

Uso del celular para medir variables físicas en la Facultad de Ingeniería

Mattivi Federico Manuel ^a*, Cyro Josué Nicolas Michajlow ^a, María de los R. Mattivi ^a

^a Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina.
e-mails: fmmattivi@outlook.com, cyro_m@outlook.com, maria.mattivi@fio.unam.edu.ar.

Resumen

Los teléfonos inteligentes han evolucionado más allá de ser simples dispositivos de comunicación, integrando una variedad de sensores que permiten múltiples funciones y aplicaciones. Este artículo estudia los sensores más comunes en los teléfonos inteligentes, sus funciones y su tecnología. Entre los sensores más destacados se encuentran el acelerómetro, el giroscopio, el sensor de proximidad, el sensor de luz y el sensor magnético. Estos sensores permiten medir variables físicas como la aceleración, la orientación, la proximidad, la iluminación y la dirección del campo magnético.

Palabras Clave – Celular, Medición, Variables físicas.

1. Introducción

Los teléfonos inteligentes se han convertido en compañeros indispensables en la vida cotidiana, ofreciendo una variedad de funciones y servicios que van más allá de la simple comunicación. Detrás de esta versatilidad se encuentran una serie de sensores integrados que permiten a los dispositivos interactuar con el entorno físico y proporcionar información valiosa a los usuarios [2]. Este artículo trata de los sensores de teléfonos inteligentes, sus funciones principales, como así también, un estudio de factibilidad de uso de dichos sensores para medir variables físicas en la Facultad de Ingeniería de Oberá.

2. Desarrollo

Los teléfonos inteligentes modernos han evolucionado más allá de ser simplemente dispositivos de comunicación, convirtiéndose en centros de información y herramientas multifuncionales gracias a la integración de una variedad de sensores capaces de medir diferentes variables físicas. Estos sensores, que abarcan desde los comúnmente conocidos hasta los más especializados, permiten una amplia gama de aplicaciones y funciones que van desde la navegación hasta el seguimiento de la salud y el bienestar [2].

Uno de los sensores más comunes en los teléfonos inteligentes es el acelerómetro. Este sensor mide la aceleración lineal en tres ejes y es esencial para detectar cambios en la orientación y movimiento del dispositivo. Desde la rotación de la pantalla en respuesta a la orientación del teléfono hasta el control de juegos basado en el movimiento, el acelerómetro habilita una variedad de funciones interactivas.

Otro de los sensores que poseen la mayoría de los teléfonos inteligentes es el giroscopio, el cual complementa al acelerómetro midiendo la velocidad de rotación y la orientación angular del teléfono. Esta información es crucial para aplicaciones de realidad virtual y aumentada, así como para juegos que requieren un control preciso del movimiento.

Los dispositivos móviles por lo general poseen un sensor de proximidad el cual es fundamental para mejorar la experiencia del usuario durante las llamadas, al desactivar la pantalla táctil cuando el teléfono se acerca al oído para evitar pulsaciones accidentales. Además, se utiliza para activar funciones de ahorro de energía al detectar que el teléfono está guardado en un bolsillo o bolso.

En su gran mayoría, los teléfonos inteligentes poseen sensor de luz lo cual permite ajustar automáticamente el brillo de la pantalla según las condiciones de iluminación del entorno, lo que mejora la legibilidad y ahorra energía. Algunos teléfonos también están equipados con sensores de

* fmmattivi@outlook.com

temperatura y humedad, que pueden proporcionar información sobre el entorno circundante, sin embargo, esto no es muy común.

Además, muchos teléfonos incluyen un sensor magnético, conocido como brújula, que detecta la dirección del campo magnético terrestre. Este sensor es esencial para aplicaciones de navegación, mapas y realidad aumentada, donde la orientación precisa es crucial. Existe una pequeña cantidad de dispositivos móviles que poseen este sensor y por lo general corresponden a la gama alta.

