

## **Artículo**

### **Tema**

Validación de estrategias metodológicas que faciliten el análisis y comprensión en la resolución de problemas, utilizando la ley de Snell; con estudiantes de undécimo grado del colegio Luis Ángel Delgadillo de la comunidad de Panalí, municipio de Quilalí, departamento de Nueva Segovia; en el segundo semestre del 2017.

### **AUTORES:**

Dany José Ruiz Palacios

[ruizd6984@gmail.com](mailto:ruizd6984@gmail.com)

Yerlin Lexania Pérez Ramírez

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

Lidamar Montiel González

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

### **TUTOR:**

MS.c Juan José Tórrez Morán

Estelí, Nicaragua, 10 de Enero 2018.

## Resumen

El presente estudio sobre validación de estrategias metodológicas que faciliten el análisis y comprensión en la resolución de problemas utilizando la ley de Snell, estuvo dirigido a estudiantes de undécimo grado, ante la necesidad de mejorar el nivel de aprendizaje en la disciplina de física; ya que muchos de ellos no tienen las capacidades suficientes para plantearse las situaciones problemáticas y darle solución. Para la realización de esta investigación, se contó con la participación de 37 estudiantes y 3 docentes de la modalidad de Secundaria Diurna, que como requisito básico tengan experiencia en el desarrollo de la disciplina de Física; siendo esta de tipo descriptiva, con enfoque cualitativo, debido a que el propósito era describir sistemáticamente los hechos y características de la población de estudio, en este caso los estudiantes de Undécimo grado. Se aplicaron técnicas e instrumentos de recolección de datos, tales como: la guía de observación del aula de clase y entrevistas dirigida a estudiantes y docentes, con el fin de identificar factores que inciden en el proceso de resolución de problemas en los estudiantes de undécimo grado, dando como resultado que la falta de análisis y comprensión dificulta la resolución de los mismos; así mismo, se encontró que la falta de autoestudio, el desinterés y el uso constante de redes sociales son otros factores que están influyendo en el buen aprendizaje. Con la realización de este estudio, se comprobó que los estudiantes mejoran su aprendizaje en cuanto al análisis y comprensión en la resolución de problemas utilizando la ley de Snell, a través de la implementación de las estrategias metodológicas en el aula de clase; así mismo se fomentó el trabajo dinámico y cooperativo entre estudiantes con la puesta en práctica de las actividades. Finalmente, se proponen las estrategias metodológicas a docentes que imparten la disciplina de física, con el fin de contribuir al proceso de mejorar la praxis educativa y de propiciar en los estudiantes el análisis y comprensión en la resolución de problemas utilizando la ley de Snell. Se incluye también a futuros investigadores para que continúen con este proceso de mejorar el aprendizaje en los estudiantes mediante la continuidad con las investigaciones en base esta temática.

## Introducción

En física, una de las actividades fundamentales de los estudiantes, es la tarea de resolver problemas, ya que estos constituyen un instrumento metodológico fundamental que debe convertirse en una práctica habitual e integradora en el proceso de enseñanza aprendizaje que se desarrolla en las aulas de clase.

Teniendo en cuenta lo anterior, resulta importante que los estudiantes se apropien de técnicas específicas y pautas generales del proceso de resolución de problemas que les permita enfrentarse sin miedo a las situaciones, y que obtengan resultados positivos al resolverlos.

Debido a la importancia de esta temática, se decidió diseñar y validar estrategias metodológicas que facilitaran el análisis y comprensión de la resolución de problemas utilizando la ley de Snell, con el fin de proponérselas a docentes que imparten la disciplina de física, y de esta manera poder contribuir a la mejora del nivel de aprendizaje en los estudiantes.

En base a la búsqueda de información se encontró un trabajo en la biblioteca de la Facultad Regional Multidisciplinaria FAREM-ESTELI, el cual lleva por título “Validación de estrategias metodológicas para desarrollar el tema de reflexión y refracción de la luz con estudiantes de quinto año del Instituto Nacional Julio César Castillo Ubau del municipio de Condega en el II semestre del año 2013”

En dicho trabajo se concluyó que las estrategias metodológicas diseñadas fortalecieron la construcción del aprendizaje de los estudiantes a través de la implementación del trabajo cooperativo; y de esta manera comprendieron conceptos y analizaron situaciones de su entorno.

Además, hicieron mención que las estrategias utilizadas, pueden ser consideradas como un intercambio de experiencias a poner en práctica en las aulas, siendo la clase más atractiva porque se promueve la participación e integración de todos los estudiantes, así como la motivación e interés para construir su propio aprendizaje, partiendo de la práctica para inferir en la teoría.

Este estudio tiene total relevancia porque se elaboraron estrategias metodológicas en función de aportar insumos necesarios para mejorar el aprendizaje en los estudiantes. Al mismo tiempo, irán en función de facilitarle al docente evaluar los resultados obtenidos, y por consiguiente se podrá contribuir a la mejora de su práctica pedagógica en el aula de clase.

Cabe agregar que los beneficiarios directos de este estudio son los estudiantes de undécimo grado y docentes, debido a que las estrategias están dirigidas a contribuir a la mejora del aprendizaje y elevar el rendimiento académico; así también, los indirectos serán los padres de familia de la localidad, los estudiantes que vienen de grados inferiores y la institución educativa, porque dichas estrategias estarán a razón de ser retomadas en el futuro.

## **I. Materiales y métodos**

Para la recopilación de la información, se realizó una guía de observación del aula de clase, la cual estaba compuesta de tres ítems. Se elaboraron dos entrevistas dirigidas a 10 estudiantes y 3 docentes de aula, las cuales estaban en función de identificar factores que inciden en el proceso de análisis y comprensión de la resolución de problemas en los estudiantes. Posteriormente se validaron tres estrategias metodológicas con la finalidad de mejorar el proceso descrito anteriormente; luego, se aplicaron 10 entrevistas dirigidas a estudiantes, con el objetivo de conocer el impacto que tuvieron las estrategias metodológicas en el aprendizaje. Y finalmente, se concluyó con una prueba escrita en pareja dirigida a estudiantes, verificando de esta manera el aprendizaje adquirido en base a la temática abordada.

