

## Evaluación de un trabajo de laboratorio que utiliza un teléfono celular como sensor mediante rúbrica

### Assessment through a rating scale of a laboratory project that uses a cell phone as a sensor

**Antonela Fissore**

Laboratorio de Física - Facultad Regional Rafaela – Universidad Tecnológica Nacional  
antofissore8@gmail.com

**María Lourdes Martin**

Laboratorio de Física - Facultad Regional Rafaela – Universidad Tecnológica Nacional  
lourdesmartin3112@gmail.com

#### Resumen

Los teléfonos celulares son potentes herramientas que permiten la comunicación entre las personas y cuentan, además, con una amplia gama de sensores que posibilitan realizar experimentos de física. Por otra parte, las rúbricas son instrumentos que sirven para evaluar los trabajos prácticos de laboratorio basados en las competencias que cada uno de ellos aborda. El presente trabajo propone evaluar el desempeño de los estudiantes durante la recreación del experimento de Oersted, utilizando un teléfono celular como sensor de campo magnético y una rúbrica de evaluación diseñada para tal fin. La idea surgió durante el confinamiento por la pandemia y pudo realizarse en la facultad durante el año 2021. La evaluación mediante la rúbrica permitió saber que, si bien el experimento es sencillo de realizar y los estudiantes logran manejar fácilmente la app instalada en el teléfono, el procesamiento de los datos requiere del apoyo y seguimiento docente.

**Palabras clave:** Experimento de Oersted, Física, Teléfonos celulares, Rúbricas.

#### Abstract

Cell phones are powerful tools that enable communication between people and they also offer a wide range of sensors that make it possible to carry out physics experiments. On the other hand, rating scales are useful instruments to assess practical laboratory projects based on the competencies that each one addresses. The present work intends to evaluate the performance of students during the recreation of the Oersted's experiment using a cell phone as a magnetic field sensor and a rating scale designed for this purpose. The idea arose during the lockdown due to COVID-19 and could be carried out at the college premises during the year 2021. The assessment with the rating scale revealed that, although the experiment is simple to carry out and the students manage to use the app installed on the phone easily, data processing requires teacher support and monitoring.

**Keywords:** Oersted experiment, Physics, Cell phones, Rubrics.

## Introducción

El trabajo se enmarca en el proyecto “Los teléfonos celulares como sensores para el aprendizaje de las ciencias basada en competencias”, llevado a cabo por investigadoras del grupo Tecnología Educativa para la Enseñanza de las ciencias (TEEC) de la Facultad Regional Rafaela, que surge como consecuencia de varios años de estudio de diferentes sistemas de adquisición de datos y sensores.

## El teléfono celular como sensor

Osorio (2004) plantea que la actividad experimental no sólo sirve como una herramienta de conocimiento, sino que también promueve los objetivos actitudinales, procedimentales y conceptuales que cualquier propuesta pedagógica debería tener. “El aprendizaje es un proceso de adquisición y síntesis de ideas y conceptos. El proceso no solo implica obtener información sino también la participación total del alumno (aprendizaje centrado en el alumno)” (Mulop et al, 2012, p 704). Las prácticas de laboratorio pretenden no sólo verificar los conocimientos teóricos sino promover actividades de indagación, modelización y profundizar los niveles de comprensión. Algunos autores como Hodson et al (2000. p 7) las avalan y aseguran su valor en cuanto al afianzamiento de conceptos, promoviendo capacidades de razonamiento, pensamiento crítico y creativo.

Los teléfonos celulares son potentes herramientas que permiten la comunicación entre personas y conectividad en todo momento y cuentan con una amplia gama de sensores que posibilitan realizar experimentos sencillos de física. En muchos establecimientos educativos no se cuenta con equipamiento adecuado para realizar experimentos o con sensores para poder medir diferentes magnitudes. Coincidimos con Martínez Pérez (2015, p 341), en que “Mientras muchos de estos equipos se hacen cada vez menos visibles en los establecimientos educativos, otros, como los teléfonos inteligentes, se hacen más comunes en manos de estudiantes universitarios”. Gil et al (2017, p 1305/2) plantean que los teléfonos celulares junto a una computadora permiten tener a disposición un laboratorio moderno para realizar experiencias tanto en el aula como en la casa o el campo.