En conjunto, estos sensores forman una red versátil y poderosa que impulsa una amplia gama de aplicaciones y funciones en los teléfonos inteligentes modernos. Desde mejorar la precisión de la navegación hasta rastrear la actividad física, como así también, puede ser utilizado con fines educativos. Los sensores de los teléfonos móviles continúan desempeñando un papel crucial en nuestra vida cotidiana y permiten mejorar la experiencia del usuario.

2.1 Acelerómetro

Los acelerómetros utilizados en teléfonos celulares generalmente se basan en tecnología de sistemas microelectromecánicos (MEMS). Estos dispositivos consisten en una estructura mecánica suspendida dentro del chip MEMS, que responde a la aceleración mediante un cambio en la capacitancia o la resistencia eléctrica. La estructura mecánica puede ser una masa suspendida, un conjunto de resortes o una configuración similar que responde a las fuerzas inerciales causadas por la aceleración del teléfono.

Los tipos de acelerómetros más utilizados en teléfonos celulares son:

- a. Acelerómetros capacitivos: estos acelerómetros utilizan cambios en la capacitancia eléctrica para medir la aceleración. Generalmente consisten en una masa suspendida que altera la distancia entre placas capacitivas cuando se acelera el dispositivo. Este cambio en la capacitancia se convierte en una señal eléctrica que se utiliza para determinar la aceleración.
- b. Acelerómetros piezoeléctricos: algunos teléfonos celulares pueden utilizar acelerómetros piezoeléctricos, que generan una carga eléctrica cuando se someten a deformación mecánica. Este tipo de acelerómetro convierte la carga generada en una señal eléctrica que se puede medir para determinar la aceleración del dispositivo.
- c. Acelerómetros MEMS: la mayoría de los teléfonos celulares modernos utilizan acelerómetros basados en tecnología MEMS. Estos dispositivos utilizan microestructuras mecánicas integradas en un chip de silicio, que responde a la aceleración y genera una señal eléctrica proporcional. Los acelerómetros MEMS son populares debido a su tamaño compacto, bajo consumo de energía y capacidad para medir la aceleración en múltiples ejes como se puede observar en la Fig. 1.

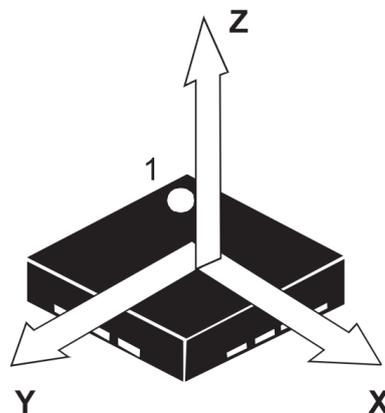


Fig. 1. Acelerómetro de 3 ejes

2.2 Giroscopio

El giroscopio en los teléfonos celulares, al igual que el acelerómetro, se basa en la tecnología de sistemas microelectromecánicos (MEMS). Consiste en una estructura mecánica suspendida dentro del chip MEMS que responde a la rotación del dispositivo. Esta estructura mecánica puede ser un conjunto de masas suspendidas o una configuración similar que responde a las fuerzas rotacionales aplicadas al teléfono.

Los tipos de giroscopios más utilizados en teléfonos celulares son:

- a. Giroscopios vibratorios: estos giroscopios utilizan la vibración mecánica de una estructura suspendida para detectar la rotación del dispositivo. La rotación del teléfono causa un cambio en la frecuencia de vibración, que se mide y se convierte en una señal eléctrica proporcional a la velocidad angular.
- b. Giroscopios de resonancia: los giroscopios de resonancia aprovechan las propiedades de resonancia mecánica de una estructura suspendida para detectar la rotación. Cuando el dispositivo gira, se produce un cambio en la frecuencia de resonancia, que se detecta y se convierte en una señal eléctrica.
- c. Giroscopios de fibra óptica: teléfonos celulares de alta gama pueden utilizar giroscopios de fibra óptica, que aprovechan el efecto Sagnac para detectar la rotación. En estos dispositivos, la rotación del teléfono causa un cambio en la interferencia entre dos haces de luz que viajan en direcciones opuestas a lo largo de una fibra óptica, lo que se traduce en una señal eléctrica proporcional a la velocidad angular.

