

## Física Inclusiva: con la electricidad entre los dedos

**Ana Paula Corrales Casaravilla<sup>1</sup>**

[anapaulacorrales@hotmail.com](mailto:anapaulacorrales@hotmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-7051-0343>

Ce.R.P. del Norte

Rivera-Uruguay

**Washington Meneses Texeira**

[wameneses@gmail.com](mailto:wameneses@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-1229-9882>

Ce.R.P. del Norte

Rivera-Uruguay

**María Isabel Viera**

[isaviera81@gmail.com](mailto:isaviera81@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0003-3057-0525>

Ce.R.P. del Norte

Rivera-Uruguay

**Valeria del Río Freitas**

[valeriadelrio209@gmail.com](mailto:valeriadelrio209@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0005-0722-4343>

Liceo N°5

Rivera-Uruguay

### RESUMEN

El presente trabajo narra una experiencia de extensión en educación realizada en 2022 sobre la enseñanza de la Física para estudiantes no videntes. Se propusieron metodologías educativas inclusivas y el diseño de recursos académicos accesibles. Estuvieron involucrados alumnos del Liceo N°5 de primer año de Bachillerato, la profesora del curso, estudiantes de profesorado y docentes del departamento de Física del CeRP del Norte, Uruguay. Las actividades, centradas en las necesidades de una estudiante ciega, se orientaron hacia el trabajo en equipo y la construcción de maquetas para abordar temáticas relacionadas con electrostática y propiedades de la corriente eléctrica. Se realizaron encuestas a los estudiantes en donde se observó que los recursos utilizados fueron favorables tanto para la estudiante ciega como para los demás compañeros del grupo, promoviendo una mayor comprensión de los temas ya que pudieron manipular las representaciones de contenidos abstractos. También se realizaron entrevistas a profesionales recabando información sobre la importancia del aprendizaje inclusivo.

**Palabras clave:** física inclusiva; no videntes; modelos atómicos; electrostática; corriente eléctrica.

---

<sup>1</sup> Autor principal.

Correspondencia: [anapaulacorrales@hotmail.com](mailto:anapaulacorrales@hotmail.com)

## **Inclusive Physics: grasping electricity**

### **ABSTRACT**

The present work narrates an outreach experience in education carried out in 2022 on the teaching of Physics for visually impaired students. Inclusive educational methodologies were proposed, along with the design of accessible academic resources. Participants included first-year Bachillerato students from Liceo N°5, the course teacher, teacher training students, and faculty members from the Physics department of CeRP del Norte, Uruguay. The activities, centered around the needs of a blind student, were geared towards teamwork and the construction of models to address topics related to electrostatics and properties of electric current. Surveys were conducted with the students, revealing that the resources used were beneficial both for the blind student and for the other peers in the group, promoting a better understanding of the subjects as they could manipulate representations of abstract content. Interviews were also conducted with professionals to gather information about the importance of inclusive learning.

**Keywords:** *inclusive physics; visually impaired; atomic models; electrostatics; electric current.*

*Artículo recibido 10 julio 2023*

*Aceptado para publicación: 10 agosto 2023*

## INTRODUCCIÓN

Este proyecto propuso dar continuidad y apoyo técnico al trabajo que desarrollaron, desde marzo de 2022, las Profesoras de Física Valeria Del Río y Ana Paula Corrales, con una estudiante con deficiencia visual que cursó primer año de Bachillerato en el Liceo N° 5 de la ciudad de Rivera. En ese sentido, se implementaron diversas herramientas educativas para enseñar temas de óptica, algunas resumidas en la Tabla 1, las que fueron adecuadas para la condición de la alumna e incluyeron a todos sus compañeros en la experiencia de aprendizaje.

**Tabla 1.** *Resumen de actividades de enseñanza inclusiva de la Física, desarrolladas entre marzo y abril de 2022, en Primer año de Bachillerato del Liceo N°5 de Rivera.*