La situación de aislamiento provocada por la pandemia de COVID nos movilizó a desarrollar experiencias que puedan ser realizadas por los estudiantes desde sus casas, con elementos sencillos, utilizando un teléfono celular como sensor (Bircher, 2020).

Para hacer operativos los sensores disponibles en los teléfonos celulares, es necesario instalar alguna aplicación de las disponibles en el mercado para tal fin, como ser Phyphox, Angle Meter Pro Plus, Physics Toolbox Sensor Suite, entre tantas otras. En un trabajo anterior (Alegre, 2021) se explica el funcionamiento de las mismas y en especial la de Physics Toolbox Sensor Suite, que es la utilizada en la recreación del experimento de Oersted.

## Physics Toolbox Sensor Suite

Es una aplicación gratuita y sin publicidad de Android, para los teléfonos móviles, que mediante los sensores del celular puede registrar datos en tiempo real mediante un gráfico o digitalmente y exportarlos.



Figura 1: Logo y código QR de la aplicación Physics Toolbox Sensor Suite.

## Rúbricas

Para evaluar por competencias se necesitan herramientas que permitan al docente emitir juicios con valores más acertados, precisos, justos y transparentes y una de éstas pueden ser las rúbricas (López Ruiz, 2011, p 297). Estos elementos de evaluación definen los parámetros y criterios que el docente evaluará, estableciendo porcentajes y describiendo las competencias a demostrar por el estudiante.

Para el presente trabajo se utilizó una rúbrica analítica que es aquella donde se describen con claridad los indicadores de cada actividad y especifica los criterios de evaluación según el rendimiento del estudiante, a diferencia de las rúbricas holísticas/globales que realizan una descripción global, sin identificar los componentes del proceso (Arribas et al, 2018, p 144).

## Experimento de Oersted

Hans Christian Oersted, danés (1777 – 1851), observó que una aguja magnética se desviaba siempre que pasara una corriente por un cable cercano a ella, estableciendo por primera vez la relación entre la electricidad y el magnetismo.

Los teléfonos celulares cuentan con tres sensores magnéticos perpendiculares entre sí (Sans et al, 2015, p 167). Es posible usar estos sensores para realizar el experimento de Oersted, mostrándole dirección e intensidad del campo magnético originado por la corriente que circula por un conductor cercano. Se necesitan elementos muy sencillos como una pila de 1,5 V, un pedazo de cable de 0,60 m aproximadamente o más y una brújula o bien un teléfono celular con la aplicación de brújula o la que permite disponer del magnetómetro.

**Objetivo:** Evaluar mediante una rúbrica el desempeño de los alumnos, al realizar un trabajo de laboratorio que utiliza un teléfono celular como sensor.

## Desarrollo

Durante el año 2020 se propuso a los estudiantes que realizaran la experiencia en sus casas y en el año 2021 se pudo hacer en el laboratorio de física en la Facultad. En ambos casos se entregó una guía del trabajo práctico con las instrucciones necesarias. Se solicitó a los alumnos determinar dirección, sentido y módulo del campo magnético producido por un conductor con corriente. Para ello se sugirió colocar el cable en la dirección N –S y la app brújula con la aguja marcando al norte, coincidente con dicha dirección. En caso de usar el magnetómetro, identificar el eje que coincide con dicha dirección. En el momento en que se hace contacto (breve) y se produce la desviación de la aguja, identificar la dirección del campo B. Lo mismo si fuera con la aplicación. Colocar primero el teléfono debajo del cable y luego por encima del cable y observar. Dibujar en ambos casos manualmente las líneas de B y relacionar con la teoría. Filmar la experiencia y, si es posible, adicionar al video los vectores que marquen dirección y sentido de B. En el caso que sea posible, medir el módulo de B en la componente más importante. En la figura 2 se observa la posición del cable con la aplicación de magnetómetro.



