causaron una buena impresión ya que observaban resultados inesperados, lo cual puede ayudar a que los conocimientos conceptuales perduren por más tiempo en su memoria.

Por otro lado el ultra-test hace evidente que si una estrategia didáctica es motivante a los estudiantes los conceptos prevalecen en su memoria no así los algoritmos para resolución de ejercicios ni tampoco datos a memorizar. Este instrumento nos ayuda a reflexionar acerca de la evaluación post-test y la pertinencia de ganancias conceptuales que suelen aplicarse en investigaciones educativas para “cuantificar” lo aprendido así como el tipo de información que en realidad los estudiantes están aprendiendo.

REFERENCIAS

- [1] Sokoloff, D. and Thornton, R. K. (1997). *Using interactive lecture demonstrations to create an active learning environment*. The Physics Teacher **35**, 340–346 (1997).
- [2] Mazur, E., *Peer Instruction a User's Manual*, (Prentice Hall, USA, 1997).
- [3] Etkina, E. Van Heuvelen, A., *Investigative Science Learning Environment: A Science Process Approach to Learning Physics*, (2007), <http://percentral.org/per_reviews/media/volume1/ISLE-2007.pdf>, consultado el 3 de agosto de 2014.
- [4] De la Barrera, M. L. & Donolo, D., *Neurociencias y su importancia en contextos de aprendizaj.*, Revista Digital Universitaria. Revista.unam.mx. **10**, consultada el 10 de abril de 2009,.
- [5] Bravo Ramos, L., *¿Qué es el video educativo?* Comunicar [en línea] 1996, (marzo) ISSN 1134-3478, <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15800620>>, consultado el 21 de marzo de 2015.
- [6] Pozo, M. J. I. y Gómez, C. M. A. (2004). *Aprender y enseñar ciencia*. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, (Morata, España), p. 21.
- [7] Lunetta, V. N., *The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching*. In *International Handbook of Science Education Part One*. Edited by Fraser, J. B. & Tobin, K. G., (Kluwer Academic Publishers, Great Britain, 1998). pp. 249-262.
- [8] Cabero, A. J., *Propuesta para la utilización del video en los centros*. En Ballesta J. (cord): *Enseñar en los medios de comunicación*, (PPU-Diego Marín, Barcelona, 1994), pp. 89-121.
- [9] Ferrés, J. (1988) *Video y educación*, (Laia, Barcelona, 1998).
- [10] López-Arenas, J. M. y Cabero, J., *El video en el aula II. El video como instrumento de conocimiento y evaluación*, Revista de Educación **292**, 361-376 (1990).
- [11] Boixader, F. e Iglesias, J., *El video como instrumento de aprendizaje y evaluación*, (en Actas XVIII JENUI, Ciudad Real, 2012), pp. 397-400.