Contenidos temáticos	Actividades propuestas hasta abril de 2022
Módulo introductorio: Fotografías de guerra	Uso de la narrativa oral para la descripción de una imagen fotográfica. Los compañeros describieron el contexto en el que se había tomado la fotografía y la imagen plasmada en la misma.
Modelos de la luz	Para explicar la teoría corpuscular, se llevaron pequeñas esferas, de modo que la estudiante pudiera entender que desde ese modelo la luz es entendida en términos de un conjunto de partículas. Para la teoría ondulatoria, se empleó una cuerda y/o un resorte donde se generaron pulsos.
Cuerpos no luminosos	Empleando la máquina de Braille que había en la Institución, se elaboró un esquema con la definición de cuerpos opacos, translúcidos y transparentes. Además, se llevaron materiales con esas características para que la estudiante los tocara.
Reflexión de la luz  Refracción de la luz	Usando una hoja de papel calco, se realizaron representaciones de la reflexión difusa y especular. A partir del tacto y del relieve formado en la hoja, se le explicaron las diferencias entre estas. Se trabajó desde la analogía, utilizando como ejemplo la reflexión del sonido, (explicando que bajo las condiciones necesarias se puede producir el eco). Se adaptó un semicírculo para que la estudiante mediera los ángulos de incidencia y reflexión. Se utilizaron hilos para medir los arcos del semicírculo, además de números impresos en Braille.

Fuente: Imagen propia

Al tener conocimiento de esta actividad, los estudiantes de cuarto año de Profesorado de Física del Ce.R.P. del Norte se propusieron a colaborar para su extensión, acompañados por la Profesora de Didáctica, Isabel Viera, y el Profesor de Electromagnetismo, Washington Meneses.

A través de un relevamiento bibliográfico, se identificaron algunas experiencias de enseñanza de las Ciencias orientadas a estudiantes ciegos en países de Sudamérica. Como el proyecto Tocando la luz (Camargo, 2019) en Colombia, los trabajos de Reynaga (2014) en Argentina y las investigaciones de Lopes (2012) y Mattaheus (2021) en Brasil. En la mayoría de estos trabajos, las actividades se han dedicado a la enseñanza de la Ciencia para niños ciegos, por lo que existe una población de adolescentes cuyo derecho a una educación científica de calidad todavía no se ha contemplado. Justamente, la socióloga María Noel Míguez plantea que los adolescentes con discapacidad tienen muchas dificultades para continuar sus estudios al terminar la escuela (Miguez, 2015).

En el ámbito educativo de nuestro país fue creado, en el año 2006, el Centro de Recursos para alumnos ciegos y con baja visión (CeR). El mismo se encarga de la inclusión de los estudiantes con deficiencia visual en educación media de todo el país, brindando herramientas didáctico-pedagógicas a los docentes, así como materiales adaptados. El CeR pretende facilitar el acceso a la educación de las personas ciegas y con baja visión, en un marco de Inclusión, en Educación Media a través de estrategias e intervención oportuna.

Los problemas a los que se enfocó este proyecto fueron, en primer lugar, la inexistencia de recursos didáctico-pedagógicos accesibles en los Centros educativos de Enseñanza Media para la enseñanza de conceptos de Física para estudiantes con dificultades visuales. Por otro lado, se observa un déficit sustancial en la formación de los Profesores de Física para enfrentar situaciones de aula que incluyan estudiantes con discapacidades.

A partir de este proyecto, se pensaron herramientas alternativas para la enseñanza de la Física desde la inclusión, en este caso, atendiendo al deficiente visual. Para las propuestas planteadas se dejó de pensar en el referencial de la observación y se pasó a referenciales que estimularan otros sentidos.

Los programas de Física de Educación Secundaria recomiendan el uso de metodologías constructivistas para la enseñanza, pero no prevén recursos para una enseñanza inclusiva. La abstracción de algunos conceptos puede ser una limitante para la enseñanza de personas con discapacidad. Para Booth y Aiscow (2011), la educación inclusiva se refiere a un conjunto de procesos que tienen como objetivo eliminar o reducir las barreras que limitan el aprendizaje y la participación de todos los estudiantes.

Desde el Departamento de Física del Centro Regional de Profesores del Norte (CeRP), se consideró

esta experiencia como una oportunidad para aportar ideas y construir espacios de aprendizaje que aportaran en la formación, desde una perspectiva inclusiva y democrática, de los futuros docentes de Enseñanza Media.

Al aplicar los conocimientos adquiridos luego de la formación académica y pensar en actividades concretas, se puede fomentar una mayor maduración y profundización de conocimientos que den cuenta del ejercicio profesional. En este sentido, el presente proyecto partió del trabajo de extensión con noveles docentes donde, desde la propuesta curricular de la disciplina Física, se proyectaron actividades para atender a estudiantes con discapacidad visual. Tema este que, desde el marco normativo, está contemplado en el artículo 8 de la ley de educación 18437, donde se cita que "para el efectivo cumplimiento del derecho a la educación, las propuestas educativas respetarán las capacidades diferentes y las características individuales de los educandos, de forma de alcanzar el pleno desarrollo de sus potencialidades".

