

Cálculo aplicado a la física con un recurso didáctico

María del Socorro Valero Cázarez



Prácticas Innovadoras
en educación básica y media superior

2017

Prácticas Innovadoras

Cálculo aplicado a la física con un recurso didáctico

Primera edición 2017

Coordinación: Carla Fabiola Sánchez Alarid

Autora: María del Socorro Valero Cázarez

Colaborador: Héctor Isaías Cruz Balderas

Curaduría: Ivonne Huitrón Aguilar

Coordinación editorial

Blanca Estela Gayosso Sánchez

Diseño

Martha Alfaro Aguilar

D.R. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación
Barranca del Muerto 341, Col. San José Insurgentes,
Del. Benito Juárez, C.P. 03900, Ciudad de México.

La coordinación de esta publicación estuvo a cargo de la Dirección General de Investigación e Innovación. El contenido, la presentación, así como la disposición en conjunto y de cada página de esta obra son propiedad del INEE. Se autoriza su reproducción por cualquier sistema mecánico o electrónico para fines no comerciales.

Cítese de la siguiente manera:

Valero, M. (2017). *Cálculo aplicado a la física con un recurso didáctico*. Serie: Prácticas Innovadoras. México: INEE.

Consulte el Catálogo de publicaciones en línea: inee.edu.mx





Presentación

La Dirección General de Investigación e Innovación (DGII) del Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), a través de la Dirección de Innovación y Proyectos Especiales (DIPE), creó en 2016 el proyecto “*Documentación de buenas prácticas en innovación y evaluación educativa*”, con la finalidad de que docentes, directivos, supervisores, asesores técnico pedagógicos y jefes de enseñanza de la educación obligatoria, cuenten con un espacio para compartir la experiencia de su quehacer educativo.

Una Práctica Innovadora (PI), se entiende como el conjunto de acciones que se realizan con un propósito claro, que busca mejorar una situación específica o solucionar un problema identificado en el aprendizaje de los estudiantes, en la convivencia, o en la gestión escolar; a través de la incorporación de elementos o procesos que no se hayan utilizado con anterioridad en el contexto específico en que se planearon y llevaron a cabo.

La innovación está presente, a través del uso de materiales o espacios de una herramienta tecnológica, de la incorporación de una técnica didáctica, o de la puesta en práctica de un proceso novedoso que utilicen en el desarrollo de su práctica, por ello es necesario que se haga explícito y se refiera al contexto en el que se utiliza.

Procedimiento

El proceso de documentación de la Práctica que se comparte en esta serie, además del componente innovador, incluye un proceso de evaluación que da cuenta del logro o de los avances que se tuvieron en su puesta en marcha.

La narración es amplia y detallada, de tal forma que actores educativos del mismo nivel y tipo educativo, la puedan ejecutar, con las adecuaciones que consideren necesarias para su medio.

Las prácticas innovadoras compartidas mediante este proyecto, son publicadas en el micrositio del INEE http://www.inee.edu.mx/index.php/index.php?option=com_content&view=article&layout=edit&id=2497

Ciudad de México, 2017



Datos generales

Autor(es)

□ María del Socorro Valero Cázarez

Localidad

□ Madero, Tamaulipas

Nivel y tipo educativo

□ Bachillerato Tecnológico

Ámbito de intervención
(docencia, dirección, supervisión,
coordinación, ATP)

□ Docencia





Cálculo aplicado a la física con un recurso didáctico

1

Situación a mejorar

Se pretendió involucrar al estudiante de forma activa en la construcción de sus aprendizajes, sintiéndose parte de una comunidad, de su equipo de trabajo y de su grupo de clase, persiguiendo un mismo fin. Se buscó incorporar elementos de la Matemática Educativa, replicando un recurso didáctico donde se realizaron cinco experimentos del ámbito de la Física y de la Ecología, con un enfoque transdisciplinar, en un ambiente de trabajo colaborativo.

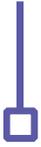
Lo anterior mediante la mezcla de la utilización de tecnología, la cual consistió en implementar una herramienta pedagógica a un bajo costo, misma que ya ha sido aplicada en otros grupos de trabajo de Perú ([ver](#)).

2

Diagnóstico

El plantel en el que se puso en escena el proyecto, CBTis 164, ocupa la última posición en la evaluación PLANEA del subsistema DGETI-Tamaulipas desde hace algunos años.

Para determinar la situación de los estudiantes al inicio del curso, se aplicó un instrumento (ver anexo 3) en donde se evidenció que la mayor parte de la población no era capaz de identificar variables cuando así se requería y no podían construir o interpretar gráficas cartesianas.



3

Contexto

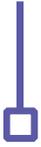
El Centro Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios CBTis 164, está ubicado al sur de Tamaulipas, en una región petrolera y petroquímica.

La población estudiantil es de un estrato socioeconómico muy bajo, quien provee y está a cargo del hogar es la madre. El nivel de estudios de los padres es de primaria, y el máximo de secundaria.

