

9 y 10 de junio de 2016

## Innovaciones didácticas para ciencias y matemática asistidas por TIC

**Horacio E. Bosch, Mercedes S. Bergero, Claudio A. Naso, Martín M. Pérez, María C. Rampazzi**

Grupo UTN de investigación educativa en ciencias básicas, Facultad Regional Gral. Pacheco,  
Universidad Tecnológica Nacional

[hbosch@funprecit.org.ar](mailto:hbosch@funprecit.org.ar); [msbergero@gmail.com](mailto:msbergero@gmail.com); [naso.utn@gmail.com](mailto:naso.utn@gmail.com);  
[perezmartinm@yahoo.com.ar](mailto:perezmartinm@yahoo.com.ar); [mcrampazzi@gmail.com](mailto:mcrampazzi@gmail.com)

### Resumen

La enseñanza de ciencias y matemática en niveles secundario y universitario ha permanecido estancada, fragmentada y orientada a la exposición del docente. Últimamente han aparecido voces sobre necesidad de un cambio sustancial de paradigma, centrado en diversos elementos que se detallan en el trabajo. Al adoptar ese corrimiento de paradigma se introducen nuevas tecnologías y métodos para el aprendizaje experimental de ciencias asistido por TICs.

Se realizan experiencias cuyos datos permiten inducir un modelo del fenómeno en estudio, el cual es validado por medio de un ajuste de los valores experimentales con la predicción del modelo.

Mediante la aplicación de estas Unidades Didácticas se pretende que los alumnos adquieran las competencias científicas básicas enunciadas en variadas publicaciones. Para cada Sesión de Aprendizaje Activo se presenta una secuencia de experiencias, de tal manera que cada una de ellas dé razón a la siguiente.

Se demuestra un ejemplo de modelado de campo magnético producido por una corriente eléctrica en una bobina. Se realizan mediciones con un magnetómetro ligado a interfaz, computadora y programa computacional.

Con Unidades Didácticas como la mencionada, los alumnos aprenderán a experimentar y modelar fenómenos de la vida real, que es un objetivo de la capacitación del capital humano.

**Palabras clave:** Innovación – Didáctica – Ciencias –Tecnologías – Experimentación.

### ➤ Introducción

En la segunda mitad del siglo pasado la excelencia de los científicos de esa época ha dejado profundas huellas en la educación de las ciencias y matemática. Han tenido una gran influencia con sus creaciones, sus conferencias y sus libros. Los docentes discípulos de esos grandes maestros han recibido una herencia cultural científica y pedagógica que ha permanecido durante varios lustros. En consecuencia, los docentes han adquirido la misma metodología, centrada en la exposición del gran maestro docente.

En este lapso, han aparecido voces de alarma sobre la necesidad de un cambio sustancial de paradigma en cuanto a la educación de las ciencias, sustentado por la revolución de las tecnologías electrónica, informática y de comunicación, llamadas sucintamente TIC.

### Corrimiento de paradigma

El cambio de paradigma abarca no sólo los contenidos y la introducción de nuevas tecnologías, sino también la metodología de enseñanza. Si bien en esta propuesta no es posible describir en detalle este corrimiento de paradigma, se mencionan los siguientes elementos esenciales de la educación científica actual:

- La educación debe estar centrada en el alumno;
- Hacer intervenir al alumno en el estudio mediante una secuencia permanente de preguntas y actividades.

- La educación debe ser experimental, hecha por el alumno con sus manos y su mente;
- Aprender a utilizar los métodos y las herramientas de las ciencias necesarios para encarar las experiencias e inducir modelos;
- Romper los compartimentos y extender puentes interdisciplinarios entre ciencias, tecnologías, ingeniería, matemática que completan la educación STEM;
- Modernizar el instrumental escolar y metodologías practicadas;
- Implantar nuevos enfoques didácticos diferentes a los enfoques de libros clásicos de texto;
- Modernizar el currículo por competencias basadas sobre políticas educativas internacionales;
- Aprender a trabajar en equipo y presentar trabajos de equipos.

### **Unidades didácticas innovadoras para la educación experimental de ciencias asistida por TIC (EECATIC)**

El objetivo fundamental de la estructura de las unidades didácticas que se proponen está centrado en los alumnos para que midan, clasifiquen, definan, infieran, predigan, controlen variables, experimenten, visualicen, descubran relaciones y conexiones, y aprendan a comunicarlás, todo ello guiado por el docente mediante preguntas que den lugar a investigación, discusión y reflexión.

Mediante la aplicación de estas unidades se pretende que los alumnos adquieran las competencias científicas básicas enunciadas en varias publicaciones.

### ***Sesiones de aprendizaje activo***

Para cada ***Sesión de aprendizaje activo*** se presenta una secuencia de experiencias, de tal manera que cada una de ellas dé razón a la siguiente. Mediante esta secuencia, *el para qué y el porqué* de cada experiencia estaría sobreentendido en los objetivos, quedando por esclarecer el *qué y cómo*, o sea la manera de describir lo que hay que hacer y cómo hacerlo.