Desde una perspectiva contemporánea, nos inclinamos por la extensión educativa que permita la práctica de la enseñanza unida a la investigación, para impactar en la formación de los estudiantes y producir un cambio social (Duarte, 2015). Por lo cual, el objetivo general de este trabajo fue investigar metodologías de enseñanza y proyectar recursos académicos que colaborara para el aprendizaje científico inclusivo de todos los estudiantes de enseñanza media. Para poder cumplir con este propósito, se delinearón algunos objetivos específicos, como:

- Identificar las fortalezas y necesidades de los estudiantes con deficiencia visual para elaborar estrategias pedagógicas que colaboren al aprendizaje de conceptos de electricidad.
- Promover enfoques desde una didáctica sustentada en la investigación-acción, con la participación activa de noveles docentes y estudiantes de cuarto año de profesorado de Física.
- Elaborar recursos didácticos sobre electrostática y electricidad, en el marco del programa de Física de 1er año de Bachillerato Diversificado, atendiendo a las necesidades de los estudiantes con deficiencia visual, colaborando en el aprendizaje de todos los estudiantes.
- Analizar la pertinencia de utilizar la tecnología de impresión 3D, para crear materiales que sean aprovechables en la enseñanza para los diferentes niveles de la educación.

## ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

En todo momento los estudiantes del CeRP estuvieron acompañados por uno de los docentes que conformaron este equipo y se mantuvo constante comunicación con la Profesora Valeria del Río. Se elaboraron cinco recursos o experimentos sobre los temas que se resumen en la Tabla 2. También se realizó una actividad de cierre, donde los estudiantes, trabajando en equipos, elaboraron videos sobre aplicaciones de los temas estudiados. La estudiante ciega participó activamente de esta instancia. Entre las actividades previas al inicio del proyecto, destacamos la realización de una investigación bibliográfica extensa sobre la enseñanza de la Física para adolescentes con deficiencia visual. Además, el equipo se contactó con el CeR, para solicitar acompañamiento y recomendaciones para el adecuado desarrollo de la propuesta.

**Tabla 2.** Recursos construidos para la implementación del proyecto.

Temas	Descripción de recursos
Modelos atómicos	Texto con el desarrollo histórico de los modelos atómicos seleccionados y su traducción a Braille.
	Maquetas sobre los siguientes modelos atómicos: Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr y Schrodinger-Heisenberg. Se utilizó espuma-plast (planas y esféricas), plastilina y arena para presentar los modelos visualmente y a través del tacto.
Propiedades de las cargas eléctricas: simetría	Dispositivo mecánico (utilizado como analogía), con plastilina y elásticos para demostrar las interacciones entre cargas de igual y diferente signos.
Ley de Coulomb	Dos maquetas de espuma-plast (planas y esféricas) y cartulina, donde se analizaron los casos de distancia constante y de carga constante. Se insistió en la representación vectorial.
Efectos de la corriente eléctrica	Efecto Oersted: pila D, cables, péndulo (imán e hilo). Efecto Joule: pila D, cables, resistor 5 W (anti-insect eléctrico).
Actividad de cierre	Construcción de un recurso audiovisual.