La institución funciona desde hace 35 años y los talleres y laboratorios en su mayoría son obsoletos. Sin embargo, debido a proyectos desarrollados por un grupo de profesores de matemáticas de esta institución, contamos con dos laboratorios de matemáticas, el de más reciente construcción está equipado con 30 computadoras, pero por problemas de humedad se encuentra fuera de funcionamiento.

Para la realización de esta práctica, trabajé con cinco grupos de estudiantes de 4° semestre de bachillerato, en total 172 de edades entre los 15 y 18 años.





4

Descripción de las actividades

Inicio

Se aplicó un instrumento diagnóstico para determinar la situación de los estudiantes al inicio del semestre (ver anexo 2)

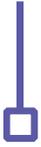
Desarrollo

Esta práctica consistió en la réplica de un recurso didáctico cuya aplicación previa resultó exitosa, y consistió en cinco módulos conectados al microcontrolador Arduino que permite coleccionar datos de sensores de posición, temperatura y voltaje. Estos datos se grafican por medio de un software y generan tablas de datos. Asimismo, incluye cinco prácticas de laboratorio, de las cuales se desarrollaron cuatro de estas con los alumnos de 4° semestre; donde se efectuaron competencias como la variable, función, dominio, rango, rapidez instantánea de cambio y derivada.

Acerca de los materiales del proyecto, los estudiantes llevaron laptops, se organizaron por equipos y descargaron en sus computadoras el software Arduino para desarrollar las actividades de experimentación.

En cuanto a la elaboración de la herramienta digital se utilizaron estuches de prácticas, financiados por la autora de este proyecto. Estos fueron diseñados y armados por un estudiante de la especialidad de electrónica, quien además diseñó los programas requeridos para la realización de las prácticas. Para su realización se incorporó la tecnología abierta del microcontrolador Arduino, hoja de cálculo y software abierto de geometría dinámica, en un ambiente de trabajo multi-representacional: textual, experimental, gráfico, y numérico.

Para saber más acerca de cómo trabajar este proyecto, se revisó el [Manual de Operación](#) que contiene todas las instrucciones de instalación de los programas Arduino, NetLogo y Geogebra; así como las prácticas de laboratorio reproducidas para el mismo.



El proyecto que aquí se describe, tuvo tres componentes: uno de hardware, de software y didáctico. En el Manual de Operación se incluye la información correspondiente a los dos primeros, donde explica cómo se trabajó.

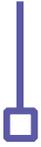
Sobre el componente didáctico, se incluyeron solo tres de las cinco actividades que forman parte del proyecto.

Las prácticas aplicadas están descritas en el Anexo 4, estas se basaron en lo siguiente:

PRÁCTICA	TEMA	ACTIVIDAD
1	Las funciones y el movimiento	Se mueven objetos como un libro, una tabla, etc. frente a un sensor ultrasónico y se obtienen gráficas distancia vs. tiempo que, pueden ser lineales si el movimiento es a velocidad constante. Si no, podrán ser cuadráticas, cúbicas, etc. También se obtienen las gráficas de velocidad vs. tiempo.
2	Funciones periódicas y trigonométricas	Se mueve una pequeña tabla pegada a un resorte y se obtiene una gráfica senoidal distancia vs. tiempo y también su gráfica de velocidad vs. tiempo.
3	Funciones periódicas	Se enciende un led con luminosidad variable sobre un mini panel solar y se obtiene una gráfica senoidal voltaje vs. tiempo y la de su derivada.
4	Funciones exponenciales de base e	Se hace girar un rehilete montado sobre un pequeño motor, cualquiera de los que venden en la calle le sirve y si no lo encuentra, construya Usted mismo uno, y se genera una gráfica voltaje vs. tiempo con comportamiento exponencial.

Mientras que la forma en que se evaluaron dichas prácticas (instrumentos de evaluación sumativa y la rúbrica), se tomaron en cuenta para las prácticas en clase, están en el Anexo 5.





Cierre

En el mismo anexo 3, se encuentra la aplicación del instrumento *pre y postest* donde se señala cuál fue la situación de los estudiantes antes y después de la aplicación .

Material utilizado

Es oportuno mencionar que el hardware utilizado está comprendido en el anexo 6.

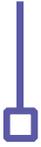
La lista sólo se incluye el precio de los componentes más caros, los cuales fueron adquiridos a través de MercadoLibre. El resto, incluyendo los sensores, cuestan \$35.00 aproximadamente, como el caso del sensor ultrasónico. Esto supone una inversión total de alrededor de \$1000.00 M. N.

Para dimensionar la importancia de nuestra propuesta damos el dato siguiente: el componente no. 3 de la lista anterior tiene un precio de alrededor \$35.00 pesos. El mismo componente, pero de la tecnología que actualmente predomina en el mercado (**CBR2**) cuesta \$2,290.00 (<https://www.calculadoras.mx/shop/sensores-ti>)

En fechas próximas se publicarán videos en nuestra página, mostrando la construcción del prototipo.

Para disponer de este prototipo y realizar las prácticas ingrese a la página <https://calculoparatodos1blog.wordpress.com/> y descargue el manual del prototipo, en donde se encontrará toda la documentación necesaria para construirlo, los programas que se requieren, las instrucciones de cómo usarlos y las prácticas completas. También, en la dirección <https://m.youtube.com/channel/UCAD4x8LztOGqArtDhlxkFow> se muestra cómo funciona cada práctica y próximamente estarán disponibles videos para enseñar cómo armar el estuche de prácticas.





