



## Enseñando el momento de torsión resultante con Aprendizaje Activo de la Física

Rubén Sánchez Sánchez<sup>a</sup>, Elvia Rosa Ruiz Ledezma<sup>b</sup>, Carla Kerlegand Bañales<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Centro de Investigación en Ciencia Avanzada y Tecnología Aplicada del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Legaria

<sup>b</sup>CECyT No. 11, Wilfrido Massieu del Instituto Politécnico Nacional

<sup>c</sup>Universidad Tecnológica de México (UNITEC). Campus Atizapan del Estado de México

### ARTICLE INFO

**Received:** September 2, 2021

**Accepted:** October 14, 2021

**Available on-line:** November 1, 2021

**Keywords:** Métodos didácticos, Aprendizaje Activo de la Física, Momento de torsión resultante

**E-mail addresses:** [rsanchezs@ipn.mx](mailto:rsanchezs@ipn.mx),  
[ruizelvia@hotmail.com](mailto:ruizelvia@hotmail.com),  
[carlakb1310@gmail.com](mailto:carlakb1310@gmail.com)

ISSN 2007-9842

© 2013 Institute of Science Education.

All rights reserved

### ABSTRACT

Para esta presentación, se trabajó sobre una muestra de 15 estudiantes adultos, cuyas edades fluctúan entre los 25 y los 48 años de edad, que cursan física para una carrera de ingeniería. Los estudiantes son de la Universidad Tecnológica de México (UNITEC) del Campus Atizapán en el Estado de México, México. El tema que se estudió en la clase tiene que ver con la noción del momento de torsión resultante, y se consideraron varias configuraciones de los experimentos, que previamente se bosquejaron en forma de dibujos, para luego montarlos en laboratorio. La metodología didáctica empleada por el profesor fue el ciclo PODS del Aprendizaje Activo de la Física. Esta metodología ha sido probada ampliamente en varias Universidades de los Estados Unidos, con buenos resultados en el nivel de aprendizaje de los estudiantes. En el presente trabajo, se quiere implementar la misma metodología, pero con apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación, esperando obtener buenos resultados. La evaluación se llevó a cabo, mediante un test valuado por expertos y basado en tests validados, en el análisis de los resultados se utilizó el modelo de Rasch de la Teoría de Respuesta al Ítem, para apreciar el aprovechamiento de los estudiantes, en el tema del momento de torsión resultante.

For this presentation, we worked on a sample of 15 adult students, whose ages range between 25 and 48 years old, who are studying physics for an engineering career. The students are from the Technological University of Mexico (UNITEC) of the Atizapán Campus in the State of Mexico, Mexico. The topic that was studied in the class has to do with the notion of the resulting torque, and various configurations of the experiments were considered, which were previously sketched in the form of drawings, and then assembled in the laboratory. The didactic methodology used by the teacher was the PODS cycle of Active Physics Learning. This methodology has been widely tested in several universities in the United States, with good results in the level of student learning. In the present work, we want to implement the same methodology, but with the support of information and communication technologies, hoping to obtain good results. The evaluation was carried out, through a test evaluated by experts and based on validated tests, in the analysis of the results the Rasch model of the Item Response Theory was used, to appreciate the achievement of the students, in the topic of the resulting torque.

## I. INTRODUCCIÓN

La labor de la investigación se realizó dentro de la Universidad Tecnológica de México (UNITEC) campus Atizapán para estudiantes que tienen una edad de unos 36 años. Existen algunas personas de esta población que ya están trabajando y se vuelven al salón de clase para mejorar su curriculum. Otra parte de esta misma población lo realizan para mejorar sus conocimientos generales y formativos y continuar en sus empleos, y existe otra tercer parte que simplemente quieren mejorar su formación científica básica.. A los estudios que se llevan en la UNITEC para personas mayores a los 25 años, se les denominan Licenciaturas Ejecutivas.

