

---

## ENSEÑANZA SIGNIFICATIVA DE FÍSICA EN LAS ZONAS RURALES CERCA DE LA FRONTERA COLOMBO-VENEZOLANA: EXPERIENCIAS TRANSFORMADORAS

Juan Carlos Delgado Sanabria  
d.juancarlos.delgadosanabria@santander.edu.co  
**ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-5213-0857>

Recibido: 12/10/2023

Aprobado: 02/12/2023

### RESUMEN

La enseñanza de la física, tanto en entornos urbanos como rurales, enfrenta desafíos significativos en la comprensión de diversos contenidos. Ya sea la motivación, el manejo de variables matemáticas o los conceptos fundamentales, estos desafíos se intensifican particularmente en zonas rurales. Por esta razón, se plantea como propósito fortalecer las competencias matemáticas vinculadas a los fenómenos físicos a través de la construcción de prototipos. La experiencia se desarrolló mediante un estudio de campo de naturaleza descriptiva, bajo el enfoque cualitativo. Este enfoque permitió la exploración detallada de los intereses y dificultades de los estudiantes de último año de media vocacional del sistema educativo colombiano. Como estrategia para superar dichas dificultades, se implementó la elaboración de prototipos, como, por ejemplo, los destiladores solares. Estos prototipos proporcionaron una visión práctica y tangible de la aplicación de principios físicos y matemáticos, tanto en su construcción como en su funcionamiento. Además, se fomentó el aprendizaje cooperativo, destacando la participación de estudiantes con una comprensión sólida de la materia, así como la inclusión de estudiantes provenientes de Venezuela. Este enfoque permitió no solo abordar las dificultades específicas, sino también destacar la diversidad y riqueza del aprendizaje en este contexto educativo.

**Palabras clave:** Enseñanza, física, prototipos.

---

## MEANINGFUL TEACHING OF PHYSICS IN RURAL AREAS NEAR THE COLOMBO-VNEZOLANA BORDER: TRANSFORMATIVE EXPERIENCES"

### ABSTRAC

The teaching of physics, both in urban and rural environments, faces significant challenges in understanding various contents. Whether it is motivation, the handling of mathematical variables, or fundamental concepts, these challenges are particularly intensified in rural areas. For this reason, the purpose is to strengthen mathematical competencies linked to physical phenomena through the construction of prototypes. The experience was developed through a descriptive field study, under a qualitative approach. This approach made possible the detailed exploration of the interests and difficulties of last-year vocational high school students in the Colombian educational system. As a strategy to overcome these difficulties, the development of prototypes was implemented, such as solar stills. These prototypes provided a practical and tangible vision of the application of physical and mathematical principles, both in their construction and operation. In addition, cooperative learning was encouraged, highlighting the participation of students with a solid understanding of the subject, as well as the inclusion of students from Venezuela. This approach allowed not only to address specific difficulties but also to highlight the diversity and richness of learning in this educational context.

**Keywords:** Teaching, physics, prototypes.

---

## INTRODUCCIÓN

En el contexto del corregimiento de Berlín, ubicado en el municipio de Tona, departamento de Santander, se desarrolla un estudio sobre la labor docente de ciencias naturales física en un entorno rural específico. Los pobladores de este lugar, se sustentan principalmente en la agricultura, con el cultivo y venta de cebolla larga y la papa como sus principales actividades económicas. Además, la comunidad rural ve un flujo constante de familias provenientes de Venezuela en busca de mejores oportunidades para sus hijos, lo que añade una capa adicional de diversidad cultural al entorno educativo.

Por lo tanto, los estudiantes de grado once, enfrentan desafíos significativos en su aprendizaje, particularmente en las áreas de matemáticas y física. A través de un cuestionario detallado, se exploraron sus experiencias, intereses y dificultades en relación con la asignatura de física y las actividades extracurriculares. A partir de estos datos, se delinearán estrategias educativas innovadoras que buscan abordar las dificultades identificadas y mejorar el aprendizaje de los estudiantes en el campo de la física.