El tipo de muestreo que se utilizó para la selección de la muestra es no probabilístico propositivo ya que este se caracteriza por el uso de juicios e intenciones deliberadas para obtener muestras representativas. (Blandón, 2014)

Esta investigación es de tipo cualitativa puesto que se basa en valores cualitativos es decir, relativo al investigador, a los sujetos involucrados e incluso a los evaluadores en el caso que los hubiese, ésta a la vez recoge una gran variedad de datos e información a través de entrevistas, experiencia personal, historias de vida, rutinas, textos históricos, entre otros. (Salinas, 2017)

## Resultados y discusión

Para darle salida al primer objetivo del trabajo de campo que se llevo a cabo, el cual está en función de identificar factores que inciden en el proceso de análisis y comprensión de la resolución de problemas en los estudiantes de undécimo grado, se dio inicio con la aplicación de instrumentos de recolección de información, como: guía de observación del aula de clase, entrevistas a docentes que imparten la disciplina de física y entrevistas a estudiantes.

Al aplicar la guía de observación del aula de clase, dio como resultado en el apartado de condiciones ambientales (elementos de distracción para el estudiante), que algunas veces hay interferencia de estudiantes de otras secciones, siendo este un factor importante a tomar en cuenta, ya que la problemática surge debido a que las ventanas son amplias, pero no poseen persianas, propiciando de esta manera que los estudiantes de otras secciones al momento de circular por el pasillo, se acerquen por las ventanas.

El aula de clase está ubicada en una buena posición, es decir no está al lado de las calles; por lo tanto no hay interferencia de vehículos que dificulten la escucha del estudiante. La pizarra es acrílica y amplia, significando esto que el docente y estudiante tiene espacio suficiente para el trabajo.

Las buenas condiciones ambientales de un centro educativo, son fundamentales porque permiten que el estudiante y docente se desenvuelva en un ambiente acogedor, es decir que se sienta motivado y sobre todo sin limitantes, para así lograr que se desarrolle un buen proceso de aprendizaje.

Con relación a los recursos materiales del estudiante como lo son: la calculadora, su estuche geométrico y su libro de texto, son importantes porque estas herramientas permiten que el proceso de aprendizaje se desarrolle de una manera eficiente, además que son indispensables en la disciplina de Física.

Como resultado de ese apartado de recursos materiales, se pudo constatar que un buen grupo de estudiantes no poseen su calculadora científica; pero hacen uso de su calculadora que posee su teléfono celular. También los estudiantes no

cuentan con su estuche geométrico, algunos únicamente solo cuentan con una regla.

Con respecto a los recursos materiales que posee el centro escolar, se pudo determinar que no se cuenta con laboratorios de física y computación; además se cuenta con una biblioteca escolar, pero la limitante es que está acondicionada para estudiantes de primaria.

Debido a estas limitantes del colegio, se puede asegurar que tienen una incidencia en el aprendizaje de los estudiantes, ya que la falta de medios tecnológicos como las computadoras y data show, tiene un nivel de repercusión porque impide que las clases se puedan desarrollar con mayor profundidad. Por ejemplo, con estos medios se puede observar videos de contenidos en desarrollo, para complementar el aprendizaje y contribuir al análisis y comprensión de los mismos.

Así mismo, la falta de acondicionamiento de la biblioteca con información para los estudiantes de secundaria, es otra de las limitantes que inciden en el proceso, debido que al no poseer con material de apoyo para la lectura, dificulta la comprensión rápida de contenidos. Los estudiantes únicamente se quedan con la información complementaria que el docente le proporciona y a partir de ahí formula sus propias conclusiones.

Una vez aplicada la guía de observación del aula de clase, con el objetivo de determinar factores externos e internos que influyen en la comprensión y análisis, se procedió a aplicar la entrevista dirigida a docentes que han impartido la disciplina de física, con la finalidad de conocer las problemáticas en cuanto a la resolución de problemas en los estudiantes. Posteriormente, se aplicó otra entrevista dirigida a estudiantes, igualmente con el propósito de conocer de la problemática en ellos.

Al tabular las entrevistas aplicadas a docentes y estudiantes, hay coincidencia en que el mayor problema que se presenta es la falta de análisis y comprensión en la resolución de problemas, así mismo los docentes expresaron que este factor limita al estudiante a resolver el problema debido a que al no analizar y comprender, no puede extraer los datos e identificar la incógnita.

➤ **Tabulación de resultados.** La información recopilada mediante las entrevistas dirigidas a docentes de física, fue la siguiente:

N°	Preguntas a docentes	Docente # 1	Docente # 2	Conclusiones
01	¿Qué dificultades presentan los estudiantes de undécimo grado en el momento de analizar y comprender los problemas que se le plantean en la disciplina de física?	El principal problema es que no les gusta leer a los estudiantes, y por lo tanto contextualizar a lo concreto una situación abstracta. No son capaces de relacionar las unidades de medida a la magnitud correspondiente.	No acostumbran leer varias veces el problema. Algunos se les dificultan identificar los datos. No comprenden el significado de algunos términos del problema, claves para comprender.	Como se puede apreciar en las respuestas de los docentes; se concluye que los estudiantes tienen dificultades porque no les gusta leer varias veces el problema, ocasionando esto que no puedan comprender términos claves, y relacionar las unidades de medidas con la magnitud correspondiente; y como resultado, esto no permite identificar los datos del mismo.
02	Al momento de elaborar un plan de trabajo para resolver un problema planteado ¿Qué inconvenientes presentan los estudiantes?	No son capaces de relacionar que las unidades de medida sean equivalentes. Identificar los datos dados y los desconocidos.	No coincide el plan planteado con la realidad del problema. No saben identificar la ecuación adecuada para resolver el problema. No pueden comparar el problema con una	En esta pregunta se llega a la conclusión de que los estudiantes no son capaces de identificar los datos dados, la incógnita del problema, la ecuación adecuada, y no pueden comparar el problema con una situación más sencilla.

			situación más sencilla.	
03	Cuando los estudiantes están ejecutando su plan de trabajo o desarrollando las ecuaciones de su plan ¿Qué obstáculos presentan?	No pueden despejar una fórmula, mucho menos sustituir un dato por una fórmula. No pueden asociar los datos con el objeto de la fórmula.	No pueden relacionar una fórmula con otra para llegar a la respuesta. Tienen dificultades para despejar la fórmula.	Se concluye que los estudiantes tienen dificultades al momento de despejar una fórmula y durante el proceso de sustitución de los datos en la fórmula, por ende esto impide llegar al resultado correcto del problema.
04	Cuando los estudiantes terminan de resolver un problema. ¿Tienen la capacidad de ir hacia atrás y revisar de nuevo para comprobar si los resultados son correctos?	No, porque solo tratan de verificar sus respuestas esperando que el docente diga cuál es la correcta.	Algunos estudiantes se conforman con los resultados obtenidos y no revisan.	En las respuestas se evidencia, que algunos estudiantes esperan que el docente sea quien presente la solución correcta, sin tomarse ellos la habilidad de corregir fallas
05	¿Qué otros factores externos inciden en los estudiantes de undécimo grado, durante el proceso de análisis y comprensión de la resolución de problemas?	La falta de interés por aprender. Su mundo distractor como son las redes sociales. La debilidad matemática.	Dificultades de base empezando desde el nexo familiar hasta llegar a la escuela. Desinterés. Algunos problemas hereditarios. Alguna discapacidad intelectual	Como muestra la respuesta de los docentes, se concluye que los estudiantes presentan falta de interés por la clase, ya sea por problemas familiares o porque muchas veces se encuentran distraídos con las redes sociales, limitando así la comprensión.



06	¿Considera usted que la buena aplicación de métodos para resolver problemas, facilita un mejor análisis y comprensión en los estudiantes? ¿Por qué?	El método Polya es bueno y práctico para resolver problemas en física, lo que afecta es que el estudiante solo quiere lo más fácil y lo que menos quiere es pensar.	Es importante porque así se conduce al estudiante a utilizar la mejor técnica de resolución y también se dota de herramientas que en el futuro le servirán de acuerdo a su desarrollo intelectual, a tener menos dificultad en la solución de un problema.	Ambos docentes consideran que la aplicación de buenos métodos que ayuden al análisis y comprensión de problemas son importantes, ya que estos conducen al estudiante a que se apropie de herramientas para resolver mejor sus problemas.
----	---	---	--	--

➤ **Tabulación de los resultados.** La información recopilada mediante las entrevistas dirigidas a la muestra de 10 estudiantes, fue la siguiente:

Nº	Pregunta	Respuestas de los estudiantes	Conclusiones
01	Cuando su docente le asigna la actividad de resolver problemas del contenido en desarrollo ¿Qué dificultades presenta al iniciar a resolverlos?	Los estudiantes coincidieron que su principal problema es analizar la información que brinda el problema y extraer los datos que brinda.  Otros factores encontrados, son las confusiones por el débil análisis que emplean y lo difícil de encontrar la ecuación de trabajo	Resulta evidente al comparar con las respuesta de los docentes, que el principal problema es el poco análisis que desarrollan cuando se les brinda la situación, dificultando la extracción de los datos y la ecuación que utilizará, generando confusión y poco interés en ellos.
02	Durante el proceso de ejecución de su plan o la demostración de las	Los estudiantes refieren que el principal problema son los despejes de fórmulas,	Se concluye que tanto docentes como estudiantes refieren que

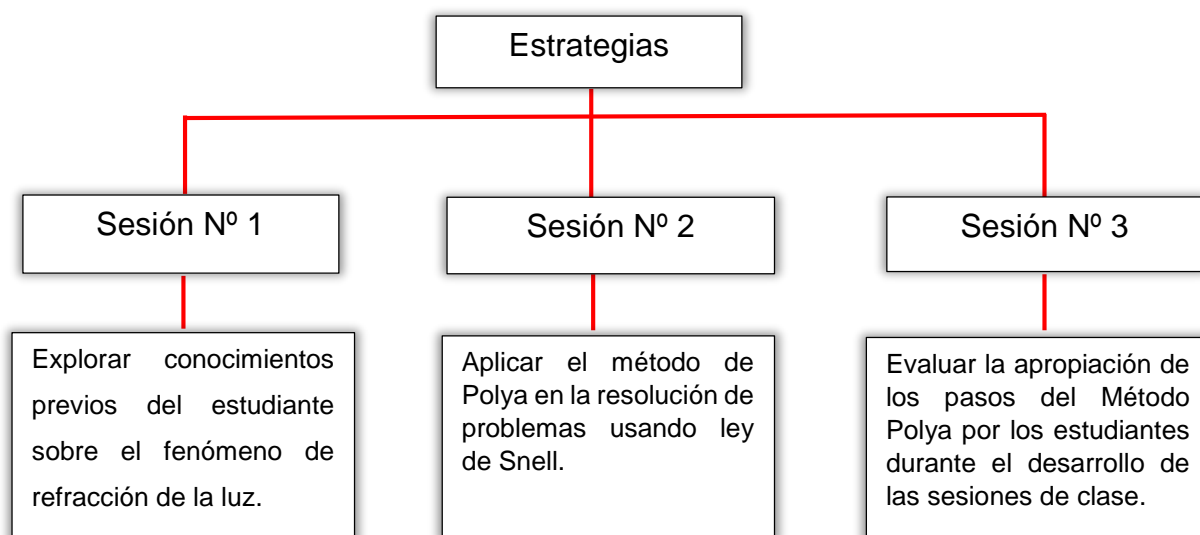
	ecuaciones o fórmulas. ¿Qué problemas tiene?	también mencionan que la sustitución de los valores en las fórmulas y las eliminación de las unidades de medida son otros factores que intervienen en el proceso de ejecutar la fórmula	las dificultades que presentan son los despejes de fórmulas, la sustitución de los valores y la eliminación de las unidades de medida, significando esto que al no vencer estas dificultades, se continuará con el problema de demostración de las ecuaciones.
03	Cuando usted termina de resolver un problema. ¿Qué hace para estar seguro de los resultados obtenidos?	Los estudiantes hablan de que revisan de nuevo el problema y todos coinciden que piden opiniones de compañeros para comparar respuestas.	En conclusión, los estudiantes refieren que piden opinión de los demás compañeros cuando encuentran el dato o la incógnita; pero muchas veces sucede que los estudiantes utilizan la técnica de pedir opiniones a sus demás compañeros con el objetivo de hacer copia del trabajo. Los docentes mencionan que los estudiantes muchas veces esperan que el docente los resuelva en pizarra y ellos no ponen empeño en resolverlos por sí solo.
04	¿Qué otros factores considera usted que le están impidiendo analizar, comprender y resolver problemas?	Los estudiantes manifiestan que otros factores que intervienen en el proceso de análisis y comprensión de problemas son:	Estudiantes y docentes coinciden que la falta de estudio, el desinterés y el uso de redes sociales son los factores más

		Falta de estudio, desinterés, perdidas de clase, trabajo en casa y el uso de teléfono	comunes en los estudiantes. Debido a esto, por lo general dificulta el proceso de análisis y comprensión de los problemas planteados, y por ende no se puede encontrar la respuesta
--	--	---	--

Por tanto, pensando en esta problemática se procedió a diseñar estrategias metodológicas que faciliten el análisis y comprensión en la resolución de problemas utilizando la ley de Snell.

Dichas estrategias metodológicas están en función de aplicar los pasos propuestos por el método de Polya, en la resolución de situaciones problemáticas

Las estrategias están diseñadas de la siguiente manera:



Con respecto a la primera sesión titulada “Interactuando y aprendiendo con Polya” se inició dando la bienvenida a los estudiantes y explicando los objetivos de la misma. Seguidamente para interactuar y motivar al estudiantado, se procedió a realizar la dinámica “**Batalla de números**” esta consistió en

organizar a los estudiantes en seis equipos de seis integrantes; se le dio a cada estudiante por equipo una tarjeta que estaba etiquetada con un número ( seis tarjetas enumeradas del 1 al 6), el facilitador explicó que cuando él mencionara un número que contenga tres dígitos, debían buscar como formarlo rápidamente con la tarjeta que tenía cada uno, ganaba el equipo que formara primero el número indicado. Por ejemplo, algunos números fueron: 342, 523, 612 entre otros.

Con la realización de esta dinámica, se logró que los estudiantes interactuaran y se motivaran. Así mismo, se observó la buena disciplina, comunicación y sobre todo el respeto entre ellos.

Una vez organizados los equipos se realizó el proceso de exploración de conocimientos previos de los estudiantes, para esto se realizó la dinámica **¿Quién tiene? Yo tengo.** Esta consistió en entregarle a cada equipo formado, una tarjeta, la cual contenía una pregunta y una respuesta diferente en base a la temática de la refracción de la luz. Los facilitadores asignaron un tiempo de cinco minutos a los grupos de trabajo para que analizaran la pregunta y la respuesta.

El representante del equipo que tenía en su tarjeta plasmada la pregunta **¿Qué es la refracción?** dio inicio; el representante del otro equipo que tenía la respuesta a esa pregunta rápidamente respondió con el enlace **“Yo tengo”** dio la respuesta, y a la vez realizó la pregunta contenida en esa misma tarjeta, y otro representante respondió y así sucesivamente formando así una cadena de preguntas y respuesta, hasta completar el ciclo.

Las tarjetas estaban elaborada de la siguiente manera.

Ejemplo

**Yo tengo...**Es el ángulo que forma el rayo que pasa de un medio a otro y la normal a la superficie de separación entre ambos medios en el punto de incidencia

**¿Quién tiene?** ¿Qué es la refracción?

**Yo tengo...**Es el fenómeno en donde la luz modifica su dirección y su velocidad de propagación cuando se transmite de un medio a otro diferente.

**¿Quién tiene?** ¿Leyes de la refracción?

Yo tengo... El rayo incidente, el rayo refractado y la normal están en el mismo plano.

Se cumple la ley de Snell  $\frac{\text{sen } \theta_i}{\text{sen } \theta_r} = \frac{V_1}{V_2}$  y teniendo en cuenta los índices de refracción

¿Quién tiene? ¿Índice de refracción?

Yo tengo... Se llama índice de refracción "η" de un medio transparente, al cociente entre la velocidad de la luz en el vacío "c" y la velocidad que tiene la luz en ese medio "v".

¿Quién tiene? ¿La expresión matemática que permite calcular el índice de refracción?

Yo tengo...

$$\eta = \frac{c}{v}$$

¿Quién tiene? ¿Ángulo de incidencia?

Yo tengo...

Es el ángulo que forma el rayo incidente y la normal

¿Quién tiene? ¿Ángulo refractado?

En esta dinámica los estudiantes mostraron mucho interés y dinamismo al momento de responder a la pregunta que le planteaba el equipo anterior, aunque hubo equipos que mostraron dificultad al momento de responder ya que no dieron con la respuesta correcta. Ante tal situación que se presentaba, los facilitadores brindaron aclaraciones a las dudas que surgieron en ese momento, y se continuó con la dinámica.

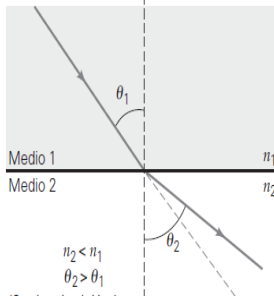
Una vez explorados los conocimientos se procedió a explicar detalladamente los pasos del método de Polya haciendo uso de materiales (papelógrafos, maskin tape, marcadores). La aplicación de los cuatro pasos del método de Polya (Comprender el problema, Elaborar un plan, Ejecutar el plan y Revisar y dar solución al problema), permite al estudiante seguir un orden lógico al problema, analizar, comprender el contenido, y dar solución al plan elaborado.

Posteriormente, se procedió a explicar los pasos del método en la resolución de un problema, el cual se detalla a continuación.

**Un rayo de luz en el aire incide en una superficie de una sustancia con ángulo de 50° con respecto a la vertical. Si el rayo refractado tiene un ángulo de 45° con respecto a la vertical. Calcular:**

**a) El índice de la refracción de la sustancia**

**b) La velocidad de la luz en la sustancia mencionada.**

<b><u>Comprender el problema</u></b>	
<b><u>Imaginarsse el problema</u></b>	
<p>¿Cuál es la incógnita?  <b>problema</b>                      El índice de refracción y la velocidad de la sustancia</p> <p>¿Cuáles son los datos? ¿Por cuales medios circula la luz?                      Aire - Sustancia desconocida.</p> <p>¿Cuál es el valor del ángulo del rayo incidente de luz? <math>\theta_1 = 50^\circ</math></p> <p>¿Cuál es el valor del ángulo del rayo refractado de luz? <math>\theta_2 = 45^\circ</math></p> <p>¿Cuál es la velocidad de la luz en el aire? <math>v_1 = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}</math></p> <p>¿Cuál es el índice de refracción del aire? <math>\eta_1 = 1.003</math></p>	<p><b>Graficar el</b></p> 
<b><u>Elaborar un plan</u></b>	
<b><u>Se identifican las ecuaciones de trabajo</u></b>	
<p>¿Conoces alguna fórmula para resolver?                      Se plantea las posibles fórmulas necesarias para encontrar la incógnita. En este caso, anteriormente se comprendió el problema; por tanto ya se había estudiado los datos del mismo. En este caso, para encontrar las incógnitas, se procede a utilizar la ecuación de Snell, la cual ya en sesiones anteriores se describió</p> <p>¿Hay información extraña?                      En este caso al plantear la ecuación, encontramos que se necesita despejar para encontrar la velocidad de la luz en la sustancia y el índice de refracción, es decir, ¿La incógnita? Se plantea la ecuación y se despeja</p> $\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{V_1}{V_2} ; \text{ se despeja } \quad v_2 = \frac{v_1 \cdot \text{sen } \theta_2}{\text{sen } \theta_1}$ $\eta_1 \sin \theta_1 = \eta_2 \sin \theta_2 ; \text{ se despeja } \quad \eta_2 = \frac{\eta_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2}$	
<b><u>Ejecutar el plan</u></b>	
<b><u>Se resuelven las ecuaciones de trabajo</u></b>	
<p>¿Puedes demostrar la fórmula? En este caso, una vez identificada las fórmulas de trabajo que me permite encontrar las incógnitas del problema, procedo a ejecutarlas.</p> $\eta_2: \frac{\eta_1 \sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{(1)(\sin 50)}{\sin 45} = \frac{0.7660}{0.7071} = 1.08$ $v_2: \frac{v_1 \cdot \sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{(3 \times 10^8 \text{ m/s})(\sin 45)}{\sin 50} = \frac{\left(3 \times \frac{10^8 \text{ m}}{\text{s}}\right)(0.7071)}{0.7660} = \frac{2.12 \times 10^8 \text{ m}}{0.7660 \text{ s}} = 2.8 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	

### Revisar y dar solución al problema

¿Puedes verificar el resultado? Una vez resuelto el problema, se revisa y se comprueba que:

- a) El índice de refracción de la sustancia es de 1.08
- b) La velocidad de la luz en esta sustancia es de  $2.8 \times 10^8$  m/s

De igual manera, se aclararon dudas e inquietudes que surgieron al momento de la explicación, mejorando así el nivel de comprensión en los estudiantes.

Para el desarrollo de la segunda sesión titulada “**La feria del saber**” la cual tenía como objetivo aplicar el método de Polya en la resolución de problemas utilizando la ley de Snell, se inició con dinámicas motivacionales y además que permitieran la integración de los estudiantes.

Seguidamente se les orientó a los estudiantes que se organizaran en los mismos equipos de la sesión anterior y se les entregó un problema impreso, el cual debían de resolver aplicando los pasos del método de Polya. En ese momento se le brindó atención a los equipos de trabajo, cabe



**Estudiantes resolviendo problemas**

agregar que durante este proceso de resolución de problemas los estudiantes mostraron interés y dedicación por resolver correctamente el problema, ya que consultaban al facilitador en cada duda que surgía, intercambiaron ideas con cada miembro de su equipo, logrando de esta manera una mejor comprensión.

Durante esta actividad, se observó problemas al identificar los datos del problema, el mal uso de la calculadora y en algunos casos los despejes de la ecuación de la ley de Snell; Sin embargo, para superar estas limitantes los facilitadores brindaron sus aportaciones para darle solución a los casos presentados.

Luego de haber resuelto el problema se les hizo, entrega de materiales (marcadores y papel bond) y se les explicó que debían de plasmar el problema resuelto y escoger a un expositor de equipo encargado de explicar el problema a cada grupo visitante que iba rotando cada vez que se les orientaba.

En esta actividad los estudiantes se integraron completamente a la actividad grupal, mostrando interés y disciplina. Aplicaron correctamente los pasos del método de Polya al momento de resolver el problema asignado. Los expositores demostraron dominio al explicarle a sus compañeros su problema asignado.



**Estudiantes durante la feria del saber**

Este tipo de actividades son productivas porque permiten al estudiante interactuar con sus demás compañero, exponen sus ideas y a la vez son evaluadas por ellos mismos. Además que entre ellos evalúan sus trabajos y se mantienen atentos y motivados.

Durante la tercera sesión se implementó la estrategia titulada “Aplico lo aprendido”, la cual tenía como objetivo evaluar la apropiación de los pasos del Método Polya en los estudiantes.

Se dio inicio realizando una recapitulación de todos los conceptos básicos estudiados durante las dos sesiones anteriores, esto se realizó implementando la técnica del **crucigrama**, el cual tenían que completarlo guiado por la respuesta de la pregunta proporcionada.

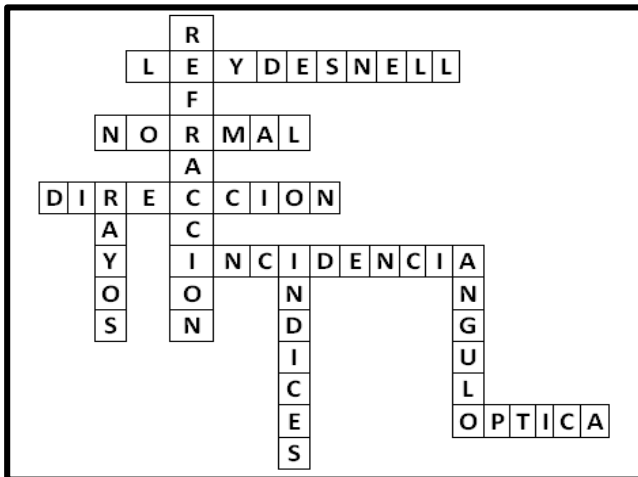
El complete del crucigrama consistió en lo siguiente:

- ✓ El primer estudiante seleccionado pasó a la pizarra a leer la primera pregunta del complete plasmada en papelógrafos.
- ✓ El estudiante reflexionó en base a la palabra correcta para el complete, la buscó en una sopa de letras previamente preparada, y verificó si cabía en la columna o fila correspondiente del crucigrama. Al encontrar la palabra



correcta, completaba la pregunta en el papelógrafo y ubicaba las letras de la palabra en la columna o fila del crucigrama como se muestra en la imagen.

## Crucigrama



Durante la realización de esta actividad se constató que los estudiantes dominaban la teoría básica referente al tema, debido a que respondían las preguntas sin dificultad, y además se mostraron anuentes a la participación activa, tomando en cuenta valores como la equidad de género, el respeto, orden y disciplina, lo cual indica que lograron adquirir un mejor nivel de aprendizaje gracias a la implementación de las estrategias metodológicas.

La técnica del crucigrama, es importante porque permite al estudiante la motivación, dado a que hay una mezcla del juego dinámico, la habilidad mental y el conocimiento científico que posee.

Después de haber culminado con la actividad anterior, se procedió aplicar una prueba escrita en pareja a los estudiantes, a fin de constatar la apropiación de los pasos del método Polya en la resolución de problemas utilizando la ley de Snell.

La selección de las parejas a formar se hizo a plena conveniencia de los facilitadores, juntando a estudiantes de grupos diferentes, tomando en cuenta los grupos formados en la sesión # 2. Cabe destacar que la aplicación de esa evaluación por escrito se desarrolló con 15 parejas para un total de 30

estudiantes; esto fue debido a que hubo inasistencia de 7 estudiantes por problemas de salud

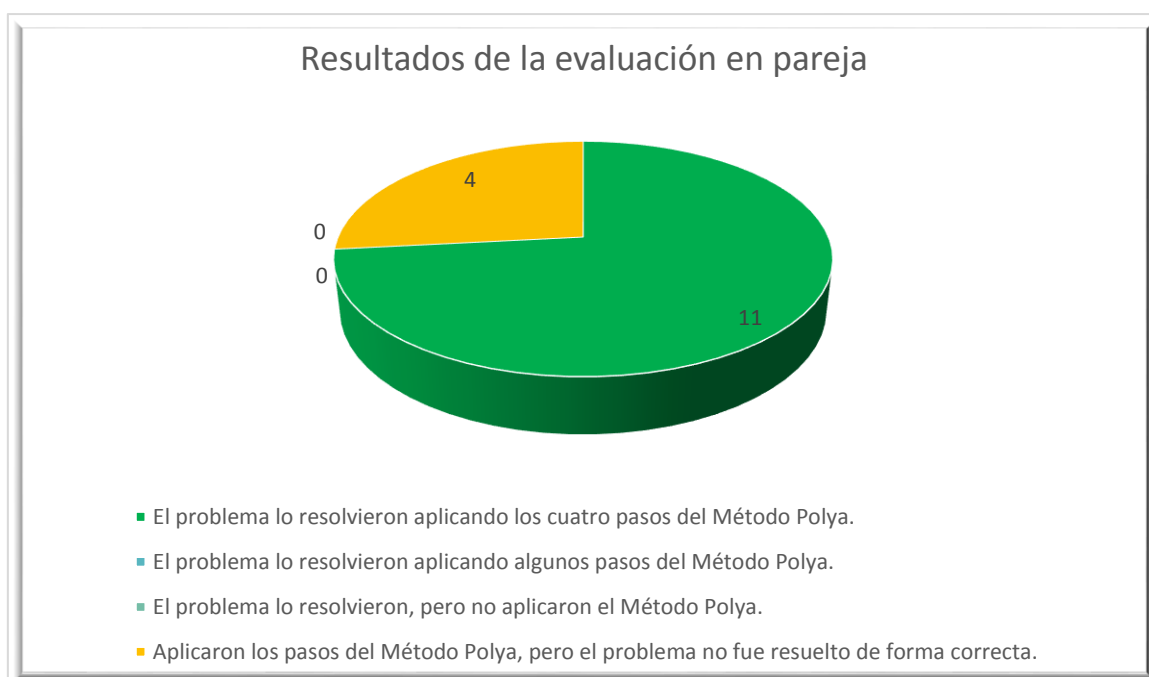
A continuación se muestra algunos trabajos escritos realizados por las parejas, donde se reflejan de manera general los resultados obtenidos al aplicar los pasos del método de Polya en la resolución de problemas.

### Lista de cotejo que refleja el trabajo llevado a cabo por los estudiantes

Parejas	Criterios de Evaluación				Observaciones de los facilitadores
	El problema lo resolvieron aplicando los cuatro pasos del Método Polya.	El problema lo resolvieron aplicando algunos pasos del Método Polya.	El problema lo resolvieron, pero no aplicaron el Método Polya.	Aplicaron los pasos del Método Polya, pero el problema no fue resuelto de forma correcta.	
Pareja # 1	✓				Estas parejas resolvieron el problema correctamente y aplicaron los pasos del método de Polya. Se evidenció orden y aseo al momento de resolver. Algunas dificultades encontradas en ciertas parejas únicamente son al final para encontrar el valor del ángulo, en el tercer paso.
Pareja # 2	✓				
Pareja # 3	✓				
Pareja # 4	✓				
Pareja # 5	✓				
Pareja # 6	✓				
Pareja # 7	✓				
Pareja # 8	✓				
Pareja # 9	✓				
Pareja # 10	✓				
Pareja # 11	✓				

Parejas	Criterios de Evaluación				Observaciones de los facilitadores
	El problema lo resolvieron aplicando los cuatro pasos del Método Polya.	El problema lo resolvieron aplicando algunos pasos del Método Polya.	El problema lo resolvieron, pero no aplicaron el Método Polya.	Aplicaron los pasos del Método Polya, pero el problema no fue resuelto de forma correcta.	
Pareja # 12				✓	Aplicaron los pasos; pero se encontraron dificultades en cuanto al despeje, al momento de darle valor a la formula y omitieron pasos matemáticos importantes. Aunque llegaron a la respuesta. (ver anexo 9.11)
Pareja # 13				✓	
Pareja # 14				✓	
Pareja # 15				✓	

A continuación se muestra un gráfico que evidencian los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba escrita en pareja.



Una vez concluida las sesiones de clase, se procedió a aplicar una entrevista a una muestra de 10 estudiantes, con el objetivo de recolectar información para ver la incidencia que tuvo la aplicación de las estrategias metodológicas.

➤ **Tabulación de resultados**

Nº	Preguntas	Respuestas de los estudiantes	Conclusiones
01	¿Qué le resultó más interesante de las estrategias metodológicas implementadas? ¿Por qué?	Los estudiantes expresaron que les resultaban más interesante las dinámicas porque les permitía aprender más sobre el tema. También los pasos del método de Polya, porque con ellos aprendían a resolver los problemas con facilidad y ordenados.	Se concluye que las dinámicas combinadas con la resolución de problemas utilizando el método de Polya, les resultó interesante a los estudiantes puesto que pudieron interactuar y construir su aprendizaje de forma significativa.
02	¿Cree usted que la aplicación de los pasos del método de Polya, resultan importante para analizar y comprender problema? ¿Por qué?	Los estudiantes coincidieron en que la aplicación de los pasos del método de Polya resulta importante porque aprendieron a analizar los problemas con más facilidad y resolverlos paso a paso con más orden.	El método de Polya facilitó el análisis y comprensión en la resolución de problemas, permitiendo así que los estudiantes resolvieran las situaciones problemáticas correctamente.
03	¿Qué beneficios obtuvo al aplicar los pasos del método de Polya al resolver problemas?	Expresaron que con la aplicación del método de Polya, obtuvieron: mayor concentración, mejor análisis y comprensión, y por ende mejores conocimientos. Y habilidades.	A través de la aplicación del método de Polya los estudiantes fueron capaces de analizar, comprender y resolver problemas de una

			manera más interactiva.
04	¿Recomendaría usted al docente que utilice los pasos del método de Polya para resolver problemas con los demás estudiantes que vendrán a undécimo grado en los próximos años? ¿Por qué?	Los estudiantes expresaron que si recomendaría al docente utilizar el método de Polya, porque mejora la capacidad de analizar los problemas y los estudiantes se volverían más analíticos	Es importante utilizar los pasos del método de Polya en la resolución de problemas porque permite mejorar la capacidad de análisis y comprensión al momento de resolver problemas
05	¿Qué les recomendaría a los estudiantes de los próximos años cuando se enfrenten a la situación de resolver problemas?	Los estudiantes brindaban varias recomendaciones entre ellas mencionaban que lean más sobre el tema en estudio, que se concentren cuando el docente está explicando, y que utilicen el método de Polya.	Para fortalecer el análisis y comprensión de problemas, se le recomienda al estudiante leer sobre el tema de estudio, concentración durante la explicación del docente, y la utilización de los pasos del método de Polya para resolver las situaciones problemáticas.

Habiendo concluido con el análisis de las estrategias metodológicas aplicadas, se pudo evidenciar la efectividad de la aplicación del método de Polya en el contenido de la ley de Snell, puesto que dio resultados positivos y permitió mejorar en los estudiantes el nivel de análisis y comprensión, logrando de este modo darle salida a la problemática que presentaban los estudiantes antes de la aplicación de las diferentes estrategias metodológicas.

## II. Conclusiones

Este apartado contiene las conclusiones a las cuales se llegó después de finalizar este proceso investigativo, tomando en cuenta los objetivos propuestos.

Mediante la aplicación de las entrevistas dirigidas a docentes como también a los estudiantes, se pudo constatar lo siguiente:

- ✓ Resulta evidente al comparar las respuesta de los docentes y estudiantes, que el principal problema es el poco análisis y comprensión que desarrollan los estudiantes cuando se les brinda las situaciones, dificultando la extracción de los datos y la ecuación que utilizarán, generando confusión y poco interés en ellos.
- ✓ Estudiantes y docentes coinciden que la falta de estudio, el desinterés por la clase y el uso de redes sociales son otros factores comunes que inciden en el proceso de análisis y comprensión de los problemas planteados.

Al elaborar las estrategias metodológicas en función de las dificultades encontradas, y al aplicarlas, se puede concluir que:

- ✓ La utilización de diferentes dinámicas relacionadas a la temática de estudio, permitió la interacción estudiantil, fomentando el interés, entusiasmo y la práctica de valores durante el desarrollo de las estrategias metodológicas, generando de esta manera un ambiente idóneo para facilitar el análisis y la comprensión de la resolución de problemas.
- ✓ Se comprueba la efectividad del método de Polya en la resolución de problemas de Física, puesto que se obtuvo buenos resultados en la aplicación de las diferentes evaluaciones realizadas, y además los estudiantes manifestaron que fueron capaces de analizar, comprender y resolver problemas de una manera más interactiva.
- ✓ Tanto docentes como estudiantes manifestaron de la importancia de la aplicación de un método para resolver problemas, porque así se conducirá al estudiante a utilizar una mejor técnica de resolución y también se dotará de herramientas que en el futuro le servirán a tener menos dificultad en la solución de un problema.
- ✓ Se dejan como propuesta tres estrategias metodológicas basadas en la aplicación del método de Polya para la resolución de problemas en física utilizando la ley de Snell, para que puedan ser utilizada por docentes y futuros investigadores.

### **III. Recomendaciones**

En base al análisis realizado en función de los resultados obtenidos en este proceso investigativo, se procede a dar recomendaciones a docentes y

estudiantes universitarios, con el fin de aportar al proceso de mejoramiento del análisis y comprensión de la resolución de problemas.

A docentes que imparte la disciplina de física:

- ✓ Utilizar estrategias metodológicas basadas en la implementación de dinámicas integradoras de acorde a la temática, con el fin de mejorar el interés y dedicación estudiantil por la resolución de problemas en física.
- ✓ Promover en el estudiante la lectura constante, a fin de contribuir al desarrollo de habilidades y capacidades de análisis y comprensión en la resolución de problemas
- ✓ Elaborar y aplicar estrategias metodológicas basadas en la utilización del método de Polya, a fin de contribuir al proceso de análisis y comprensión de la resolución de problemas en los estudiantes.
- ✓ Fomentar el trabajo cooperativo y participativo, con el objetivo de propiciar en los estudiantes el intercambio de ideas que les ayuden a mejorar el proceso de resolución de problemas.

A estudiantes investigadores:

- ✓ Continuar con la investigación en la disciplina de física sobre la falta de análisis y comprensión de la resolución de problemas en los estudiantes.
- ✓ Proponer nuevas estrategias metodológicas que contribuyan al análisis y comprensión de la resolución de problemas en los estudiantes, a fin de mejorar el proceso de aprendizaje en la disciplina de física.

#### **IV. Referencias bibliográficas**

Altamirano, M. E. (2016). *Física 11º*. Managua: Prosen.

Alvarenga, A. M. (1998). *Física General con Eperimentos Sencillos*. Mexico: OXFORD UNIVERSITY PRESS.

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigacion*. Caracas Venezuela: Episteme.

Becerra, D. L. (2012). Propuesta metodologica para mejorar la interpretacion, analisis y solucion de ejercicios y problemas matematicos en los estudiantes de quinto grado de la institucion educativa Alejandro Vélez Barrientos. Medellín, Colombia.

Bernal, C. A. ( 2010). *Metodologia de la investigacion* . Colombia: E.Book.

Blandón, M. M. (2014). Documento base. Metodologia de la investigacion. Esteli, Nicaragua.

- Escobar, R. S. (2011). *Fundamentos de matematica*. Managua: Impresiones y troqueles S.A.
- Giancoli, D. C. (2009). *Fisica para Ciencias e Ingenieria con Fisica moderna*. Mexico: PEARSON EDUCACION.
- Martinez, S. B. (Enero de 2015). *Metodo de Polya en la resolucio de problemas matematicos*. Obtenido de Metodo de Polya en la resolucio de problemas matematicos: [recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/05/86/Escalante-Silvia.pdf](http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/05/86/Escalante-Silvia.pdf)
- Mined. (2009). *El planeamiento didactico y evaluacion de los aprendizajes*. Managua-Nicaragua: Proyecto Pasen.
- Mined. (2011). *Estrategias Didacticas de Ciencias Sociales, para Docentes de Educacion Secundaria*. Managua: Proyecto PASEN.
- Mined. (2011). Manual de planeamiento didactico y evaluacion de los aprendizajes en educacion secuandaria. En Mined, *Manual de planeamiento didactico y evaluacion de los aprendizajes en educacion secuandaria* (pág. 35). Managua: Proyecto PASEN.
- Mined. (2011). *Programa de Estudio de Educacion Secundaria. Fisica*. Managua: Proyecto Pasen.
- Morales, P. A. (2008). *Curso de Lengua y Literatura*. Managua: Ediciones Distribuidora Cultural.
- Negrete, J. A. (2010). *Estrategias para el aprendizaje*. Mexico: Limusa.
- Picón, V. S. (2014). *Investigar es facil. Manual de Investigacion*. Managua.
- Salinas, P. J. (17 de Mayo de 2017). Obtenido de Metodologia de la investigacion cientifica: <https://botica.com.ve>pdf>metodologia>
- Sampieri Roberto, F. c. (2007). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Ultra.
- Serway, R. (2008). *Fisicas para ciencias e ingenierias*. Mexico: CENGAGE Learning.
- Tippens, P. E. (2011). *Fisicas, Conceptos y aplicaciones*. Mexico: Mc GRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Wilson Jerry, A. B. (2007). *Fisica*. Mexico: PEARSON EDUCACION.