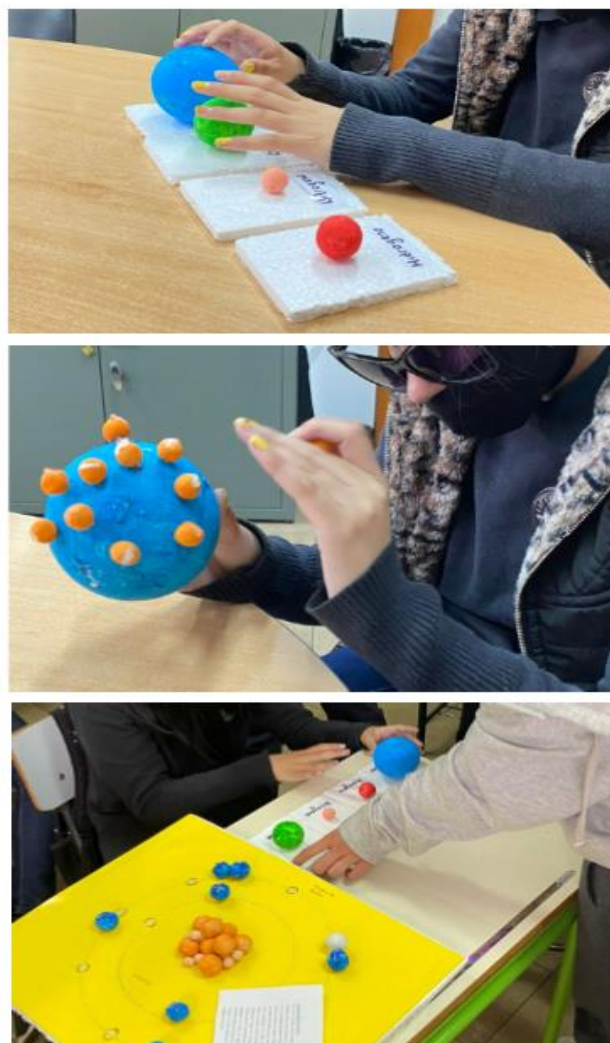
Fuente: Imagen propia

### Actividad N°1: Modelos atómicos

En esta primera actividad, se utilizaron textos breves con informaciones teóricas de los principales modelos atómicos. Para la estudiante con deficiencia visual, el texto fue traducido a Braille por el CeR.

Los estudiantes se distribuyeron en equipos y a cada subgrupo se le atribuyó el estudio de un único modelo, el cual debería ser representado en una maqueta y explicado a los demás compañeros del grupo. Para esto, se prepararon materiales de apoyo didáctico, como esferas de espuma plast de distintos tamaños y formas, palitos, plastilina, etc, que fueron distribuidos en bandejas a cada equipo, con la finalidad de que los estudiantes armaran el diseño del modelo que les correspondía, luego de haber leído el texto con la descripción. Por último, los equipos pasaron al frente para realizar la presentación, respetando el orden cronológico de los modelos y realizando un recorrido histórico. La estudiante no vidente manipuló todas las maquetas con la colaboración de sus compañeros, como se muestra en la Figura 1. Cabe destacar que se discutió la evolución de la Ciencia y su dinamismo acompañada de los avances tecnológicos.

**Figura 1.** Trabajo en equipo con la manipulación de los recursos creados con material de papelería.



Fuente: Imagen propia

## Actividad N°2: Propiedades de las cargas eléctricas y Ley de Coulomb

Para trabajar la propiedad de simetría de las cargas eléctricas se utilizó por analogía un dispositivo mecánico, en donde se pudo observar la atracción y repulsión según el signo de las cargas, como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2.**

*Dispositivo mecánico como analogía de la fuerza de interacción eléctrica.*



Fuente: Imagen propia

Además, en esta segunda actividad se utilizaron maquetas para analizar la relación entre las magnitudes involucradas en el módulo de la Fuerza eléctrica. Primeramente se utilizó una maqueta en donde la distancia se mantuvo constante y se varió el valor de las cargas eléctricas. Mientras leían la guía para la actividad, los estudiantes pasaban al frente y colocaban los vectores de Fuerza eléctrica ( $\mathbf{F}_e$ ), con la orientación de la docente, realizando la discusión conceptual correspondiente. En un segundo momento se repitió el procedimiento pero manteniendo constante los valores de cargas eléctricas y se variaron los valores de distancia.

A continuación, en la Figura 3 se presenta la guía utilizada en la actividad y en la Figura 4 se expone una fotografía de las maquetas utilizadas.



### Figura 3.

Guía para analizar las propiedades de las cargas eléctricas y la Ley de Coulomb

**Reglas importantes a recordar:**

- Hay dos tipos de cargas eléctricas, positivas y negativas.
- Las cargas del mismo signo se repelen entre sí.
- Las cargas de diferente signo se atraen entre sí.
- La fuerza eléctrica cumple con el principio de acción y reacción.
- La fuerza eléctrica es proporcional al producto de las cargas.
- La fuerza eléctrica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre las cargas.