En la Fig. 2. se puede observar un giroscopio de 3 ejes que detecta la rotación en tres direcciones perpendiculares y genera señales proporcionales a las velocidades angulares.

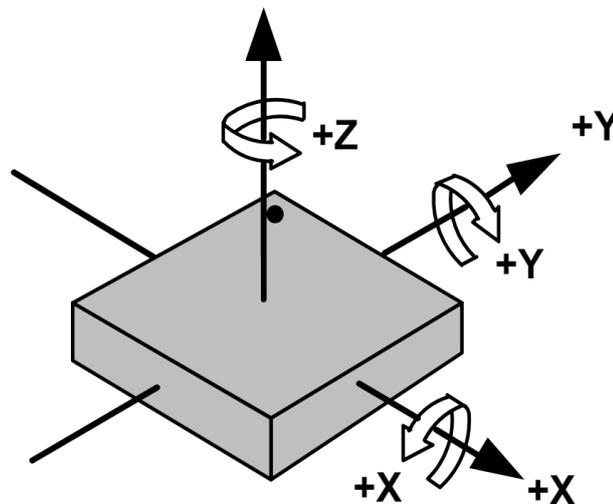


Fig. 2. Giroscopio de 3 ejes

2.3 Sensor de proximidad

El sensor de proximidad en los teléfonos celulares generalmente se basa en tecnología de infrarrojos (IR). Consiste en un emisor de luz infrarroja y un receptor de luz infrarroja colocados en el mismo lado del teléfono, generalmente cerca del auricular. Cuando un objeto se acerca al teléfono y bloquea la luz infrarroja, el sensor detecta este cambio y activa una respuesta, como desactivar la pantalla táctil o activar el modo de ahorro de energía.

Los tipos de sensores de proximidad más utilizados en teléfonos celulares son:

- a. Sensor de proximidad por reflexión: este tipo de sensor emite un haz de luz infrarroja y mide la cantidad de luz que se refleja de vuelta al receptor. Cuando un objeto se acerca al teléfono y bloquea parte de la luz reflejada, el sensor detecta este cambio y activa una respuesta.

- b. Sensor de proximidad por absorción: en este tipo de sensor, el receptor mide la cantidad de luz infrarroja que llega directamente desde el emisor. Cuando un objeto se acerca al teléfono y bloquea esta luz, el sensor detecta la disminución en la intensidad de la luz recibida y activa una respuesta.
- c. Sensor de proximidad por capacitancia: estos sensores detectan cambios en la capacitancia eléctrica causados por la presencia de un objeto cercano al dispositivo. Cuando un objeto se acerca al teléfono, cambia la capacitancia entre dos placas conductoras, lo que se detecta y se convierte en una respuesta.

2.4 Sensor de luz

El sensor de luz en los teléfonos celulares generalmente se basa en tecnología de semiconductores. Consiste en un componente fotosensible, como un fotodiodo o un fototransistor, que convierte la luz incidente en una corriente eléctrica como se puede observar en la Fig. 3. Esta corriente eléctrica se mide y se utiliza para determinar la intensidad de la luz ambiental. Además del componente fotosensible, el sensor de luz también puede incluir circuitos electrónicos adicionales para el procesamiento de la señal y la comunicación con el sistema operativo del teléfono.