A medida que el alumno avance en el conocimiento de la metodología científica, aprenderá qué y cómo observar, cómo registrar, cómo modelar y cómo obtener conclusiones, fortaleciendo sus bases para el uso autónomo del método científico.

### **Estructura general de Unidades Didácticas**

- Objetivos de Aprendizaje.
- Diseño del ámbito de aprendizaje y utilización de herramientas tecnológicas.
- Desarrollo de experiencias y obtención de datos.
- Análisis y representaciones gráficas de datos para su interpretación.
- Modelado del fenómeno observado.
- Validación experimental del modelo.
- Comparación de valores de las variables predichas por el modelo y datos experimentales.
- Discusión del ajuste de valores y Conclusiones.
- Reversiones del trabajo.
- Evaluación y coevaluación del proyecto realizado.

Propuesta de un problema de la vida real cuya solución se basa sobre la aplicación del modelo previamente desarrollado.

### ***Infraestructura básica de herramientas tecnológicas***

- Un sensor que acusa información sobre el fenómeno en observación.
- Una interfaz que traduce en números las señales eléctricas que transmite el sensor.
- Una computadora que almacena esos números en su memoria.
- Un programa computacional alojado en la memoria de la computadora procesa esos datos y, a partir de ellos, crea nuevos parámetros y los representa gráficamente en la pantalla de la computadora en tiempo real.

**Experimentando y modelando el campo magnético producido por una corriente que circula por una bobina**

¿Tiene algún conocimiento preciso de haber experimentado con campos magnéticos y con bobinas?

¿Cómo varía la intensidad de campo magnético sobre el eje de la bobina? ¿Existe simetría de la intensidad de campo magnético sobre el eje de la bobina a ambos lados de ella?

**Objetivos de aprendizaje**

- Diseñar experiencias de medición de campo magnético producido por una corriente eléctrica que circula por una bobina de determinado radio y número de espiras, variando la distancia sobre el eje que contiene al centro de la bobina, para ambos lados de ella.
- Introducir el uso de un detector de campo magnético acoplado a una interfaz, computadora y programa computacional para medir intensidades de campos magnéticos débiles.
- Introducir un modelo de campo magnético producido por una corriente que circula por una bobina de radio  $r_0$ .
- Validar experimentalmente el modelo y proponer conclusiones.

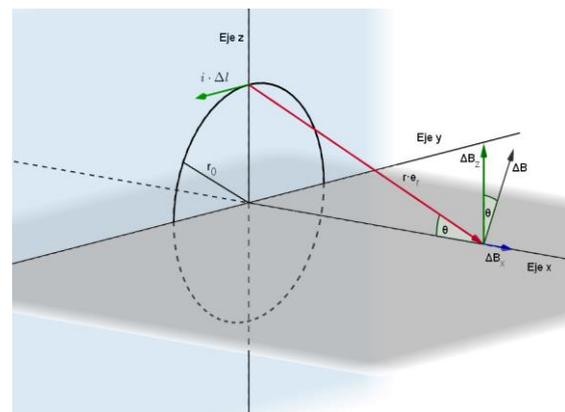
**Análisis de la aplicación del modelo de Biot-Savart**

El modelo de Biot-Savart predice la intensidad de campo magnético producida por una corriente eléctrica que circula en un conductor lineal a diversas distancias del centro de éste. Si el modelo es general para cualquier tipo de conductor, debe predecir el valor del campo magnético producido por una corriente eléctrica que recorre un conductor circular (espira) en diversos puntos del eje que contiene al centro de la espira y es perpendicular a su plano.

*Actividad 1*

Determine la expresión de la relación de cambio  $dB/d\ell$  correspondiente al campo magnético creado por un elemento de bobina  $i d\ell$  en un punto P de coordenada x respecto del centro de la bobina, sobre el eje perpendicular a su plano. Diseñe el croquis de la situación geométrica planteada.

La situación geométrica se describe en la Fig. 1.



**Figura 1.** Esquema geométrico donde se indican las componentes del campo magnético.

¿Cómo se expresa la intensidad de campo magnético creado por un elemento de longitud  $\Delta\ell$  de la bobina cuando circula por ella una corriente  $i$ ?

Con esta geometría se desea determinar la intensidad de campo magnético  $\Delta B$  creado por el elemento de espira  $i \cdot \Delta\ell$  en un punto P situado a una distancia x de la bobina sobre el eje central. La distancia del elemento de bobina al punto P es r. Se aplica el modelo de Biot-Savart para este caso.