Mantener la distancia entre cargas constante

Primera parte:

1. Colocar una carga positiva y otra negativa separadas aproximadamente 20 cm en la primera fila 1. ¿Qué tipo de interacción eléctrica hay entre las cargas, atracción o repulsión? Coloque los vectores fuerza en cada una de las cargas.
2. En la fila 2, coloque dos cargas positivas en la posición cero y una negativa a unos 20 cm. Coloque los vectores fuerza en cada carga para este caso.
3. En la fila 3, coloque tres cargas positivas en la posición cero y otra positiva a unos 20 cm. Coloque el vector fuerza sobre cada carga. ¿Qué tipo de interacción eléctrica hay ahora?

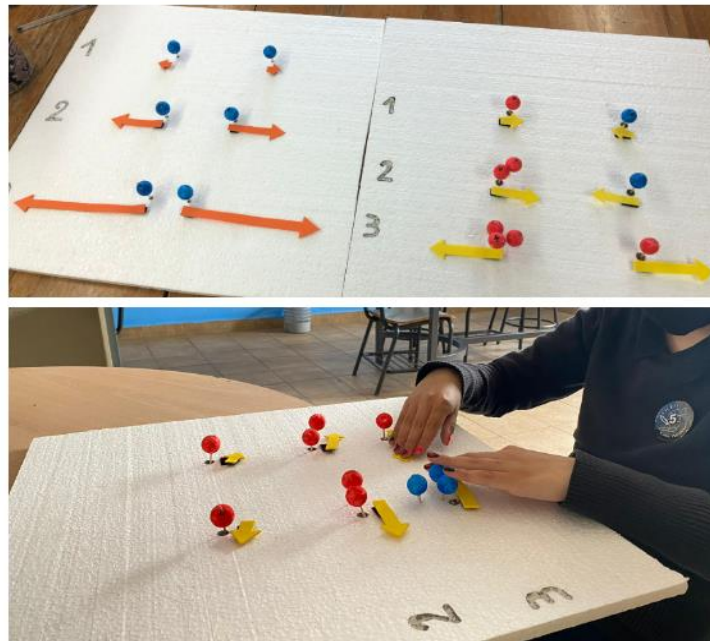
Mantener el valor de las cargas constante y cambiar las distancias.

Segunda parte:

1. En la primera fila, coloque dos cargas negativas, una en la posición cero y otra a 15 cm. Coloque los vectores de fuerza sobre cada carga.
2. En la segunda fila, coloque las cargas negativas separadas 10 cm entre sí. Coloque los vectores de fuerza sobre cada carga.
3. En la tercera fila, coloque las cargas negativas separadas 5 cm entre sí. Coloque los vectores de fuerza sobre cada carga.

Fuente: Imagen propia

**Figura 4.** Maquetas para analizar la relación matemática de la Ley de Coulomb

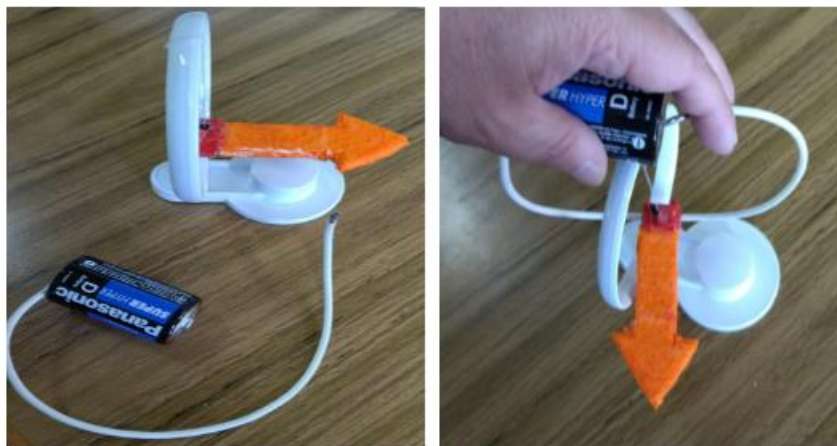


Fuente: Imagen propia

### **Actividad N°3: Efectos de la corriente eléctrica**

En esta intervención se pensaron actividades experimentales que además de observables, pudieran ser tangibles y que con el tacto se pudieran “sentir” los efectos de la corriente eléctrica de manera segura y sin ningún tipo de riesgo. De esta forma se armaron dispositivos sencillos para el efecto Oersted (o magnético) y para el efecto Joule (o térmico), como se muestran en las Figuras 5 y 6 respectivamente. La docente Valeria del Río también trabajó el efecto Químico y sus aplicaciones, aunque no se realizó una actividad experimental del mismo.