Los tipos de sensores de luz más utilizados en teléfonos celulares son:

- a. Fotodiodo PIN: este es uno de los tipos más comunes de sensores de luz utilizados en teléfonos celulares. Consiste en un diodo semiconductor que genera una corriente eléctrica cuando es iluminado por la luz. La intensidad de la corriente eléctrica está directamente relacionada con la intensidad de la luz incidente, lo que permite medir con precisión la luminosidad del entorno.
- b. Fototransistor: similar al fotodiodo, el fototransistor es un semiconductor sensible a la luz que también genera una corriente eléctrica cuando es iluminado. Sin embargo, el fototransistor tiene una ganancia más alta que el fotodiodo, lo que significa que es más sensible a la luz y puede proporcionar una mejor respuesta en condiciones de baja luminosidad.
- c. Sensor de luz ambiente integrado (ALS): algunos dispositivos utilizan sensores de luz ambiente integrados que combinan un sensor de luz con otros sensores, como el sensor de proximidad. Estos sensores pueden proporcionar mediciones más precisas de la luz ambiental al compensar las variaciones causadas por factores externos, como la luz solar directa o la luz artificial.

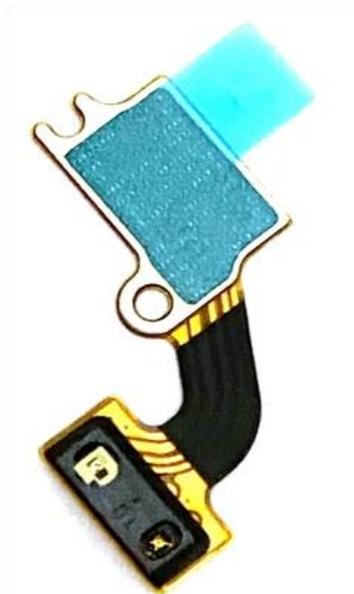


Fig. 3. Sensor de proximidad y luz ambiente

2.5 Sensor magnético

El sensor magnético en los teléfonos celulares generalmente se basa en tecnología de semiconductores, específicamente en sensores Hall o en sensores de efecto magneto resistivo. Estos sensores consisten en un material semiconductor que cambia su resistencia eléctrica en respuesta a un campo magnético. Cuando el dispositivo se orienta en diferentes direcciones, el sensor detecta la intensidad y la dirección del campo magnético terrestre.

Los tipos de sensores magnéticos más utilizados en teléfonos celulares son:

- Sensores Hall:** los sensores Hall son los más comunes en los teléfonos celulares. Funcionan midiendo el efecto Hall, que es la generación de una diferencia de potencial eléctrico perpendicular a la corriente eléctrica y al campo magnético aplicado como se puede observar en la Fig. 4. Esta diferencia de potencial se mide y se utiliza para determinar la dirección y la intensidad del campo magnético.
- Sensores de efecto magneto resistivo (MR):** estos sensores utilizan el efecto magneto resistivo, que es la variación de la resistencia eléctrica de un material en respuesta a un campo magnético. Los sensores de efecto magneto resistivo pueden proporcionar una mayor sensibilidad y una mejor precisión que los sensores Hall en algunas aplicaciones.
- Sensores híbridos:** se utiliza una combinación de sensores Hall y sensores de efecto magneto resistivo para mejorar la precisión y la robustez del sistema. Estos sensores híbridos pueden proporcionar mediciones más precisas y estables en una variedad de condiciones ambientales.

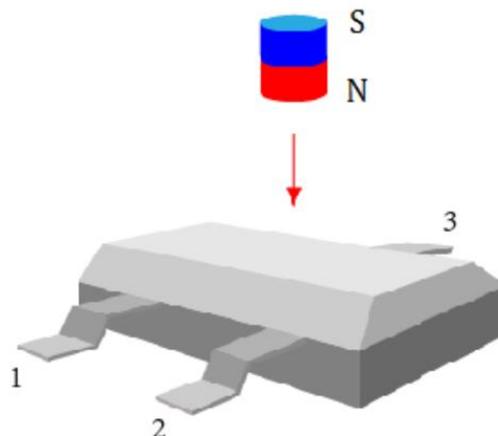


Fig. 4. Sensor magnético

2.6 Resultado del relevamiento

Durante el año 2022 y el año 2023, en la Facultad de Ingeniería de Oberá se llevó a cabo un relevamiento de los dispositivos móviles de los estudiantes de segundo y tercer año mediante encuestas dirigidas a los alumnos que cursan las asignaturas Electromagnetismo, Física 2 y Mecánica Racional. El objetivo principal de esta iniciativa fue obtener información sobre los dispositivos tecnológicos en posesión de los alumnos, lo que permitiría adecuar los planes de estudio y las metodologías de enseñanza a las realidades tecnológicas de los estudiantes.