Figura 2: Dirección y sentido del campo B, según la corriente.

En la figura 2 se observa que los alumnos pudieron establecer dirección y sentido del campo B según la corriente circulante.

### Diseño y aplicación de la rúbrica:

En la rúbrica de evaluación se detallan las competencias que el docente evaluará: análisis y síntesis de la información obtenida a partir de la experiencia, la comunicación escrita y el trabajo en equipo presencial o a distancia. Cada competencia se identifica por uno o más descriptores, constituyendo una evaluación formativa que le permite al estudiantado aprender de sus propios errores y avanzar en un aprendizaje continuo.

ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN INTEGRANDO CONTENIDOS TEÓRICOS					
	100%	75%	50%	20%	0%
ANÁLISIS Y SÍNTESIS DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA A PARTIR DE LA EXPERIENCIA					
Identificar y diferenciar los diferentes procesos y/o fenómenos físicos que se estudian.					
Expresar gráficamente el vector campo magnético.					
Manejar la información obtenida con el teléfono celular.					
Extraer conclusiones.					
COMUNICACIÓN ESCRITA					
Contenido y presentación de la información.					
TRABAJO EN EQUIPO					
Entregar el informe solicitado en tiempo y forma cumpliendo con las consignas.					

Figura 3: Rúbrica de evaluación de los informes de laboratorio.

### Resultados

Resultados obtenidos a partir de la aplicación de la rúbrica en los informes de laboratorio de los trabajos prácticos realizados durante el año 2021.