Debido a las condiciones laborales el docente, se pensó en seguir dos metodologías didácticas que fueran activas y que se basaran en metodologías de estudio ya conocidas.

En una pprimer aproximación se pensó en utilizar equipo y material real, prediseñado gráficamente por los estudiantes, y en una segunda aproximación se pensó en utilizar simulación por medios electrónicos, en particular se pensó en utilizar simulaciones de la Universidad de Colorado PhET (s.f).

Se llevó a cabo un diseño, empleando dos metodologías de aprendizaje activo, para el tema de momento de torsión resultante. El Aprendizaje Activo de la Física se varió sólo sensiblemente en la fase de la Observación como lo describiremos más bajo. Por lo que se tuvieron dos grupos experimentales, cada grupo llevó una metodología de aprendizaje ligeramente modificada una de la otra,

A los estudiantes se les aplicó un test de opción multiple diseñado para poder evaluar el nivel de aprendizaje que tiene los etudianes sobre el tema. Se les aplicó el test previamente sin instrucción previa y así se obtuvieron unos resultados previos de pretest sobre el conocimiento que ya tenían los estudiantes sobre el tema, en ambos grupos. Posteriormente a cada grupo se les aplicó una metodlogía ligeramente diferente, como ya se ha mencionado. Finalmente y ya que se había acabado el proceso de enseñanza, se les aplicó el mismo test de opción múltiple para ver los resultados del postets en ambos grupos, y poder saber si los grupos habían tenido un buen nivel de prendizaje sobre el tema al emplear estas metodologías de enseñanza.

Este trabajo esta inspirado en el trabajo sobre Aprendizaje Activo de la Física de Sokoloff et al. (2006; 2011) En Estados Unidos, ya que ha presentado buenos resultados en educación.

## II. PROTOTIPOS DIDÁCTICOS DE LOS ESTUDIANTES

La idea aquí en general, consiste en que el docente les proponga a los estudiantes ideas generales de como armar un sistema mecánico con varios cuerpos donde sea posible calcular y medir la torsión resultante, y donde se puedan utilizar los materiales de laboratorio, con que cuenta la escuela. Cada uno de los estudiantes puede dibyjar por ejemplo una balanza esquematica con diferentes cconfiguraciones de pesas en ambos brazos de la balanza.

Se intenta apoyar a los estudiantes proporcionando algunas ideas sencillas y luego ellos diseñan sus propios protoitpos para cada configuración experimental. En la práctica los estudiantes entregan al profesor las representaciones gráficas de sus propuestas y el profesor luego los orienta por si el diseño necesita de alguna modificación.

## III. SIMULACIONES DE COMPUTADORA

El avance de la tecnología de la información y la comunicación hace posible la aparición de una segunda aproximación a la metodología esencial que yace en los principios constructivistas de Piaget (1969; 1997; Wadsworth, 2003) y el aprendizaje en un entorno social según las ideas de Vygotsky (1978; Karpov, 2014; Moll, 2013).

Con base en esta premisas teóricas, el docente puede reemplazar el material físico por simulaciones. Por ejemplo puede emplear las simulaciones gratuitas de la Universidad de Colorado (PhET, s.f.)

También vale la pena mencionar los comentarios de la National Science Teachers Association. (1997), sobre el uso de simulaciones en educación.

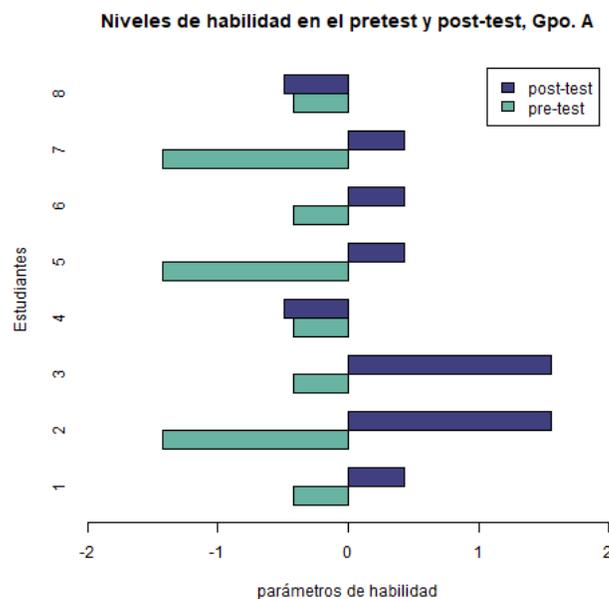
#### IV. MODIFICACIÓN DEL CICLO DE APRENDIZAJE