El campo magnético  $\Delta B$  tiene el sentido perpendicular a la distancia r. Su componente  $\Delta B_x$  resulta:

$$\Delta B_x = \Delta B \cdot \text{seno}(\theta) = \Delta B \cdot \frac{r_0}{r} = \Delta B \cdot \frac{r_0}{\sqrt{x^2 + r_0^2}}$$

(1)

*Aplique el modelo de Biot-Savart y obtenga la expresión matemática de la relación de cambio  $dB/d\ell$*

Se obtiene la relación de cambio

$$dB_x = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot r_0 \cdot d\ell}{4\pi \cdot \sqrt[3]{(x^2 + r_0^2)^3}} \quad (2)$$

### Actividad 2

Mediante la utilización de un programa computacional resuelva la ecuación diferencial (2) cuyo resultado se expresa en la relación (3)

$$B_x = \frac{\mu_0 \cdot i}{2} \cdot \left[ \frac{r_0^2}{\sqrt[3]{(x^2 + r_0^2)^3}} \right] \quad (3)$$

Se ha obtenido la expresión del campo magnético producido por una corriente  $i$  que circula por una bobina, a la distancia  $x$  del centro de ésta. Ahora es necesario validar experimentalmente esta predicción.

### Ámbito de aprendizaje

#### Diseño experimental

Se dispone de una bobina comercial de 500 espiras y radio  $r_0 = 10.5$  cm conectada a una fuente de potencial variable para una intensidad de corriente de 0.7 A.

### Actividad 3

Organice el diseño ingenieril para efectuar mediciones de campo magnético a lo largo del eje de la bobina entre distancias de 0.02 m a 0.18 m.

En el eje de la bobina se ubica la mancha blanca del detector sujeto a un sistema mecánico que permite variar la distancia a la bobina. Se acopla el detector a una interfaz y ésta a una computadora con el programa de procesamiento de datos. En la Fig. 2 se muestra el correspondiente diseño ingenieril para el desarrollo de la experiencia.



Figura 2. Diseño ingenieril para medición de intensidad de campo magnético producido por una corriente que circula en una bobina, a lo largo del eje.

### Actividad 4

Organice una tabla con los valores de campo magnético predichos por el modelo (3) para diferentes distancias  $x$  de la bobina, simultáneamente con los valores experimentales obtenidos. Represente gráficamente esos pares de valores para cada valor discreto de la variable  $x$ .

Se efectuaron sucesivamente mediciones de campo magnético según la distancia  $x$  al centro de la bobina. Se calcularon los valores de campo magnético (3) para valores discretos de  $x$  comprendidos entre 0,02 y 0,18 m. En la Fig. 3 se representan los pares de valores correspondientes.

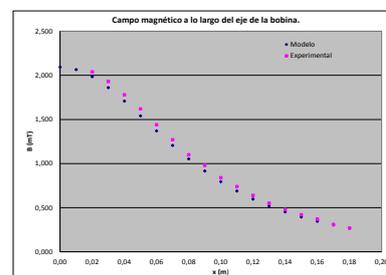


Figura 3. Pares de valores de intensidad de campo magnético predichos por el modelo y experimentales a lo largo del eje entre 0.02 y 0.18 m.

### **Conclusiones de la experiencia a cargo de grupos de alumnos**

Se ha medido el campo magnético producido por una bobina por la cual circula una corriente  $i$ , a lo largo de su eje. Se ha comprobado que los datos experimentales se ajustan perfectamente con los valores predichos por el modelo cuya estructura matemática se expresa en la relación (3). Por lo tanto, se concluye que el modelo de Biot-Savart es aplicable para predecir la intensidad del campo magnético producido por una bobina a lo largo de su eje. La intensidad de campo magnético decrece en función de la distancia. A una distancia igual al radio de la bobina, la intensidad de campo magnético es algo inferior a la mitad del valor en el centro de la bobina.

### **Conclusiones generales sobre la Unidad Didáctica**

En las Unidades Didácticas desarrolladas por los autores se pone de manifiesto el cambio de paradigma enunciado. En primer término, se muestra un diseño ingenieril para la realización de experiencias, el cual permite tomar datos que serán comparados con el desarrollo matemático del modelo físico que predice la relación de intensidad de campo magnético a lo largo del eje de la bobina. En segundo término, se utilizan nuevos instrumentos (sensor de campo magnético),

interfaz, computadora y programa. En esencia, se trata de una estructura de educación STEM.

### **Bibliografía**

1. Convergence: Facilitating Transdisciplinary Integration of Life Sciences, Physical Sciences, Engineering, and Beyond. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (2014) ISBN 978-0-309-30151-0.
2. Building Learning Systems. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (2014). ISBN 978-0-309-30151-0.
3. Exploring Opportunities for STEM Teacher Leadership: Summary of a Convocation. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (2014). ISBN 978-0-309-31456-5.
4. STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. (2014). ISBN 978-0-309-29796-7.
5. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (2011). ISBN 978-0-309-21742-2.
6. Un marco didáctico para la enseñanza STEM para la sociedad contemporánea. Grupo UTN de Investigación Educativa en Ciencias Básicas (2014). Editorial Dunken (Buenos Aires) ISBN 978-+987-02-7374-5.
7. Frans Van Assche *et al.* Re-engineering the uptake of ICT in schools (2015). Springer.
8. Future Classroom Lab. Scientix Inc. ([www.scientix.eun.es](http://www.scientix.eun.es)).