### PROCESOS Y/O FENÓMENOS FÍSICOS

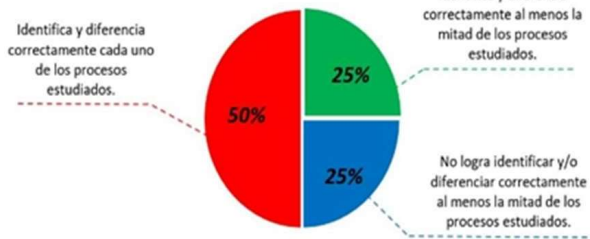


Figura 4: Resultados de identificación de procesos

### VECTOR CAMPO MAGNÉTICO

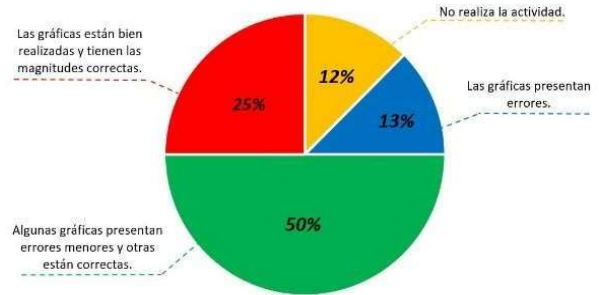


Figura 5: Resultados de representación de graficas

### INFORMACIÓN OBTENIDA CON EL TELÉFONO CELULAR

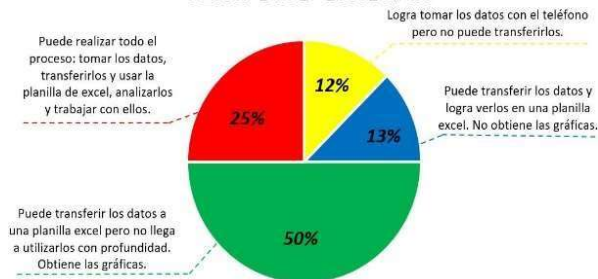


Figura 6: Resultados de utilización de datos

### CONTENIDO Y PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

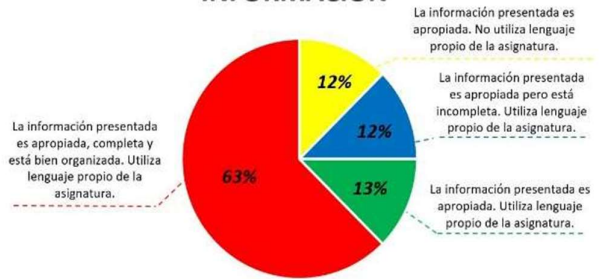


Figura 7: Resultados de información utilizada

### EXTRAER CONCLUSIONES

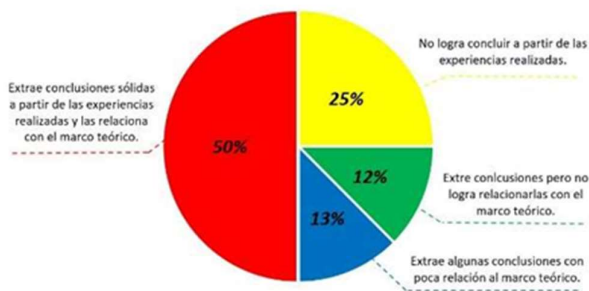


Figura 8: Resultados de conclusiones realizadas

### ENTREGA DEL INFORME

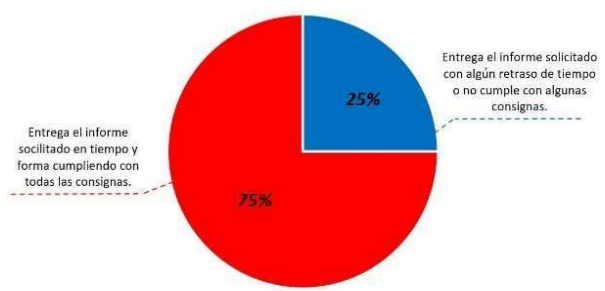


Figura 9: Resultados de entrega de informe

Competencia: Análisis y Síntesis de la información obtenida a partir de la experiencia. La mitad de los alumnos y las alumnas pudieron identificar y diferenciar los procesos y/o fenómenos físicos estudiados, mientras que el resto tuvo dificultades para interpretarlos correctamente.

El 50% de los grupos (4 de 8) pudo obtener el vector campo magnético en la primera entrega del informe. Se detecta una dificultad para graficar correctamente a partir de los datos experimentales. El 25% de los grupos pudo realizar todo el proceso: tomar los datos, transferirlos a una planilla Excel y obtener las gráficas solicitadas; mientras que 4 grupos pudieron realizar la tarea solicitada no llegando a analizar los datos con profundidad. Con respecto a las conclusiones de la experiencia realizada, el 50% de los grupos logró extraer conclusiones adecuadamente y en base a lo experimentado, mientras que el 25% de los alumnos y las alumnas realizaron la actividad, pero no lograron relacionar las mismas con el marco teórico.

🚦 Competencia: Comunicación escrita.

El 63% de los alumnos y las alumnas pudieron aprobar este objetivo en la primera entrega, tanto en lo referente al contenido como a la presentación del informe. Se destaca la relación con la competencia anterior ya que, si no es posible realizar determinadas actividades como graficar correctamente o extraer conclusiones sólidas, no será posible entregar la información de manera completa.

🚦 Competencia: Trabajo en equipo.

Hubo 6 grupos que entregaron el informe completo, cumpliendo con los requisitos dados y en el tiempo requerido.

## Discusión y Conclusiones

Las y los alumnos pudieron reproducir el experimento de Oersted utilizando un teléfono celular como sensor y observar la magnitud, dirección y sentido del campo magnético generado por un conductor con corriente. Tuvieron algunas dificultades en procesar toda la información, algunos en obtener el módulo del campo y otros en graficar correctamente la dirección y sentido. La actividad de procesamiento de la información requiere un nivel mayor de abstracción y de modelización y consideramos que una posibilidad para mejorar este aspecto es realizarla en el laboratorio. Debido a esto es necesario considerar el hecho de que la experiencia es fácil de realizar fuera de clase, pero el análisis completo de la información obtenida requiere del apoyo y seguimiento docente, ya sea de manera presencial o a distancia.

La rúbrica utilizada es simple, pero permite realizar una evaluación de los informes presentados. Para trabajos posteriores se propone complejizar un poco más la rúbrica, considerando otras competencias y agregando descriptores en cada una. En el presente año se ha diseñado una rúbrica más completa, para evaluar todos los trabajos prácticos de laboratorio en los que se utilizan sensores, ya sea de teléfonos celulares o de equipos conectados a una computadora. Los alumnos pueden conocer con anticipación qué aspectos se evaluarán y la puntuación de cada uno, se piensa que redundará en un mejor desempeño. Este aspecto queda para una futura investigación.

## Referencias

Alegre, L., Cinat, P., Culzuni, C. Fariás, M. [Grupo TEEC] (2021, 5 de noviembre). "Desarrollo de competencias en experiencias de mecánica utilizando un teléfono celular". Disponible: <https://www.youtube.com/watch?v=e3qz-Rlmylk>. Consultado en marzo 2022.

Arribas, E., Belendez, A., Escobar, I., Franco M., Maffey, S., Rubio, J., Vazquez, R., Vidales, S. (2018). "Evaluando competencias en física mediante rúbricas". Revista Reamec. 6 (1), 142-151.

Bircher, G., Culzoni, C., Fissore, A. [Grupo TEEC] (2020, 27 de septiembre). "Teléfonos

celulares como sensores para el aprendizaje científico dentro y fuera del laboratorio en tiempo de pandemia: una revisión”. Disponible en:  
<http://www.frra.utn.edu.ar/archivos/proyectos/Los%20tel%C3%A9fonos%20celulares%20como%20sensores%20para%20el%20aprendizaje%20de%20las%20ciencias%20basada%20en%20competencias.pdf>. Consultado en marzo, abril, mayo 2022.

Cuenca-Gotor, V., Manjon, F., Salinas, I., Sans, J. (2015). “Smartphone: a new device for teaching Physics”. Semantic Scholar. 415-422.

Facultad de Ciencias Exactas - Universidad Nacional de la Plata (2018). “Physics Toolbox Sensor Suite”. Disponible en:  
[https://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2018/10/17/aplicacion\\_physics\\_toolbox#:~:text=Physics%20Toolbox%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n,en%20un%20gr%C3%A1fico%20o%20digitalmente](https://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2018/10/17/aplicacion_physics_toolbox#:~:text=Physics%20Toolbox%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n,en%20un%20gr%C3%A1fico%20o%20digitalmente). Consultado en agosto 2019.

Gil, S., & Laccio, D.(2017). Smartphone una herramienta de laboratorio: laboratorios de bajo costo para el aprendizaje de las ciencias. Lam. Am. J. Phys. Educ. 11 (1), 1035/1-1305/9.

Hodson, D. (2000). The place of practical work in science education. Formación Universitaria. 6, 3-12.

Lopez, J. (2011). Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias. Revista de Educación. 17, (1), 279-301

Martínez Pérez, J. E. (2015). Obtención del valor de la aceleración de la gravedad en el laboratorio de Física. Experiencia comparativa del sensor de un teléfono celular inteligente y el péndulo simple. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 12 (2), 341- 136.

Mulop, N., Yusof, K., Tasir, Z. (2012). A Review on Enhancing the Teaching and Learning of Thermodynamics, Educational Technology & Society. 17, (2), 307-320.

Osorio, Y. (2004). El experimento como indicador de aprendizaje. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. 1, 145-166.