**Figura 5.** Dispositivo para analizar el efecto Oersted



Fuente: Imagen propia

**Figura 6.** *Dispositivo para analizar el efecto Joule*



Fuente: Imagen propia

### **Actividad de cierre**

Como actividad de cierre se les propuso a los estudiantes formar grupos de cuatro integrantes (los cuales fueron conformados por afinidad). La consigna consistió en realizar un video donde se respondiera alguna de las siguientes interrogantes:

- ¿Por qué cuando se aleja o se acerca una ambulancia percibimos que cambia el sonido de la sirena?
- ¿De qué manera los delfines y murciélagos logran orientarse y cómo se relaciona esto con el funcionamiento de un radar?
- ¿Cuál es la función de un pararrayos?
- ¿Por qué el pez Anguila puede realizar descargas eléctricas?
- ¿Cómo se obtiene agua caliente a través de duchas y jarras eléctricas?
- ¿Por qué la aguja de la brújula se orienta hacia el polo Norte geográfico?
- ¿Cómo funcionan los trenes Maglev y por qué pueden alcanzar velocidades mayores a 600 km/h?

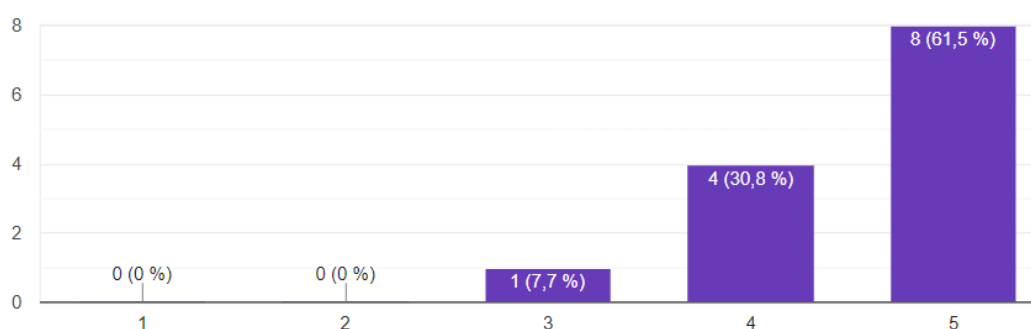
El grupo de la estudiante ciega se enfocó en explicar el funcionamiento de las jarras eléctricas y las duchas. Se propuso que la actividad fuera la creación de un recurso audiovisual ya que le permitiría a la estudiante desarrollar y/o fortalecer competencias relacionadas a la creatividad, a la comunicación oral, y al trabajo colaborativo, entre otros.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Encuesta relacionada a la intervención N°1: Modelos atómicos

- Todos los estudiantes consideran que la evolución en los modelos atómicos a lo largo de la historia, es un claro ejemplo de que la ciencia evoluciona permanentemente, buscando respuestas a los fenómenos en la naturaleza.
- En términos generales, los estudiantes no presentaron dificultades para identificar y describir los distintos modelos. Los porcentajes de aciertos estuvieron comprendidos entre el 85% y 100%. Se observa que en el modelo de Thomson todos respondieron correctamente. Posiblemente, esto se deba a la analogía del “puddín de pasas” lo que permite un símil concreto y cotidiano, de algo abstracto.
- De los 13 estudiantes, solamente 2 presentaron dificultad al ordenar los modelos de forma cronológica.
- En una escala del 1 al 5, siendo 1 “nada” y 5 “muchísimo”, los estudiantes respondieron en qué grado el uso de las maquetas propició una mejor comprensión de los modelos atómicos. Cerca del 93% de los estudiantes consideró que fue favorable en “mucho” y “muchísimo”, como se ilustra en la Figura 7.

**Figura 7.** Valoración de los estudiantes sobre cuánto propició el uso de las maquetas en la comprensión del tema.



Fuente: Imagen propia

- En cuanto a los beneficios de utilizar estos recursos en el aula, el 100% de los estudiantes expresó que su uso, propició una mayor y mejor comprensión del tema, ya que pudieron visualizar y/o tocar la representación de un contenido abstracto. Se destacan frases como: “se entiende más el tema

visualizando el material”, pudimos “verlo de otra forma que no sea en una imagen” y pudimos “palpar la maqueta”. Los mismos permiten “una representación más simple e interactiva” pudiendo “dimensionar las partes de un átomo”, y a su vez, “manipular el elemento físicamente, para así contemplarlo tal y como es”.