Los datos recopilados se utilizaron para identificar las tendencias tecnológicas predominantes entre los alumnos y para planificar estrategias educativas que promuevan un uso efectivo de la tecnología en el proceso de aprendizaje.

A continuación, se presentan los gráficos obtenidos como resultado de las encuestas realizadas. Estos gráficos reflejan de manera visual y concisa la información recopilada sobre los dispositivos tecnológicos en posesión de los estudiantes.

La Fig. 5. contiene gráficos que muestran la presencia o ausencia de diferentes tipos de sensores en un conjunto de dispositivos relevados. Del gráfico se puede concluir que, los acelerómetros y los sensores de proximidad son los más comunes entre los dispositivos evaluados, mientras que los giroscopios y los sensores magnéticos son menos prevalentes, aunque aún son comunes.

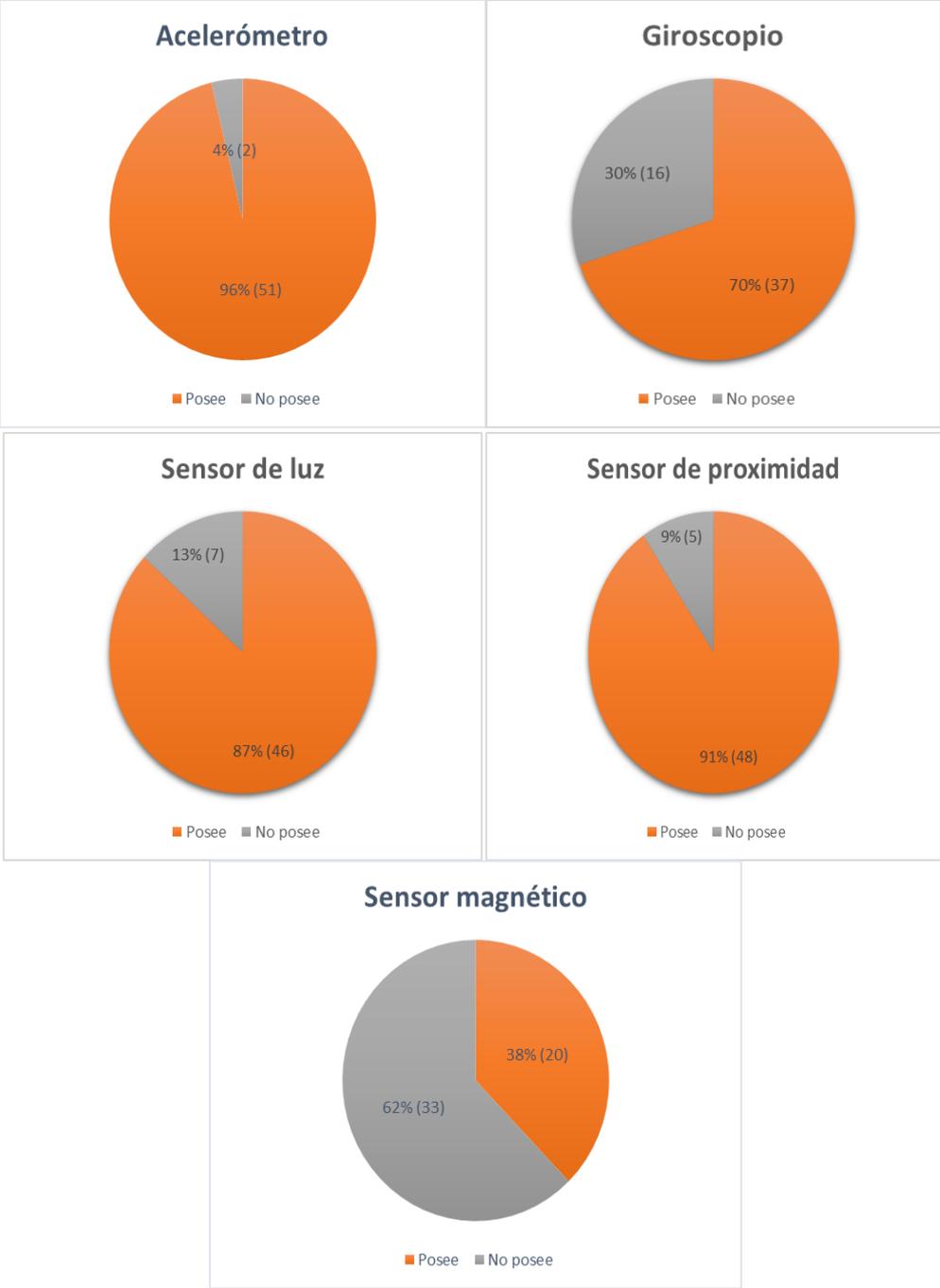


Fig. 5. Resultados obtenidos de la 1er encuesta realizada con alumnos de las asignaturas Física 2 y Electromagnetismo (12/09/2022 - 18/09/2022)

La Fig. 6. contiene gráficos que muestran la distribución de varios sensores en un conjunto de dispositivos donde los acelerómetros son los más comunes entre los dispositivos evaluados, seguidos por los sensores de proximidad y de luz. Los magnéticos son los menos prevalentes, aunque aún están presentes en un ¼ de la proporción de los dispositivos.