5

Componente innovador

La réplica de recursos didácticos –que permiten corporizar el conocimiento matemático escolar, dado su carácter abstracto, para acercarlo a los jóvenes–, al conocimiento matemático, en el sentido de volverlo accesible, en términos cognitivos y socioemocionales, a una población estudiantil más amplia.

El diseño de una herramienta digital pensando en que sea reproducible en otras aulas, por la inversión económica que requiere la construcción de este prototipo, pues su costo es menor aún a una décima parte del costo de otras tecnologías similares disponibles en el mercado. De ahí la importancia de emplear el software abierto y con materiales que requieran una inversión mínima.



6

Resultados

Se logró lo planteado en el punto dos, sobre la situación de mejora que era involucrar al estudiante de forma activa en la construcción de sus aprendizajes, sintiéndose parte de una comunidad, de su equipo de trabajo y de su grupo de clase, persiguiendo un mismo fin. Incorporando elementos de la Matemática Educativa, replicando un recurso didáctico donde se realizaron cinco experimentos del ámbito de la Física y de la Ecología, con un enfoque transdisciplinar, en un ambiente de trabajo colaborativo. Al final, más de un 80% de la población participante fue capaz de identificar variables en un problema, bosquejar la gráfica de la función, bosquejar la gráfica de su derivada, relacionando una con la otra.

En cuanto al instrumento diagnóstico, fue aplicado antes y después de poner en escena las secuencias didácticas de esta práctica. Este instrumento fue tomado de Dolores, Alarcón, Albarrán, 2002 y consistió de una colección de 5 reactivos. Cuatro de las situaciones planteadas en el cuestionario y sus respectivas preguntas exploraron las interpretaciones de los estudiantes acerca de la velocidad por medio de la comparación de la magnitud de velocidades, la estimación de velocidades, el discernimiento de la velocidad inicial mayor y el orden temporal de los movimientos. La otra exploró la posibilidad de que dos gráficas de coordenadas distintas pudieran representar al mismo movimiento.

Conclusiones de los Pretests y Postest (ver anexo 3)

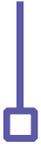
Esta propuesta de trabajo implica no sólo un cambio en el alumnado a involucrarse en forma activa en la construcción del aprendizaje, también implica una colaboración del profesorado en el acompañamiento y guía sobre este, contribuyendo a un mutuo aprendizaje para ambos grupos, al menos mientras el profesorado tiene su curva de aprendizaje con sus primeros grupos de trabajo. Promoviendo un trabajo multidisciplinario al solicitar apoyo con especialistas ya sea en el alumnado o bien con profesorado expertos en el tema.

En todos ellos, los resultados arrojaron información en el sentido de que:

En un 83% se logró que los estudiantes construyeran e interpretaran gráficos de funciones polinomiales, periódicas y exponenciales

En un 78% los estudiantes lograron relacionar correctamente la gráfica de una función con la gráfica de su rapidez instantánea de cambio o derivada.

En un 65% lograron obtener a través de procedimientos algebraicos las derivadas de las funciones mencionadas en el inciso a)



7

Fuentes de información

Confrey J. (1990). A review of the research on student conceptions in mathematics, science and programming. *Review of research in Education*. Vol. 16. pp. 3-56.

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? *Collaborative learning: Cognitive and Computational Approaches*. Oxford: Elsevier.

Dolores, C., Alarcón, G., y Albarrán, D. (2002). Concepciones alternativas sobre las gráficas cartesianas del movimiento. El caso de la velocidad y la trayectoria. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 5 (3), 225-250.

Dolores C. (2000). *Una propuesta didáctica para la enseñanza de la derivada*. El futuro del cálculo infinitesimal. Capítulo V: ICME-8 Sevilla, España. Cantoral R. (coordinador). Grupo Editorial Iberoamérica. México D. F. pp. 155-181.

Dolores, C. (1999). *Una introducción a la derivada a través de la variación*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Duval, R. (1995), *Semiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, Berna, Peter Lang. (Traducción al castellano: *Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales* (1999), Cali, Colombia, Universidad del Valle, Grupo de Educación Matemática).

Leinhardt, G., Zaslavsky, O., Stein M.K. (1990). Functions, graphs and graphing: Tasks, learning and teaching. *Review of Educational Research* Vol. 60. Pp. 1-64 NCTM (2004).

Macías Sánchez, J. (2014) Los registros semióticos en matemáticas como elemento personalizado en el aprendizaje. *Revista de Investigación Educativa Conect@2*, 4 (9), 27-57.

Santos-Trigo, M. (2017, 29 de enero). Sobre el hábito de preguntar. *Revista C2 Ciencia y Cultura*. Recuperado de <http://www.revistac2.com/sobre-el-habito-de-preguntar/>



Prácticas Innovadoras
en educación básica y media superior

Dirección de Innovación y Proyectos Especiales
Dirección General de Investigación e Innovación