- Las palabras “ver”, “visualizar”, “manipular” y “palpar”, se repitieron en la mayoría de las expresiones, por lo cual se entiende que este recurso fue favorable tanto para los alumnos videntes, como para la estudiante con discapacidad visual.
- Cuando consultados si el trabajo en equipo favoreció el aprendizaje, la enorme mayoría consideró que sí. Al justificar sus respuestas dijeron que promovió instancias de intercambio, participación y cooperación. Fomentó la tolerancia y el respeto hacia las distintas opiniones. ***Algunos de los comentarios fueron:***

-“porque en equipo todos pueden mostrar su opinión y compartirla con los demás, aprendiendo uno del otro”,

-”porque todos tienen opiniones diferentes y juntos llegan a un mejor razonamiento”

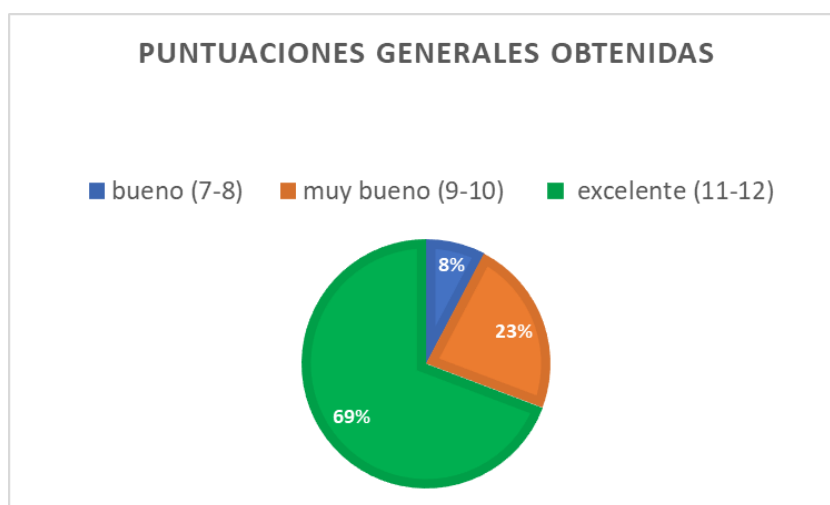
-“todos aprendemos y todos ayudan con información”,

-“podemos oír las distintas opiniones” y “podemos discutir entre nosotros”.

-“mientras más personas piensen hay una probabilidad menor de fallar”

-“el compartir y el entender por nuestra propia cuenta nos deja un aprendizaje más marcado”.

**Figura 8.** Calificaciones generales de la encuesta



Fuente: Imagen propia

## **Encuesta realacionada a la intervención N°2: Propiedades de las cargas eléctricas y Ley de Coulomb**

La docente del grupo realizó una serie de actividades de aplicación para analizar el grado de comprensión matemático-conceptual del tema:

En cuanto a los tipos de interacción eléctrica, se percibió que la estudiante no vidente logró identificar que existe fuerza eléctrica de repulsión cuando las cargas tienen signos iguales y fuerza eléctrica de atracción cuando poseen signos diferentes.

-La estudiante no vidente también demostró entender la relación entre el módulo de la fuerza eléctrica y la distancia (manteniendo constante el valor de las cargas), pues entiende que si se reduce la distancia aumenta el módulo de la fuerza.

Los demás estudiantes no presentaron dificultades al trabajar con la maqueta, y discutir las relaciones de proporcionalidad directa e inversa entre las magnitudes involucradas, incluso realizaron un repartido con ejercicios, en donde la docente expresó que hubo un buen desempeño.

## **Encuesta realacionada a la intervención N°3: Efectos de la corriente eléctrica**

El 85% de los estudiantes reconoce que la orientación natural de un imán colgado, o una aguja imantada es el Norte geográfico del Planeta Tierra.

El 100% de los alumnos, identifica el efecto Joule, los principios físicos que lo rigen, y sus aplicaciones en la vida cotidiana, como por ejemplo, en duchas y jarras eléctricas.

Aproximadamente el 85% de los estudiantes logra identificar los demás efectos (Oersted y químico), y sus aplicaciones.