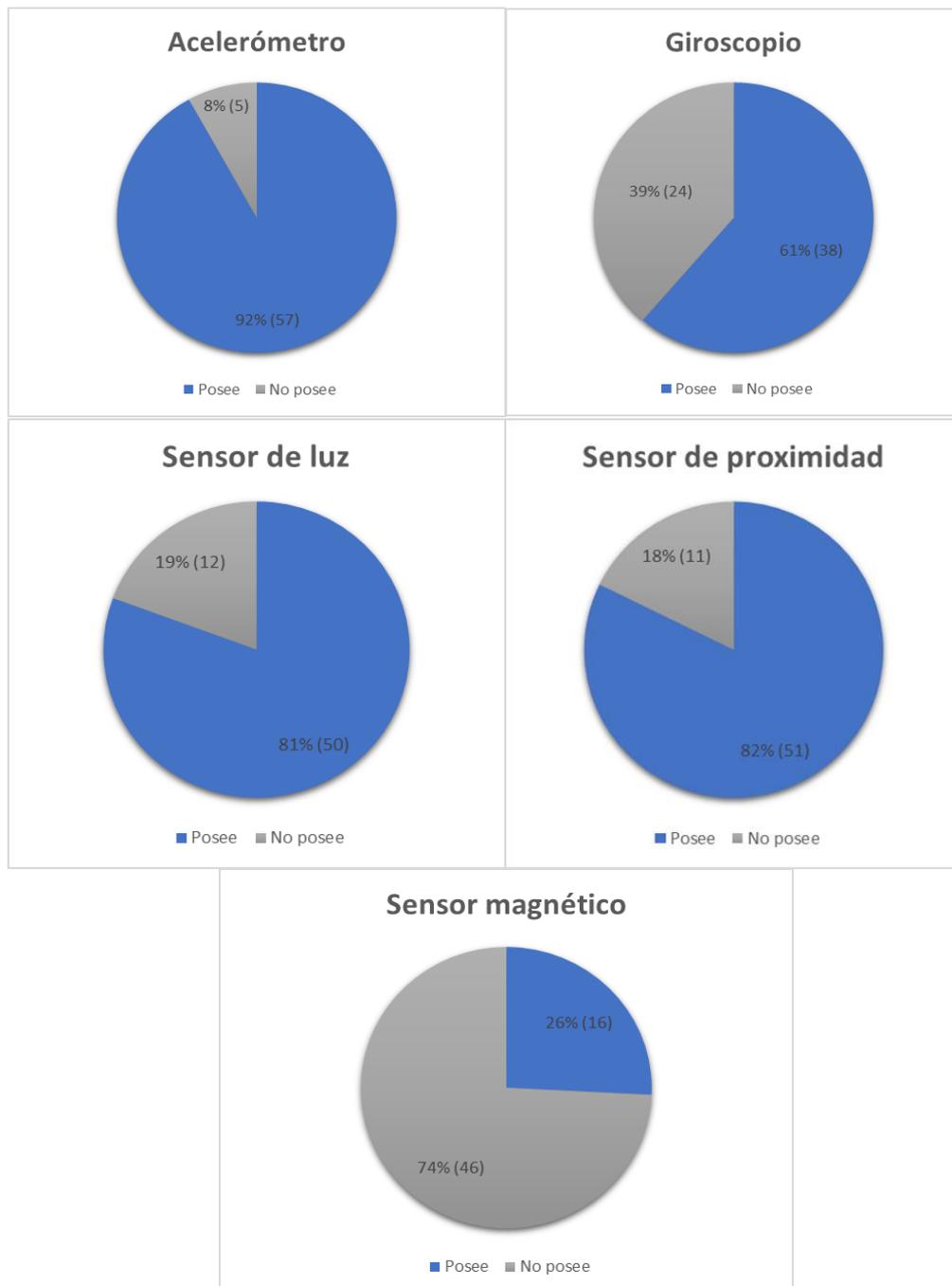


Fig. 6. Resultados obtenidos de la 2da encuesta realizada con alumnos de la asignatura Mecánica Racional (12/09/2022 - 18/09/2022)

La Fig. 7. contiene gráficos que muestran la distribución de varios sensores en un conjunto de dispositivos donde los acelerómetros son los más comunes entre los dispositivos evaluados, seguidos por los sensores de proximidad y de luz. Los sensores magnéticos son los menos prevalentes, aunque aún están presentes en $\frac{1}{4}$ de la proporción de los dispositivos.