Esta reseña se enfoca en la implementación de prototipos, los cuales, para Duarte et al.(2007), estos desarrollan “su creatividad, curiosidad y motivación hacia los conceptos científicos involucrados y sus respectivas aplicaciones” y además “induce al estudiante a practicar el método científico, y permite definir variables, manipularlas, medirlas, tabular sus valores, graficarlas e interpretarlas”(p.82), es por este motivo que se proponen el destilador solar, el calentador solar y el invernadero para cultivo hidropónico, como estrategia para mejorar las habilidades de pensamiento variacional y manejo de sistemas algebraicos y analíticos que se utilizan en la comprensión de la física. Estos proyectos no solo están alineados con los estándares educativos del Ministerio de Educación de Colombia, sino que también ofrecen una conexión directa entre los conceptos teóricos aprendidos en el aula y situaciones de la vida real. Además, como concluye López et al. (2018), los “resultados también se vieron reflejados en un mejor rendimiento académico y mayor motivación y mejor actitud hacia la materia” en consecuencia se espera

---

una mejora en la motivación del estudiante rural y por ende un incremento en los resultados de las evaluaciones e igualmente fomentar un ambiente de aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes trabajan juntos para superar desafíos y aplicar la teoría en la práctica.

Asimismo, se analiza el proceso de construcción de estos prototipos, destacando cómo los estudiantes, al interactuar directamente con fenómenos físicos como la luz y la temperatura, establecen conexiones significativas con los conceptos teóricos. Además, se exploran las dinámicas de colaboración en el aula, especialmente en el contexto de la diversidad cultural presente en la comunidad educativa.

Finalmente, este estudio no solo ofrece una visión de la implementación de estrategias pedagógicas innovadoras en un entorno rural específico, sino que también proporciona aportes valiosos sobre la importancia de la aplicación práctica de la física, la valoración de la diversidad cultural y la colaboración entre estudiantes para promover un aprendizaje significativo y cooperativo en el campo de las ciencias naturales.

### **El contexto**

La presente reseña aborda la labor docente de ciencias naturales física en el entorno rural del corregimiento de Berlín de Berlín, ubicado en el municipio de Tona, en el departamento de Santander, este alberga a una población mayor de 5000 habitantes. Su economía se fundamenta en el cultivo y la venta de cebolla larga y de la papa, lo que lleva a la mayoría de los padres de familia a dedicarse a actividades agrícolas y al comercio de sus productos. Además, se observa un flujo de familiares provenientes del país vecino, Venezuela, que regresan en búsqueda de mejores oportunidades para sus hijos.

Por otra parte, los estudiantes objeto de estudio pertenecen al grado once, conformado jóvenes con edades que oscilan entre los 15 y 17 años. En su tiempo libre, una parte significativa de estos estudiantes se dedica a la actividad física, como caminar, jugar al fútbol o microfútbol. En términos socioeconómicos, se ubican en un nivel medio, mientras que su desempeño académico tiende a ser básico, con una proporción muy baja de

---

estudiantes en niveles más avanzados. Específicamente, presentan dificultades en el manejo de expresiones algebraicas y en el razonamiento matemático, lo que sugiere la necesidad de un mayor apoyo en estas áreas.

Por esta razón, a través de la implementación de un cuestionario que exploró los gustos y disgustos de los estudiantes con respecto a la asignatura de física y sus actividades extracurriculares, se buscó establecer sus experiencias e intereses. A continuación, se destacan algunos aspectos clave que surgieron de esta encuesta. En su mayoría, los estudiantes participan en actividades físicas, como caminar o jugar al fútbol o microfútbol, y también tienden a involucrarse en actividades que requieren el uso de dispositivos tecnológicos, como teléfonos celulares y televisión. Además, la encuesta reveló que los estudiantes tienen una inclinación hacia la materia de Matemáticas, a la que valoran por su aplicabilidad, mientras que su materia menos preferida es lengua castellana debido a la cantidad y extensión de las tareas asignadas.