En el ciclo PODS de Predecir, Observar, Discusión y Síntesis el alumno primero predice los resultados luego observa el experimento y posteriormente discute con sus compañeros lo observado y trata de dar una buena explicación del fenómeno observado, en caso de que su predicción original haya fallado. Finalmente se realiza una síntesis por cada equipo de trabajo (con unos 4 alumnos cada uno), donde se explica a detalle el fenómeno físico estudiado.

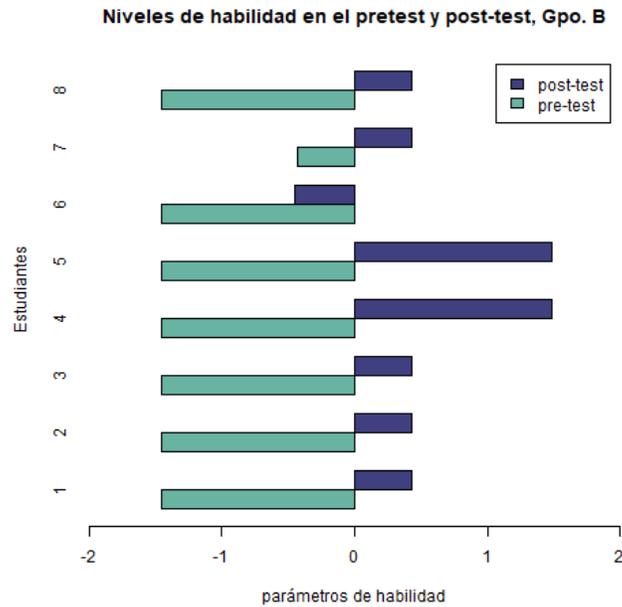
Hay diferencias en la etapa de la Observación donde en la primer aproximación se emplea equipo real de laboratorio y en segunda instancia el experimento real se sustituye por simulaciones de la Universidad de Colorado.

#### V. RESULTADOS GRÁFICOS

Para poder probar y dar un testimonio de nuestros resultados acerca del empleo de esas metodologías didácticas, se utilizó un análisis numérico, mediante el modelo de Rasch y midiendo los parámetros de habilidad de los estudiantes, antes y después de aplicar cada una de las metodologías activas de enseñanza. Así podemos dar fe de si las metodologías didácticas son efectivas para la enseñanza del momento de torsión resultante de un sistema de cuerpos o pesas dispuestos de diferente forma en los brazos de una balanza.



**FIGURA 1.** Gráfica para el grupo A de los parámetros de habilidad, en el pretest y el posttest. Se puede observar una tendencia a mejorar el nivel de habilidad de los estudiantes al aplicar una metodología activa de enseñanza. En la Observación se emplearon instrumentos de medición reales para obtener el momento de torsión resultante.



**FIGURA 2.** Gráfica para el grupo B de los parámetros de habilidad, en el pretest y el posttest. Se puede observar una tendencia a mejorar el nivel de habilidad de los estudiantes al aplicar una metodología activa de enseñanza. En la Observación se emplearon simulaciones de la Universidad de Colorado, para obtener el momento de torsión resultante.

Para mencionar las principales características del modelo de Rasch, diremos que es un modelo dicotómico donde los resultados de cada prueba que se les aplica a los estudiantes se graban a base de dos valores 0 y 1. Donde el 0 cero denota una respuesta mal contestada y 1 uno, denota una respuesta al cuestionario bien respondida.

El modelo de Rasch se trató con un paquete del lenguaje de programación R (CRAN, s.f) y los paquetes de software eRm (2021) (extended Rasch model) y ltm (2018) (latent trait model). También vale la pena mencionar que se utilizó el material teórico del libro de Baker & Kim (2017) *The Basics of Item Response Theory*.

El modelo de Rasch puede ser consultado en la obra de Fischer y Molenaar (1995), la teoría de Rasch pertenece a la moderna Teoría de Respuesta al Ítem o en inglés *Item Response Theory* (Baker, Kim, 2017).

## VII. CONCLUSIONES

Al tratar de examinar los resultados podemos decir que este es un resultado particular para un estudio de caso, pero, sin embargo, podemos observar los resultados y pensar que las metodologías basadas en la actividad del estudiante en su propio proceso de enseñanza adquieren por lo regular buenos resultados de aprendizaje, y en este caso para estudiar el momento de torsión resultante de un sistema físico.

Al ver los resultados del parámetro de habilidad en las figuras 1 y 2 nos sugieren que ambas metodologías didácticas son bastante buenas para que los estudiantes aprendan los temas de momento de torsión, en las aulas.

Así que estos resultados, para este estudio de caso, nos sugieren que, manteniendo los principios de la metodología original del Aprendizaje Activo de la Física, se obtienen buenos resultados del aprendizaje, porque los estudiantes alcanzan buenos niveles en el parámetro de habilidad para el tema de momento de torsión.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Politécnico Nacional y a la Universidad Tecnológica de México campus Atizapan, por su apoyo en el desarrollo de esta investigación. En particular se quiere expresar agradecimiento al proyecto de la Secretaría de Investigación y Posgrado SIP20211283 “Aprendizaje Activo de la Física para la enseñanza de la dinámica rotacional de los cuerpos”.

## REFERENCIAS

- Baker, F. B., Kim, S. H. (2017). *The Basics of Item Response Theory Using R*. Springer-Verlag.
- CRAN (s.f.) *The R Project for Statistical Computing*. <https://www.r-project.org>
- Fischer, G. H., Molenaar, I. W. (1995). *Rasch Models. Foundations, Recent Developments, and Applications*. Springer Verlag.
- Karpov, Y. V. (2014). *Vygotsky for Educators*. Cambridge University Press.
- Manual de uso eRm. (2021). *Package ‘eRm’*. <https://cran.r-project.org/web/packages/eRm/eRm.pdf>
- Manual de uso ltm. (2018). *Package ‘ltm’*. <https://cran.r-project.org/web/packages/ltm/ltm.pdf>
- Moll, L. C. (2013). L. S: *Vygotsky and Education*. Routledge; 1st. Edition.
- National Science Teachers Association. (1997). NSTA Position Statement: *The use of computers in science education*. <https://www.nsta.org/journals/journal-college-science-teaching/journal-college-science-teaching-february-1997/computer>
- Phet Interactive Simulations, (s.f.). *Ley de equilibrio*. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/balancing-act>
- Piaget, J. (1969). *The Psychology of the Child*. Basic Book; 2da. Ed.
- Piaget, J. (1997). *The Moral Judgment of the Child*. Free Press.
- Sokoloff, D. R., Thornton, R. K., Laws, P. W. (2011). *RealTime Physics: active Learning Laboratories, Module 1: Mechanics*. John Wiley & Sons, Inc.
- Sokoloff, D. R., Thornton, R. K. (2006). *Interactive Lecture Demonstrations, Active Learning in Introductory Physics*. John Wiley & Sons, Inc.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press; Revised ed. Edition.
- Wadsworth, B. J. (2003). *Piaget’s Theory of Cognitive and Affective Development*. Pearson College Div; 5ta. ed.