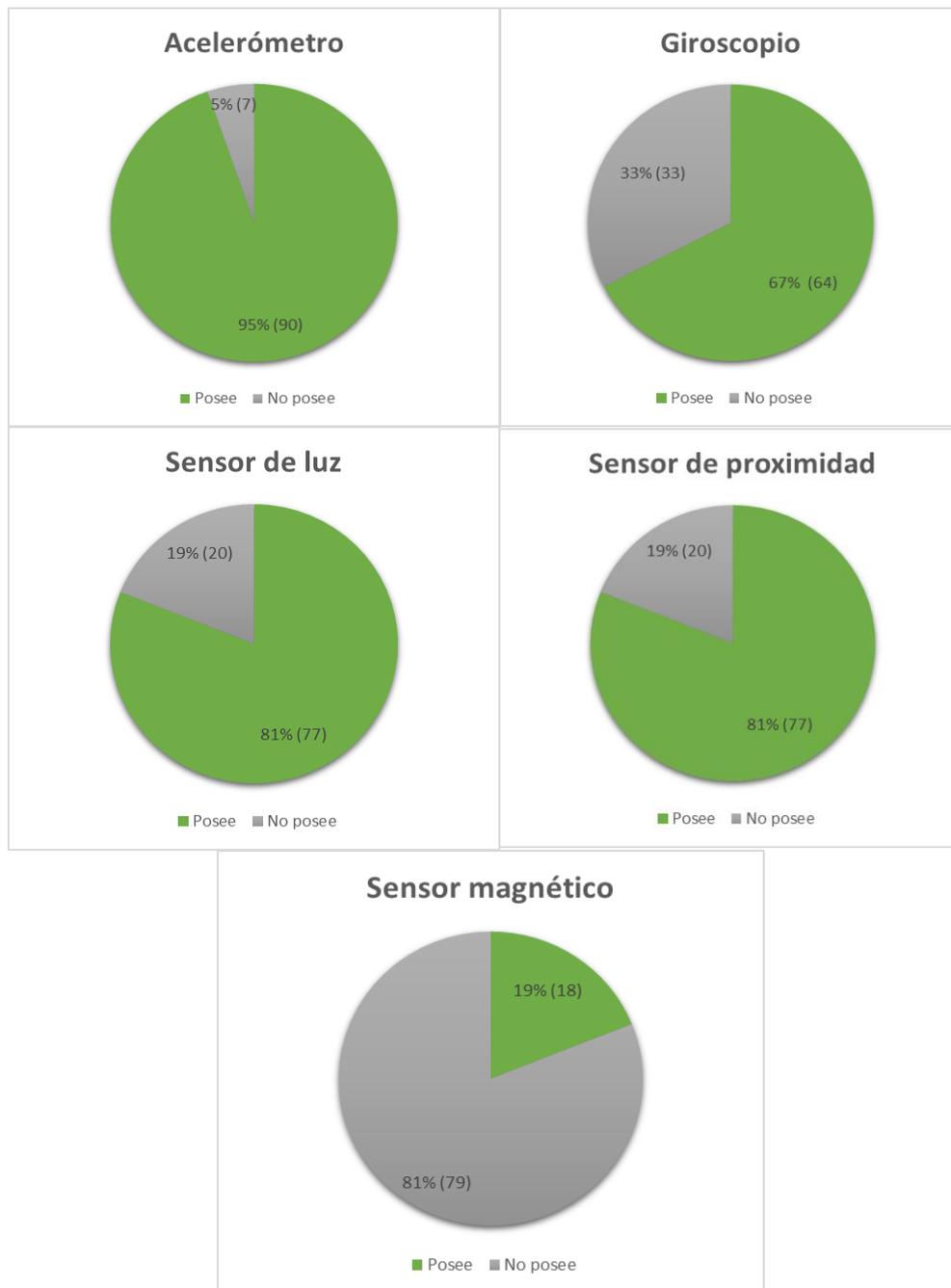


Fig. 7. Resultados obtenidos de la 3er encuesta realizada con alumnos de la asignatura Física 2 (29/03/2023 - 30/03/2023)

3. Conclusiones

Los sensores integrados en los teléfonos inteligentes juegan un papel crucial en la mejora de la experiencia del usuario y la expansión de las funcionalidades del dispositivo. La tecnología de estos sensores, ha permitido el desarrollo de aplicaciones que pueden ser utilizadas para transmitir conocimiento mediante experiencias y ensayos con fenómenos físicos.

El relevamiento realizado en la Facultad de Ingeniería de Oberá demuestra que la mayoría de los dispositivos de los estudiantes están equipados con estos sensores, lo que sugiere un potencial significativo para su uso en aplicaciones educativas y proyectos académicos. La incorporación de estas tecnologías en el currículo académico puede mejorar la enseñanza y el aprendizaje, alineándose con las tendencias tecnológicas y las capacidades de los dispositivos que los estudiantes ya poseen.

4. Referencias

- [1] J. Lorenzo Ramirez, Experimentación en Física con dispositivos móviles, 2da Edición, 2022.
- [2] Martín Monteiroa, Cecilia Starib, Arturo C. Martib, Los sensores de los dispositivos móviles: una herramienta innovadora en la enseñanza de las ciencias físicas, Congreso universitario de innovación educativa en las enseñanzas técnicas, 2022.