Asimismo, en cuanto a la asignatura de Física, los estudiantes expresaron una apreciación positiva por la forma en que el docente explica los conceptos. Además, les atrae la relevancia práctica y cotidiana de la Física. Sin embargo, señalaron que su mayor desafío radica en el manejo de las expresiones matemáticas presentes en las ecuaciones que gobiernan los fenómenos físicos, expresando en sus propias palabras que "no entienden" este aspecto.

En resumen, a pesar de que las Matemáticas son la materia favorita entre los estudiantes, la principal dificultad que enfrentan se encuentra en el dominio de las variables físicas y las ecuaciones relacionadas con los fenómenos físicos. No obstante, se destaca un genuino interés por la aplicabilidad y la relevancia cotidiana de la materia de Física.

---

## Experiencias transformadoras

Entonces según Gutiérrez (2016) las principales dificultades de los estudiantes, radican en que memorizan definiciones y repiten algoritmos en lugar de razonar lo que se estudia; igualmente, Gutiérrez expresa que el “proceso de indagación en ciencias incluye observar detenidamente la situación, formular preguntas, recurrir a libros u otras fuentes de información, hacer predicciones, plantear experimentos, identificar variables, realizar mediciones, además de organizar y analizar resultados” Por tanto, para avanzar en la comprensión de la Física y, como consecuencia, mejorar los resultados en las pruebas, es esencial fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento variacional y la competencia en el manejo de sistemas algebraicos y analíticos.

Por consiguiente, la creación de prototipos que involucren fenómenos físicos se presenta como una estrategia efectiva. Los estudiantes de grado once, quienes demuestran una gran disposición para el trabajo colaborativo, pueden aplicar de manera significativa los conceptos teóricos para abordar un problema crítico en su entorno escolar. Es por esto que, como estrategia para abordar las deficiencias presentadas por los estudiantes, se decide implementar experiencias significativas de construcción de una serie de prototipos como un destilador solar, un calentador solar y la construcción de un invernadero para cultivo hidropónico.

Por esta razón, como sustento de estas experiencias tenemos según lo enuncia Ausubel (2002) el cual plantea que:

---

...el aprendizaje significativo basado en la recepción supone principalmente la adquisición de nuevos significados a partir del material de aprendizaje presentado. Requiere de tanto de una actitud de aprendizaje significativa como la presentación al estudiante de un material potencialmente significativo. A su vez, esta última condición supone 1) que el propio material de aprendizaje se pueda relacionar de una manera no arbitraria (...) y no literal con cualquier estructura cognitiva apropiada y pertinente (...) y 2) que la estructura cognitiva de la persona concreta que aprende contenga ideas de anclaje pertinentes con las que el nuevo material se pueda relacionar. (p.20)

En consecuencia, el material potencialmente significativo se centra en la construcción y el funcionamiento del prototipo. En términos de la relación no arbitraria con la estructura cognitiva, se busca establecer vínculos con los conceptos fundamentales de la naturaleza de la luz, abordándola como onda. Las ideas de anclaje pertinentes estarán vinculadas a la experiencia previa del estudiante en la interacción con la luz solar, incluyendo posibles efectos como quemaduras, aumento de la temperatura, irritación ocular, entre otros posibles efectos.

Del mismo modo Jolibert (como se citó en Rincón, 2012) define la pedagogía por proyectos así:

...es una de las estrategias para la formación de personas que apunta a la eficiencia y eficacia de los aprendizajes y a la vivencia de valores democráticos, a través de un trabajo cooperativo, de co-elaboración del plan, de co-realización, de co-teorización que debe involucrar a todos los actores: maestros-alumnos.