## **CONCLUSIONES**

Mediante las distintas implementaciones en el aula, se pudo observar que todas las intervenciones fueron favorables para promover aprendizajes más significativos desde metodologías activas y participativas, tanto para la estudiante no vidente, como para los demás compañeros. El trabajo en equipo contribuyó al intercambio de ideas para la toma de decisiones. Fomentó el respeto, la tolerancia, la oralidad, la colaboración y el trabajo cooperativo. El uso de las maquetas propició una mejor comprensión de conceptos abstractos; como las nociones de partículas eléctricas, representaciones de modelos atómicos, relaciones matemáticas entre magnitudes e incluso permitió discutir temas de

seguridad respecto a corriente eléctrica.

También se destaca la preocupación por la enorme carencia que poseen las Instituciones educativas de Enseñanza Media en cuanto a recursos educativos para enseñar Ciencias a estudiantes ciegos y de baja visión, además de la escasa formación docente que poseen los estudiantes de Profesorado en la enseñanza y el aprendizajes para la inclusión.

### **Impactos y perspectivas futuras**

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), casi 120 mil uruguayos presentan discapacidad visual. Si consideramos, siguiendo la tendencia de la pirámide social de nuestro país, que el 4% de ese grupo es de adolescentes en edad de cursar la enseñanza media, nos estamos refiriendo a cerca de 5000 jóvenes. Este trabajo se orientó a proporcionar algunas herramientas que colaboren a que varios de esos alumnos puedan disfrutar del conocimiento científico que es tan relevante para el desarrollo de cualquier nación. Uno de los impactos se puede imaginar en la divulgación de los recursos desarrollados a través de las redes sociales. También se espera una aproximación de las familias a los centros educativos para validar las actividades realizadas y reconocer los logros de los estudiantes con discapacidades.

Desde lo profesional, se trató de identificar, y quizás divulgar, maneras de enseñar y aprender la Física que partan de una pedagogía democrática e inclusiva, donde la evaluación sea más personal y humana. Consideramos que, en una futura etapa de extensión, se pueda replicar la experiencia con impresiones 3D de los prototipos y otras mejoras que se consideren necesarias.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Booth, T., & Ainscow, M. (2011). *Índex para la inclusión. Guía para la evaluación y mejora de la educación inclusiva*. Madrid: Consorcio Universitario para la Educación Inclusiva.  
Disponible en: [http://www.cepcampgib.org/noveles/files/anexos/Index\\_for\\_inclusion.pdf](http://www.cepcampgib.org/noveles/files/anexos/Index_for_inclusion.pdf)
- Braille Uruguay, Fundación (2022). *Acerca de la ceguera*. Disponible en <https://www.fbu.edu.uy/acerca-de-la-ceguera/>
- Camargo, J. (2019). *Tocando la luz. La física desde otra visión*. Revista Ruta Maestra, ed.27. Santillana, Colombia. Disponible en: <https://rutamaestra.santillana.com.co/wp->

[content/uploads/2019/11/Jos%C3%A9-Luis-Camargo-P%C3%A9rez-Ruta-Maestra-Ed27.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-desarrollo-social/node/8851).

CER-Centro de recursos para alumnos ciegos y con baja visión. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-desarrollo-social/node/8851> y en

<https://www.cercentroderecursos.com/>

Cuevas, E. (2007). ¿Cómo aprenden física los invidentes?. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/GDLA/article/view/5313>

Duarte, L. (2015). La gestión de extensión universitaria: una nueva sinergia entre los tres pilares de la educación superior. Invenio, vol. 18, núm. 34, junio, 2015, pp. 9-22. Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Rosario, Argentina. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/877/87739279002.pdf>

Matthaeus, A. (2021). Ensino de astronomía para deficientes visuais. Research, Society and Development, v. 10, n. 7, e44310714604.

Miguez, M.N. (2015). Discapacidad, una traba para avanzar en Secundaria. Entrevista para el Blog Ciencia180. Disponible en [https://www.180.com.uy/articulo/55399\\_las-dificultades-para-estudiar-de-los-discapacitados-en-uruguay](https://www.180.com.uy/articulo/55399_las-dificultades-para-estudiar-de-los-discapacitados-en-uruguay)

Lopes Costa, J. (2012). Ensino de física para deficientes visuais: Disponible en: [://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viii/enpec/resumos/R0086-2.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viii/enpec/resumos/R0086-2.pdf)

Reynaga, C. (2014). Experiencias educativas en la enseñanza de las ciencias experimentales a niños y jóvenes con discapacidad visual. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires.