

# Visualización de Fenómenos de Ondas a través del cine y la televisión.

Germán Blesio<sup>1,2</sup>, María Eugenia Godino<sup>2</sup>, Matías Cadierno<sup>2</sup>,  
Silvia Belletti<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario, Av. Pellegrini 250, CP 2000, Rosario, Argentina.

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Superior, Universidad Nacional de Rosario, Av. Ayacucho 1667, CP 2000, Rosario, Argentina.

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

E-mail: gblesio@ips.edu.ar

## Resumen

El estudio de las ondas y sus fenómenos en alumnos de 14 y 15 años presenta un desafío educativo dada la escasez de herramientas matemáticas adecuadas adquiridas por los jóvenes a esa edad. En este trabajo se presenta una propuesta didáctica que contempla la utilización de escenas del cine y la televisión para la identificación de los fenómenos de ondas. La estrategia presenta la ventaja de ser atractiva al estudiante, acercando la física al día a día. Su implementación, aunque posible de mejoras, resultó beneficiosa en lo educativo: tanto por favorecer el entendimiento de la física y la motivación del estudiante, como por enriquecer la relación docente-alumno.

**Palabras clave:** Física en educación secundaria, Física en el cine, Fenómenos de ondas, Física en la vida cotidiana, Multimedia.

## Abstract

The study of waves and wave phenomena in students of 14-15 years old is an educational challenge given the shortages of mathematical tools acquired until that age. This paper presents a methodological approach that includes the use of scenes from films and television for the identification of wave phenomena. The strategy has the advantage of being attractive to the student, bringing physics to everyday life. The approach, which can be improved, turn to be beneficial in the sphere of education both in increasing the understanding of physics and raising student motivation, as well as improving teacher-student relationship.

**Keywords:** Physics in secondary education, Physics in cinema, Wave phenomena, Physics in everyday life, Multimedia.

## I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la física en la secundaria ha enfrentado siempre grandes desafíos. En los últimos tiempos, con el avance de la tecnología y la conectividad permanente, los estudiantes presentan mucha experiencia en el procesamiento de la información visual (Dark, 2005). Esto se traslada al salón de clases mediante una exigencia (implícita) del estudiante de más recursos audiovisuales y menos abstracción, y una tendencia a la desmotivación cuando esto no se lleva a cabo. En particular, la enseñanza de ondas y sus fenómenos en estudiantes de segundo año de la secundaria, cuando no poseen aún conocimientos matemáticos suficientes como para trabajarlo analíticamente, implica una dificultad mayor por ser un trabajo meramente conceptual y por la necesidad de mayores recursos puestos en práctica para la enseñanza. En los últimos años, hemos observado la gran dificultad de los estudiantes para relacionar los fenómenos de ondas aprendidos con situaciones de la vida cotidiana.

En este marco, en 2014 se implementó la enseñanza de fenómenos de ondas a través de unas clases con proyector donde se utilizaron diversos recursos audiovisuales:

- Simulación sobre interferencia de ondas (diseño propio).
- Simulación de Efecto Doppler (adaptación de una obtenida en Open Source Physics).
- Videos donde se escucha el efecto Doppler para el sonido (obtenidos de YouTube).
- Videos donde se rompe la barrera del sonido (obtenidos de YouTube).
- Imágenes de difracción en la atmósfera (de la Agencia Espacial Europea).

- Videos donde se observa la resonancia en el puente Tacoma Rivers y en la rotura de una copa (obtenidos de YouTube).

Esta modalidad tuvo una muy buena recepción por parte de los estudiantes, se observó una mayor relación de los fenómenos con la “dinámica” de los mismos en comparación a las imágenes “estáticas” que antes aprendían en libros, apuntes y el pizarrón. Sin embargo, se mantuvo la dificultad de relacionar estos fenómenos con otras situaciones de la vida diaria más allá de lo explícitamente presentado. A partir de esto se propuso una actividad dedicada a la identificación de fenómenos de ondas en otros contextos que permita a los alumnos vincular lo aprendido en el aula con su entorno, concentrándose en generar un grado de entusiasmo en los estudiantes que favorezca su apertura al aprendizaje de estos temas.

## II. PROPUESTA DIDÁCTICA

A los alumnos de segundo año de la secundaria, luego de estudiado el tema ondas y sus fenómenos, se les presentó un conjunto de escenas extraídas de películas y series. Aprovechando las ventajas del uso de superhéroes en la enseñanza de la física (Feder, 2002), se optó por películas y series sobre comics o películas que hayan sido taquilleras, teniendo en cuenta aquellas que más podía atraer a estudiantes de 14/15 años y que además posean fenómenos físicos de ondas interesantes. Así, se decidió usar la siguiente secuencia de videos:

- Daredevil (2003): con el objetivo de interpretar la habilidad del protagonista de “ver” escuchando sonidos.
- Man of Steel (2013): con el objetivo de escuchar el efecto Doppler y ver efectos de romper la barrera del sonido.
- The Flash (Temporada 1, Capítulo 6): con el objetivo de entender que significa romper la barrera del sonido. Con esto se hizo énfasis en la falla de la secuencia de dicha serie cuando el villano escucha al protagonista (que se desplaza a una velocidad mayor a la del sonido) antes de que llegue.
- The Dark Knight (2008): con el objetivo de discutir el sistema de ecolocalización utilizado, y su relación con los murciélagos y el sonar.
- Jurassic Park (1993): a partir de la famosa secuencia del vaso con agua temblando cuando se acerca un Tiranosaurio Rex, se discutió sobre los fenómenos que permiten que dicha vibración llegue al vaso.
- Need For Speed (2014): con el objetivo de escuchar nuevamente el efecto Doppler y la ausencia del mismo cuando se escucha el sonido desde adentro del auto en movimiento, es decir, sin movimiento relativo entre la fuente y el observador.
- Arrow (Temporada 3, Capítulo 23): con el objetivo de discutir la rotura de materiales mediante resonancia.

Estos videos fueron acompañados de un cuestionario que permitió guiar la observación como el que se encuentra a continuación. La estrategia implementada consistió en una lectura de las preguntas específicas a cada video antes de la visualización, para que así se observe en detalle la secuencia seleccionada. En algunas ocasiones fue necesaria la repetición de la escena en cuestión.

<b>CUESTIONARIO</b>
<p>En las siguientes actividades, responda brevemente las preguntas. Si logra identificar algún fenómeno de onda, menciónelo, al fin y al cabo es el objetivo de esta actividad.</p> <p><b>Película: Daredevil 2003</b></p> <p>1) Daredevil (Matt Murdock) luego de ser contaminado con las sustancias tóxicas se da cuenta que quedó ciego. Sin embargo, puede ver. ¿En qué consiste su nueva habilidad? Haga énfasis en el fenómeno de onda involucrado (si le parece que hay más de uno detállelos), y analice si eso es algo que pueda pasar en la naturaleza.</p> <p><b>Película: Hombre de Acero (Man of Steel) 2013</b></p> <p>2) Cuando Superman/Clark Kent aprende a volar logra, luego de un par de intentos, alcanzar velocidades muy altas. En un momento, se deja la cámara quieta, y justo Superman pasa. ¿Qué sucede con el sonido cuando se acerca y cuando se aleja a la cámara?</p> <p>3) Luego, sobre el agua, alcanza una alta velocidad y se genera una “nube” alrededor de Superman. ¿Qué significa eso?</p> <p><b>Serie: The Flash S01E06: “The Flash is Born” 2015</b></p> <p>4) Flash/Barry Allen debe hacer el puñetazo supersónico (<i>supersonic punch!</i>), para lo cual debe alcanzar velocidades mayores a la del sonido. Identifique el fenómeno involucrado y</p>

<p>analice si hay algún criterio científico que no se cumple en dicha escena. Pista: piense en la reacción del “villano” antes del golpe.</p> <p><b>Película: Batman El Caballero de la Noche (The Dark Knight) 2008</b></p> <p>5) El “aparato” que diseña el señor Fox y le da a Bruce Wayne (Batman) le permite ver en el interior del edificio. ¿Cómo lo logra?</p> <p><b>Película: Parque Jurásico (Jurassic Park) 1993</b></p> <p>6) En la escena, un Tiranosaurio Rex se acerca al auto. ¿Qué recurso se usa en la película para evidenciar la proximidad del dinosaurio? ¿Qué fenómeno lo permite?</p> <p><b>Película: Need For Speed 2014</b></p> <p>7) ¿Qué nota, respecto al sonido del motor, cuando los autos se acercan o alejan de la imagen? ¿Cómo se llama dicho fenómeno?</p> <p>8) ¿Qué sucedió con el sonido cuando la toma esta filmada desde dentro del auto que está superando, respecto a cuándo se filma desde el auto que está siendo superado? ¿Por qué?</p> <p><b>Serie: Arrow S03E23: “My Name is Oliver Queen” 2015</b></p> <p>9) ¿Cómo logra Flash/Barry Allen romper las puertas de la mazmorra?</p>
---

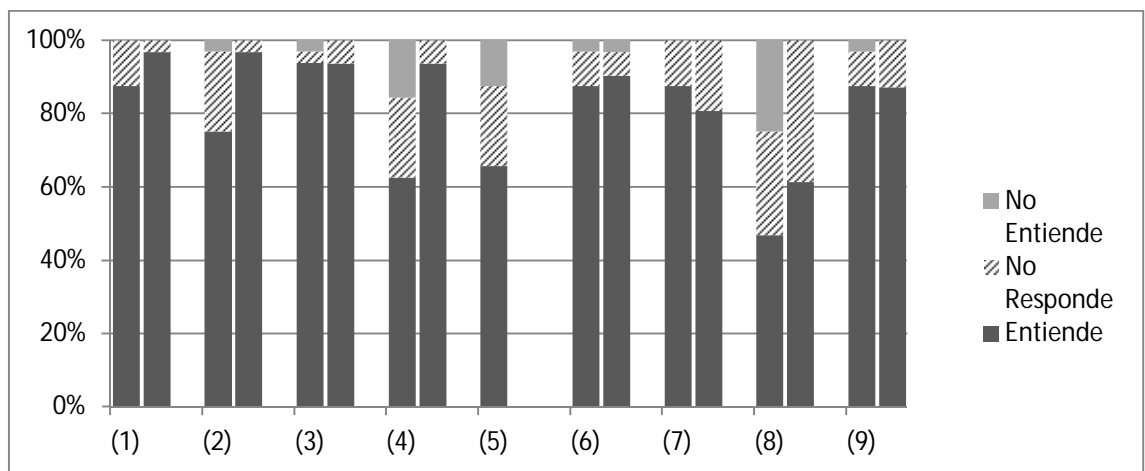
La propuesta fue implementada en dos divisiones pero con una diferencia: en el primer caso se les pidió que respondan el cuestionario, y luego se hizo una puesta en común donde los alumnos discutieron sus respuestas. El objetivo fue conocer en detalle la primera impresión que obtenían de los videos. Con la segunda división se realizó la puesta en común luego de cada video y después respondieron las preguntas por escrito y en forma individual. En este caso se dedicó el mayor tiempo posible a la puesta en común, con el objeto de observar la reacción de los estudiantes a la actividad y las relaciones que ésta generó con lo previamente aprendido.

### III. RESULTADOS

Durante la implementación de la propuesta se observó una mayor predisposición de los alumnos a discutir sobre los fenómenos físicos que durante las clases tradicionales. En este aspecto coincidimos con (Efthimiou y Llewellyn, 2004):

*“los cursos en que se implemente el análisis de películas pueden servir no solo para educar la sociedad, sino que pueden ayudar también a corregir conceptos erróneos de la ciencia que películas y series de TV populares han creado, errores que contribuyen a la desconfianza del público en la ciencia”.*

La implementación final de la propuesta estuvo cargada de gratos resultados. Los alumnos respondieron positivamente a la modalidad utilizada. La gran mayoría de los estudiantes respondió las preguntas, evitándolo solo cuando no sabían la respuesta (como le fue dicho al docente a cargo). En general, se observó un gran entendimiento de los fenómenos observados.



**FIGURA 1.** Respuestas obtenidas para cada una de las 9 preguntas del cuestionario. En cada pregunta, la primera columna se corresponde al curso que respondió con anterioridad a la puesta en común, y la segunda columna al curso en que se hizo la puesta en común antes del cuestionario. Este último grupo, por cuestiones de tiempo, no realizó la pregunta (5).

Como era de esperar, la puesta en común produjo una mejora de los resultados, ya de por sí, muy buenos: prácticamente se eliminaron las respuestas “incorrectas”. En conversaciones posteriores a la implementación, los alumnos justificaron la no respuesta por no haber logrado identificar el fenómeno de onda en cuestión (con una aceptación de que faltaba apropiar los conocimientos) o por no haber entendido la secuencia de video presentada.

En un análisis más detallado de las respuestas, se observa que en la pregunta (2) hubo un gran cambio producto de la implementación en las distintas divisiones: muchos “No Responde” fueron solucionados al hacer la puesta en común. Esto se puede deber a que la secuencia cinematográfica observada fue muy larga (casi 3 minutos) lo que dificultó definir en qué escena prestar atención al audio. En la segunda implementación de la actividad, con la puesta en común de las respuestas, esta dificultad fue resuelta.

Otra pregunta que presentó dificultades fue la (8), que corresponde a escuchar que no hay efecto Doppler por el movimiento de un auto, cuando se escucha desde dentro del mismo auto. En este sentido, se observaron muchos comentarios de “sonido más fuerte” o “más débil” cuando se debería hacer referencia a más agudo o más grave. Esta confusión parece que fue determinante en no poder responder correctamente la actividad, ya que aparecieron respuestas del tipo “hay más efecto Doppler porque se escucha más fuerte”. La puesta en común de la actividad, resultó en una ausencia de respuestas incorrectas, aunque se mantuvo una alta tasa (respecto a los otros ejercicios) de “No Responde”.

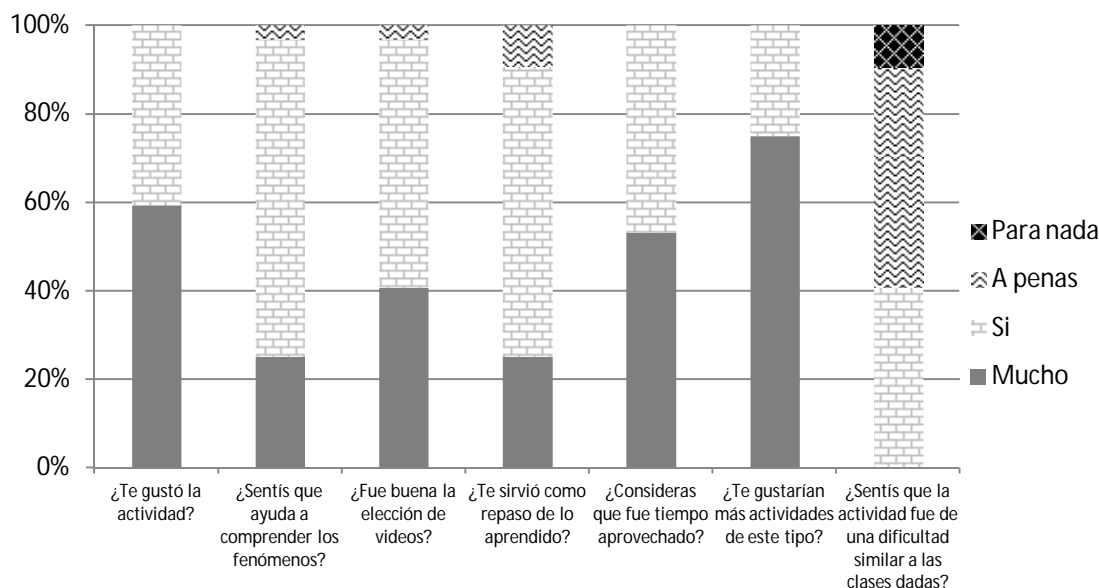


FIGURA 2. Percepción de los estudiantes frente a la actividad.

La gran mayoría de los estudiantes cree que la actividad propuesta ayudó a comprender los fenómenos previamente estudiados. Como también se observa en el Figura 2, los estudiantes se sintieron a gusto participando de la actividad, y quisieran más actividades de ese tipo. A pesar de todo esto, más de la mitad de los estudiantes consideraron que la actividad estuvo por encima del nivel académico de las clases.

#### IV. DISCUSIÓN Y PERSPECTIVAS

La propuesta didáctica resultó de utilidad para la expansión de las fronteras de la física de la escuela. Desde la perspectiva del estudiante, lo novedoso de la propuesta y la energía invertida durante la realización de la actividad, les resulta muy agradable, fomentando atención y participación mientras se realiza, y una valoración de la labor docente a continuación. Como contrapartida, también provocó una elevación del estandarte de las clases (siempre según el punto de vista estudiantil) quedando el mismo expectante a la repetición de actividades de este tipo. En un trabajo de investigación del área de pedagogía de la institución educativa, enfocado en la implementación en curso del nuevo plan de estudio, surgió que en las dos divisiones en las que se presentaron estas actividades compararon a otras materias con física 17 veces, valorizando el uso de recursos no convencionales. Por su parte, en las restantes cuatro divisiones, la nombraron 7 veces, lo que indica casi cinco veces menos menciones por división. Más allá

del tenor de la comparación, esto hace una clara referencia a que este tipo de actividades se convierten en puntos de comparación para el estudiante.

Por falta de tiempo en la sala multimedia, durante la segunda ejecución de la actividad, se saltó la visualización del video de Batman, ya que lo mostrado era similar al video de Daredevil (excepto por alguna discusión posible entre sonidos audibles y ultrasonidos). En este sentido, los comentarios observados en una encuesta posterior, mostraron una crítica por la ausencia de ese video. También se observó que la actividad fue disfrutada por los estudiantes con otros comentarios; tanto por chistes realizados como referencias a que el docente “spoileó” capítulos de series, a que se equivocó al decir que Flash era de Marvel en vez de DC, como a comentarios del tipo “Más actividades así!!!”, “Me gustó porque es entretenido y me haces prestar más atención” y “Creo que al verlo así es más fácil entenderlo”. Todo esto no hace más que fortalecer la investigación y mejora de esta iniciativa, como el desarrollo de iniciativas similares.

Por dificultades propias del calendario académico, en el segundo curso se distanció bastante la enseñanza de los contenidos de fenómenos de ondas de la realización de esta actividad, funcionando más como repaso que como consolidación de los contenidos (ya que fue la semana previa a un examen). Aunque no se pudo hacer un estudio detallado, se observó una importante mejora en los resultados de los exámenes en este último grupo. Este será uno de los objetos de estudios en los años futuros.

Además, en algunos de los exámenes se observó la mención de escenas específicas de los videos estudiados, y en algún caso, responder con frase del estilo “Lo que hizo Flash cuando corrió muy rápido” donde a pesar de no saber el nombre del fenómeno o lo que implica, si puede relacionarlo mentalmente con un ejemplo. Estos datos resultan de gran interés porque hablan de una mayor fijación de lo aprendido en esta actividad y, con la estrategia adecuada, puede ser aprovechado para mejorar el entendimiento de los fenómenos de ondas.

A partir de la actitud durante la actividad, y los comentarios posteriores, se nota una necesidad de mejorar la edición de los videos: en algunas ocasiones fue la causa de que se pida repetición del video o incluso de que no se respondiera la pregunta en cuestión. Además, algunas escenas deberían ser cambiadas, medida que incluso surgió de estudiantes que propusieron qué otra película utilizar. Esto es coincidente con resultados previos que afirman que el obstáculo para un uso extendido de videos de ciencia no es la falta de percepción de la efectividad, sino que las dificultades técnicas involucradas en encontrar videos apropiados y mostrarlos efectivamente a la totalidad de los estudiantes (Muller y Sharma, 2005).

Las respuestas observadas estuvieron claramente condicionadas por el cuestionario, hecho que fue beneficioso en el sentido de que permitió concentrar los esfuerzos de los estudiantes, pero perjudicial en el sentido de que se limitó el pensamiento libre del estudiante. Se analiza, para futuras ediciones, la posibilidad de un análisis colaborativo en grupos de una o dos secuencias fílmicas, y su presentación al resto de la clase. Además, diversos autores proponen el uso de las películas para fortalecer el trabajo escrito, o como actividades de tarea que permitan un análisis más detallado (Efthimiou y Llewellyn, 2004).

Evidentemente esta actividad presenta enormes posibilidades futuras. La mayor predisposición de los estudiantes a hacer preguntas acerca de la física en los videos sin ser incitados (Muller y Sharma, 2005) es uno de los factores principales a ser aprovechado. Cuando se preguntó al final del cuatrimestre que fue lo que más le gustó de la materia el 56% mencionó a esta actividad. Por todo esto esperamos en futuras ediciones un impacto mayor, y una propagación hacia otros capítulos de la física, ya que, con el enfoque correcto, se puede mejorar el entendimiento de esta asignatura y, aún más importante, el aumento del interés de los estudiantes en una de las disciplinas que han perdido terreno en el campo popular en las últimas décadas.

## REFERENCIAS

Dark, M. L. (2005). Using Science Fiction Movies in Introductory Physics. *The Physics Teacher*, 43, pp. 463-465.

Efthimiou, C. E. y Llewellyn, R. A. (2003). *Physical science: A revitalization of the traditional course by avatars of Hollywood in the physics classroom*. <http://arXiv.org/abs/physics/0303005>

Efthimiou, C. E. y Llewellyn, R. A. (2004). “Physical in Films” A New Approach to Teaching Science. <http://arXiv.org/abs/physics/0404064>

Feder, T. (2002). Teaching physics with superheroes. *Physics Today*, 55(11), pp. 29-30.

Muller, D. A. y Sharma, M. D. (2005). Determining the factors affecting student perceptions of a popular science video. *Australasian Journal of Educational Technology*, 21(4), pp. 491-509.