Por esta razón, al abordar la elaboración de prototipos funcionales, podemos contemplar la creación colaborativa de estos en un entorno educativo. En vez de que un único estudiante o profesor diseñe y construya el prototipo, se promovería el trabajo cooperativo. Tanto el maestro como los alumnos participarían en la co-elaboración del plan, intercambiando ideas y proponiendo soluciones. La co-realización implicaría la contribución activa de todos en la construcción del prototipo, compartiendo tareas y

---

responsabilidades según sus habilidades y conocimientos. Finalmente, la co-teorización se centraría en la participación tanto del maestro como los alumnos en la generación de teorías o conceptos subyacentes a la construcción y funcionamiento del prototipo. En este escenario, todos los actores, tanto maestro como alumnos, estarían involucrados en cada fase del proceso de elaboración del prototipo.

Por último, Johnson et al.(1994) definen el aprendizaje cooperativo como un “empleo didáctico de grupos reducidos en los que los alumnos trabajan juntos para maximizar su propio aprendizaje y el de los demás” en consecuencia también estos proyectos propician un trabajo cooperativo en donde los jóvenes con mayor comprensión del tema, explican y motivan a sus compañeros que tienen dificultades en la materia, del mismo modo estos logran una marcada interacción entre profesor y el estudiante ya que surgen preguntas y dudas durante la creación de los prototipos.

De igual forma, el ministerio de educación nacional de Colombia establece los estándares básicos en ciencias naturales (2004) los cuales “buscan que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas” e igualmente como se establece en los lineamientos curriculares de ciencias naturales “la realidad es una representación de lo real mediante un modelo “. Por lo tanto, cuando se realiza o construye un prototipo el estudiante se acerca mucho más a la realidad, en nuestro caso a la realidad física permitiendo relacionar la formulación matemática con sus vivencias de su contexto, llegando entonces a un aprendizaje significativo.

Asimismo, los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) en Ciencias Naturales, se enfoca en la comprensión de la naturaleza y propagación de la luz, que es un componente fundamental en los modelos del destilador, el secador y el invernadero.

Por lo tanto, se busca despertar el interés de los estudiantes por comprender la teoría relacionada con este fenómeno. Al mismo tiempo, se espera que los adolescentes

logren aplicar las ecuaciones asociadas a esta manifestación natural. Las figuras 1 y 2 presentan ejemplos de los modelos desarrollados en el contexto de la asignatura de Ciencias Naturales - Física, y cómo esta materia se integra con el área de Matemáticas, abordado desde los presaberes y la teoría que se quiere impartir.

### Figura 1.

Destiladores y calentadores solares



Nota: Delgado, 2023

**Figura 2.**

Invernadero y cultivo hidropónico



**Nota: Delgado, 2023**

En primer lugar, el destilador solar de agua es un dispositivo, el cual utiliza la radiación solar como fuente de calentamiento produciendo vapor, este aparato cuenta con un sistema de enfriamiento provocando la condensación para dar como resultado agua potable, de este mismo modo el calentador y el invernadero utilizan la radiación como fuente de calentamiento o para mantener unas determinadas condiciones de temperatura y humedad. En este orden de ideas los conocimientos previos están relacionados con la diferencia entre calor y temperatura, los mecanismos de transferencia de energía en forma de calor, también un conocimiento de las fases de la materia y la primera ley de la

---

termodinámica. Y como nuevo conocimiento están las ondas, su clasificación y fenómenos, hasta explicar la naturaleza de la luz.

Por otra parte, estas experiencias se realizaron en diferentes años, los destiladores y calentadores se llevaron a cabo con los estudiantes anteriormente descritos y el invernadero con los jóvenes que se promovieron al año siguiente del grado decimo.

Como estrategia para la elaboración de los primeros prototipos se trabajó en grupos de tres participantes con la idea de abordar la solución de la problemática del agua potable ya que en los baños de la institución se utiliza agua para riego no tratada. Para dar solución a esta problemática se le pide al grupo que indaguen como dar solución a dicha situación problema. Luego de llegar a un consenso de que dispositivo es el que mayor viabilidad tiene para su construcción en el contexto rural se aprueba su elaboración, por tanto, cada grupo para presentar su modelo debe dar un sustento teórico del funcionamiento desde la rama de la física.

Realizada esta experiencia se procede a indagar cual es el principio físico con mayor relevancia en el funcionamiento del prototipo, para propiciar el estudio de la naturaleza de la luz, su clasificación y el fenómeno de reflexión dentro de las de las ondas. en contra parte en el área de matemáticas se relacionó con las ecuaciones de secciones cónicas, entre ellas la ecuación de la parábola, realizando la construcción en forma manual de una y llevando a la práctica que, si la parábola fuera una superficie reflejante el foco sería el concentrador de todos los rayos de luz, por ese motivo, la mayoría de los destiladores solares poseen paneles en forma parabólica.

De manera semejante, con esta misma iniciativa se trabaja el invernadero para el cultivo hidropónico partiendo de la problemática del uso racional del suelo y el agua en la zona de paramos, por este motivo se construye y se pone en funcionamiento un cultivo hidropónico de cebolla larga, con el cual se indaga porque se da el fenómeno de invernadero, el cual es provocado por la retención por parte del plástico de los rayos solares

---

reflejados por el suelo, introduciendo nuevamente al estudiante al estudio de la naturaleza de la luz y su explicación como onda, por el contrario en el área de matemáticas se trabaja en la medición del crecimiento del cultivo y su proyección en el tiempo, relacionando esto con la cantidad de fertilizante suministrado y el flujo volumétrico en el riego.

### **Evaluación**

Finalmente, en el proceso de heteroevaluación del grupo, se ha observado una leve mejoría en los resultados numéricos en comparación con los periodos académicos anteriores. Esto ha sido evidencia de una gran disposición y motivación por parte de los estudiantes en la realización de los proyectos. Aquellos que habitualmente obtienen calificaciones aceptables muestran un alto grado de interés y compromiso en su trabajo.

Sin embargo, es importante destacar que algunos estudiantes con un historial de bajo rendimiento continúan mostrando un interés limitado y una motivación reducida, a pesar de los esfuerzos para fomentar el trabajo cooperativo. En ocasiones, incluso con la orientación del docente y las explicaciones proporcionadas por sus compañeros, estos estudiantes aún encuentran dificultades para avanzar.

También se ha notado un interés marcado por la ciencia entre los estudiantes que provienen de Venezuela. Esto podría deberse a su deseo de sobresalir y ser aceptados en su nuevo entorno, lo que ha influido en su mayor participación y compromiso en las actividades relacionadas con la materia.

Al analizar los resultados de la autoevaluación y coevaluación, es notable que los estudiantes valoran en gran medida tanto su propio esfuerzo como el de sus compañeros. Esta valoración se basa en el esmero dedicado a la construcción estética y la fundamentación teórica de los fenómenos estudiados. En conjunto, estos hallazgos nos brindan una visión más completa de la dinámica de aprendizaje en el aula y resaltan la importancia de la motivación, el apoyo mutuo y la valoración del esfuerzo en el proceso educativo.

## CONCLUSIONES

En conclusión, en cuanto a la Conexión Significativa con el conocimiento, al analizar la construcción de prototipos en relación con el fenómeno de la luz, se observa que cuando los estudiantes comprenden y experimentan activamente con este fenómeno, establecen conexiones profundas con el nuevo conocimiento. Esta interacción directa con la teoría les otorga un entendimiento más rico y significativo. Además, los proyectos fomentan la colaboración entre los estudiantes, especialmente entre aquellos que tienen una comprensión sólida del tema y sus compañeros que enfrentan dificultades, generando un ambiente de aprendizaje cooperativo.

También en la aplicación práctica de los estándares educativos, el Ministerio de Educación de Colombia enfatiza el desarrollo de habilidades científicas y actitudes a través de la exploración y resolución de problemas. Los prototipos creados se alinean perfectamente con estos estándares al enfrentar problemas del mundo real, como la escasez de agua potable y el uso eficiente de recursos en áreas de páramo. La aplicación práctica de la física y las matemáticas en la construcción de estos dispositivos refleja una conexión directa entre el aula y la vida cotidiana, promoviendo así un aprendizaje significativo y contextualizado.

Igualmente, en la diversidad cultural y colaboración, se destaca la diversidad cultural en el aula, especialmente con estudiantes provenientes de Venezuela, quienes demuestran un interés notable en las actividades científicas. Este entusiasmo puede deberse a su deseo de integrarse y sobresalir en su nuevo entorno. La colaboración entre los estudiantes se convierte en una herramienta esencial para superar desafíos académicos. Sin embargo, es crucial abordar las dificultades persistentes de algunos estudiantes a pesar de la

---

orientación docente y el apoyo entre compañeros, lo que puede requerir estrategias adicionales para mejorar su participación y comprensión.

Por último, en relación a las implicaciones pedagógicas se destaca la necesidad de adaptar la enseñanza al contexto, especialmente en entornos rurales con características económicas y culturales específicas. Igual mente se plantearon estrategias innovadoras, como la implementación de prototipos (destilador solar, calentador solar, invernadero para cultivo hidropónico), para mejorar la comprensión de la física, conectando los conceptos teóricos con situaciones de la vida real lo cual enfoca el aprendizaje hacia habilidades clave, como el pensamiento variacional y el manejo de sistemas algebraicos y analíticos lo cual promueve el aprendizaje significativo al integrar la experiencia previa de los estudiantes con la aplicación de conceptos científicos en la práctica. Por lo tanto, se enfatiza en el aprendizaje colaborativo, involucrando a estudiantes y docentes en la construcción y comprensión de prototipos, fomentando la interacción y la resolución colaborativa de problemas y por último la evaluación continua resalta como crucial para comprender el progreso de los estudiantes, reconociendo la importancia de la motivación y el esfuerzo individual y colectivo en el proceso educativo.

## REFERENCIAS

- Ausubel, D. P. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. Barcelona. [https://issuu.com/luisorbegoso/docs/ausubel\\_-\\_adquisicion\\_y\\_retencion\\_d](https://issuu.com/luisorbegoso/docs/ausubel_-_adquisicion_y_retencion_d)
- Derechos Básicos de Aprendizaje (2022). [https://www.colombiaprende.edu.co/sites/default/files/files\\_public/2022-06/DBA\\_C.Naturales-min.pdf](https://www.colombiaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf)
- Duarte, J. E., Gutiérrez, G. J. y Fernández Morlaes, F. H. (2007). Desarrollo de un prototipo didáctico como alternativa pedagógica para la enseñanza del concepto de inducción electromagnética. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (21). 77-83. <https://doi.org/10.17227/ted.num21-364>
- Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. (2004). [https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf)
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Editorial Paidós SAICF Defensa 599. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/1626-2019-03-15-JOHNSON%20El%20aprendizaje%20cooperativo%20en%20el%20aula.pdf>
- López Ortiz, S. A., Orozco Cantos, L. S., & Quinga Morales, M. I. (2018). Enseñanza de la dinámica rotacional mediante la construcción de un prototipo para la determinación de los momentos de inercia. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 2(Extra 1), 611-628. ISSN-e 2588-073X. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6732858>
- Rincón, G. (2012). Los proyectos de aula y la enseñanza y el aprendizaje del lenguaje escrito. Editorial Kimpres. [https://lenguaje.red/docs/2020/Los\\_proyectos\\_de\\_aula\\_y\\_ensenanza.pdf](https://lenguaje.red/docs/2020/Los_proyectos_de_aula_y_ensenanza.pdf)
- Serie Lineamientos Curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental (1998). [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869\\_archivo\\_pdf5.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf)