

Transmisión de imágenes mediante el sonido. Secuencia de aprendizaje basada en la indagación

Image transmission by sound. Inquiry-based learning sequence

Adrian Ceferino Gabbanelli^{1,2} y Esteban Guillermo Szigety^{1,3}

¹Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Av. Departamento de Física. Juan B. Justo 4302, esquina Ratero. Mar del Plata, CP 7600, Buenos Aires, Argentina.

²Colegio Luis Federico Leloir. Avellaneda 1443. Mar del Plata, CP 7600, Buenos Aires, Argentina.

³Colegio Nacional "Dr. Arturo U. Illia". Matheu 405. Mar del Plata, CP 7600, Buenos Aires, Argentina.

*E-mail: gabbanelli@yahoo.com

Resumen

El proyecto busca iniciar acciones didácticas concretas para vincular la ciencia y la tecnología dentro del Ciclo Superior de la Escuela Secundaria con orientación en Ciencias Naturales, en la materia Física, con los contenidos de ondas sonoras y electromagnéticas. Los estudiantes analizaron junto con el docente el funcionamiento físico de una antigua tecnología denominada Televisión de Barrido Lento (SSTV). Mediante la metodología de aprendizaje basado en la indagación, los estudiantes plantearon preguntas e hipótesis que respondieron por medio de datos experimentales. Se obtuvieron muy buenos resultados en cuanto a motivación y compromiso.

Palabras clave: Aprendizaje basado en la indagación; Telecomunicaciones; Física ondulatoria; Enseñanza de la física; SSTV.

Abstract

The project seeks to initiate concrete didactic actions to link science and technology within the Upper Cycle of Secondary School with an orientation in Natural Sciences, in Physics subject, with the contents of sound and electromagnetic waves. The students analyzed together with the teacher the physical functioning of an old technology called Slow Scan Television. Using inquiry-based learning methodology, students posed questions and hypotheses that they answered using experimental data. Very good results were obtained in terms of motivation and commitment.

Keywords: Inquiry-Based Learning; Telecommunications; Wave physics; Teaching of physics; Slow Scan Television.

I. INTRODUCCIÓN

La relación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente (CTSA) en la enseñanza es un punto muchas veces descuidado en las clases de nivel secundario. La importancia de este vínculo reside básicamente en que permite al estudiante alcanzar una idea multidimensional de los diversos factores que intervienen en la solución de problemas en el mundo de la ciencia (Allchin, 2011). La revisión de la tecnología aporta una mirada histórica y contextual de los contenidos enseñados en física. Al realizar actividades donde se vincula la tecnología y la física los estudiantes alcanzan una visión más integral de la ciencia y más cercana a las nociones de la naturaleza de la ciencia. Además de mejorar la actitud hacia las materias científicas como lo probamos en esta propuesta didáctica que se llevó a cabo con estudiantes del nivel secundario.

La contextualización de los conceptos físicos en el marco del desarrollo de los procesos tecnológicos permite comprender mejor los principios que subyacen a la disciplina. Numerosos trabajos de investigación dentro del marco de la didáctica de la ciencia (Gordillo *et al.*, 2009; Bennassar Roig *et al.*, 2010; Pedretti, 2003) confirman este hecho. Si la física se apoya en un principio universal de generalización de las leyes de la naturaleza, entonces una manera de hacer que los estudiantes se vuelquen por su estudio es vinculando dichas leyes con su vida cotidiana. Esta propuesta apunta a dar respuesta a variados trabajos de investigación (Solbes y Vilches, 1995; Ríos y Solbes, 2007 y 2003) que indican la falta de interés de los docentes de nivel secundario en poner de manifiesto estas interacciones CTSA, concluyendo también que en el ámbito universitario este vínculo es todavía más débil.

En aras de ocuparnos del problema proponemos introducir una serie de fases que permiten llevar adelante una propuesta didáctica que ponga en juego las concepciones de CTSA. El ítem que se tratará aquí es la enseñanza de las ondas sonoras y electromagnéticas (de ahora en más, OEM) y las tecnologías asociadas a ella en las comunicaciones. Los docentes por lo general proporcionan una imagen aislada y desconectada entre estas ondas electromagnéticas y las señales de wifi o de telefonía móvil con las que convivimos a diario. Además, se rescata una antigua tecnología denominada, la televisión de barrido lento (más conocida por sus siglas en inglés SSTV, de *Slow Scan TV*) como caso para vincular la física con los objetivos de la CTSA. Básicamente es un método de transmisión de imágenes donde cada color y posición de un pixel de la imagen escaneada se convierte en tonos de frecuencia audible. Esto se logra hoy en día por medio de aplicaciones codificadoras y decodificadoras que se pueden descargar de *Play Store* en forma libre y gratuita para teléfonos inteligentes. Esta información convertida de imagen a sonido luego se transfiere por diferentes medios. Por ejemplo, puede usarse la misma onda de sonido y estudiar transmisiones dentro de un rango de distancia entre emisor y receptor de decenas de metros dentro del colegio, o hasta kilómetros en zonas descampadas. O cómo lo hace un radioaficionado, que modulan la banda de onda corta con señales de sonido contenedoras de la información visual para miles de kilómetros de distancia. Para más información de esta tecnología se puede consultar Bruchanov (2012) o Flores, López, Tituaña, y Lupera (2018). El concepto de SSTV fue introducido por un estudiante de ingeniería electrónica norteamericano llamado Cophorne Macdonald a sus 20 años de edad en el año 1957 (Bruchanov, 2012). Quien desarrolló el primer sistema SSTV usando un monitor electrostático y un tubo de vidicon, empleando 120 líneas y aproximadamente 120 píxeles por línea para transmitir una imagen fija en blanco y negro dentro de un canal telefónico de 3 kHz. Desde 1957 y hasta hoy esta tecnología ha recorrido un largo camino desde ese entonces. Se utilizó para transmitir las primeras imágenes de la Luna y actualmente sigue siendo utilizado por la Estación Espacial Internacional para transmitir imágenes conmemorativas.

II. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y DIDÁCTICOS

Esta propuesta se llevó adelante en el Colegio “Luis Federico Leloir” de la ciudad de Mar del Plata en el 6° año orientado en Ciencias Naturales de la secundaria superior durante el ciclo lectivo 2019. Este proyecto tomó una importancia dentro de la comunidad formando parte del Programa de Actividades Científicas y Tecnológicas Educativas de la Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires. Los resultados de este trabajo que llevaron adelante los estudiantes fueron presentados en las Ferias Distrital de Educación, Artes, Ciencia y Tecnología, siendo proyecto destacado en la 47.ª Feria Provincial de Educación, Artes, Ciencia y Tecnología en Mar del Plata 2019. El trabajo llevó el nombre de “La Imagen del Sonido”, ver referencias.

Se trabajó en un modelo didáctico basado en el aprendizaje por indagación, estrategia educativa en la que los estudiantes construyen su conocimiento de forma aproximada a como lo hacen los científicos profesionales: descubrir relaciones causales, formular preguntas o hipótesis y realizar experimentos para dar respuesta o probar sus afirmaciones (Pedaste *et al.*, 2015). A lo largo del trabajo áulico los estudiantes identificaron la situación problemática, delimitaron el problema y formularlo pregunta o de hipótesis con respecto a la tecnología SSTV. Además de organizar datos pertinentes al problema, evaluar el contexto e incluirlo en un análisis final. Estas competencias se encuentran contenidas en el aprendizaje basado en indagación como lo muestran numerosos estudios (Tan, Koh, Jonathan y Yang, 2017; Sujarittam, Tanamatayarat, y Kittiravechote, 2019) y coinciden con los objetivos de la educación científica en el aula actual (García-Carmona, 2013).

Cabe preguntarse luego ¿cómo llevar adelante un proyecto de investigación basado en la indagación? Y al respecto de esto diremos que la propuesta de este trabajo ha tomado como base las pautas presentadas por Pedaste *et al.* (2015) quienes realizan un exhaustivo relevamiento de las distintas fases que conforman el aprendizaje por indagación. Con base en este artículo y al de otros autores (Chinn y Malhotra, 2002; Budnyk, Protas, Voloshchuk, Berezovska y Rusakova, 2021; Madhuri, Kantamreddi y Prakash Goteti, 2012) hemos diseñado nuestro propio modelo de cómo llevar adelante un proyecto de investigación en física. El desarrollo de la propuesta se ha dividido en cuatro fases: orientación, conceptualización, investigación y conclusión. Las mismas serán desarrolladas en la siguiente sección.

III. IMPLEMENTACIÓN

A continuación, desarrollaremos las fases que fundamentaron la actividad durante la realización del proyecto. La idea es que lo que sigue a continuación pueda servir de referencia a otros grupos o docentes.

A. Fase de orientación

En esta etapa los estudiantes deben realizar un análisis de la tecnología de telecomunicaciones tanto desde los contenidos físicos como históricos. Básicamente el objetivo en esta etapa es hacer que el alumno reconozca en esta nueva actividad la competencia que se tiene que poner en juego: la capacidad de indagar. En este caso se les propone a los estudiantes un recorrido histórico desde los orígenes de las ondas hertzianas hasta la red submarina de cableado de fibra óptica que surca los océanos del mundo, pasando por la tecnología de la telecomunicación satelital. Esta etapa es fundamental ya que permite la observación de la evolución de la tecnología con base en un fenómeno físico: las ondas electromagnéticas ya sean en forma de radio o de luz. Durante esta etapa se trabajó con los estudiantes sobre la generación y recepción de las ondas electromagnéticas y su comparación con otras ondas. En la tabla I se puede encontrar las preguntas propuestas por el docente encargado de guiar esta fase.

TABLA I. Preguntas y análisis de la fase de Orientación.

Preguntas	Análisis de las preguntas
¿Cómo hacer uso de los conceptos de electromagnetismo y la física de las ondas para transmitir información y modular una señal portadora?	Esta pregunta apunta a recorrer los inicios de la comunicación y los grandes beneficios de las OEM. Su alta velocidad permite una comunicación casi instantánea dentro de las dimensiones del globo terrestre. Se puede hacer mención mayor limitación de distancia como el sistema de telégrafo con su código de Clave Morse.
¿En qué afecta el ancho de banda de transmisión de distintas ondas?	En este caso se espera con esta pregunta introducir en la discusión sobre la superposición de ondas. Propiedad que permite que dentro de un cable puedan viajar ondas a distintas frecuencias conteniendo así informaciones diferentes. Así como poder discutir el efecto que tiene el ancho de banda en los servicios de internet de hoy en día.
¿Qué factores afectan la transmisión de las ondas electromagnéticas?	Se puede responder a esta pregunta envolviendo con papel de aluminio un Teléfono inteligente y observa como pierde capacidad de emitir o recibir información. Hablar del blindaje electromagnético y de qué forma distintos materiales puede atenuar las OEM en su recorrido.
¿Cómo se pueden usar las ondas para codificar una imagen?	La codificación de una OEM ha tenido a lo largo de la historia distintas técnicas. La pregunta apunta a desarrollar cada mecanismo de codificación: la amplitud modulada, la frecuencia modulada, las señales analógicas y las señales digitales.

B. Fase de conceptualización

En esta etapa se espera que los estudiantes se hagan sus propias preguntas e inicien una etapa de indagación. En esta fase el docente también puede hacer una pregunta que sirva de guía o ayuda a generar otros interrogantes. En esta oportunidad se presentó una pregunta general para que ellos se puedan enfocar en con mayor especificidad en el tema:

Si en caso de catástrofe NO se dispone de señal de datos de internet, ni señal de WIFI, ni servicio de energía eléctrica, para poder realizar comunicaciones móviles, será posible utilizar el teléfono celular y un equipo de radio para transmitir imágenes y texto a corta y larga distancia. ¿Qué parámetros podríamos estudiar referente a la tecnología SSTV que servirían como base para poder aplicarla en este contexto de catástrofe o emergencia?

El número total de estudiantes en el aula fue de 33 estudiantes. Se organizaron en cinco grupos, cada uno de ellos elaboró preguntas ante esa situación disparadora. Para esta presentación, hemos seleccionado a tres grupos de estudiantes, debido a que sus propuestas de indagación fueron las más interesantes. Los llamaremos Grupo A, B y C. Cada uno trabajó aspectos diferentes.

El grupo A, ante la situación que planteó el docente, formuló la siguiente pregunta: “[...] ¿cuál es la relación entre el tiempo empleado en la transmisión y el tamaño (bytes) o calidad de la imagen luego de la transmisión? Y comparar la relación velocidad calidad con respecto a las tecnologías actuales de comunicación digital”. Esta pregunta surge frente a los problemas que observó el grupo cuando ellos tienen que transmitir imágenes con aplicaciones como WhatsApp o similares y no disponen de datos móviles. Por lo tanto, orientaron su pregunta a tratar de encontrar algún tipo de relación entre el tiempo y el tamaño de las imágenes transmitidas.

El Grupo B planteó una hipótesis en vez de una pregunta. Era igualmente válido en esta etapa elaborar interrogantes o postular hipótesis. En el primer caso se trata de dar una respuesta científica argumentada con base en los datos empíricos. En el segundo, se espera que los datos permitan verificar la afirmación. Con base en esta consigna el grupo B indagó respecto al medio que se interpone en el camino de la onda y de qué forma este podría afectar la recepción de la información. La hipótesis fue la siguiente:

Los medios constituidos por sustancias metálicas o entramados conductores se comportan como espejos ante la presencia de ondas electromagnética y no permite una completa recepción de la información o al menos el ruido presente en la imagen es mayor, y como el ruido ambiente afecta al sonido en que se codifica la imagen.

Por último, el grupo C, trató de averiguar sobre las cuestiones energéticas en la transmisión de la información. Su pregunta apuntó a lo siguiente:

Al no disponer de un suministro seguro y continuo de energía eléctrica para nuestros dispositivos en condiciones de emergencia o catástrofe, nos preguntamos al respecto de la cantidad de energía que se necesita para transmitir una imagen con este sistema celular-radio. Dato que es interesante para saber el tamaño de la imagen (bytes) que podemos enviar en función de la batería del teléfono celular y del radio transceptor. De qué forma se puede realizar la carga de teléfonos celulares o radios portátiles utilizando paneles solares, baterías de vehículos, grupos electrógenos, etc.

El hecho de haber podido plantear una hipótesis o identificar una pregunta válida es un gran paso para el desarrollo de un trabajo por indagación. En esta fase cada grupo logró el objetivo de esta etapa, ya que fueron ellos quienes validaron sus preguntas e hipótesis. Decidir si la pregunta de investigación es válida requiere comprender el modelo de las OEM, ondas sonoras y los conceptos involucrados como frecuencia, longitud de onda, velocidad de propagación. Básicamente alcanzaron los objetivos de esta fase ya que enunciar un interrogante es tan importante, o más, que resolver un problema.

C. Fase de investigación

El proceso de planificación de la exploración o experimentación, recolección y análisis de datos tiene como desafío el diseño experimental. En este trabajo el diseño en parte viene planteado de antemano, ya que el profesor mostró en clase la forma en que se puede transmitir una imagen con la tecnología SSTV. Los elementos necesarios para llevar adelante esta fase fueron los celulares de los estudiantes, las aplicaciones antes mencionadas, y los transmisores de onda corta (*Handy*). Disponer de este material no quita la posibilidad de hacerse preguntas sobre varios aspectos de la investigación: cómo mejorar su funcionamiento; qué errores cometemos en la determinación de las medidas; en cuánto se pueden mejorar dichas medidas, o si el dispositivo puede usarse para realizar otras experiencias no realizadas hasta el momento.

También requiere que se realice el experimento y se obtengan datos para dar respuesta a las preguntas. El proceso de diseñar y realizar un experimento para probar una hipótesis no es tarea sencilla para estudiantes secundarios. Tiene que quedarles claro que en esta fase se tienen que obtener o recopilar de datos empíricos, no necesariamente numéricos. Los recursos y los instrumentos disponibles deben ser tales que aseguren la posibilidad de abordar las preguntas que se realizaron.



FIGURA 1. Modelo de conexión entre dos teléfonos inteligentes y transceptores de radio.

Los grupos, en distintos momentos, procedieron al armado del esquema de transmisión de la figura 1. Para realizar el análisis de las imágenes transmitidas, el primer teléfono se conecta al radio transmisor, que emite ondas electromagnéticas, y el radio receptor reproduce el audio que luego ingresa al segundo celular a través de su micrófono y reconstruye la imagen original. Todos los grupos requirieron los mismos materiales: dos celulares o tabletas, o dispositivos similares con sistema operativo Android; dos radios portátiles tipo *Handy*, transceptores VHF o UHF; cables de conexión para auricular, conector de 3.5 mm; software codificador y decodificador para SSTV, descargando aplicaciones libres de *Play Store*. (<https://play.google.com/store/apps/details?id=om.sstvencoder>; <https://play.google.com/store/apps/details?id=xdsopl.robot36>)

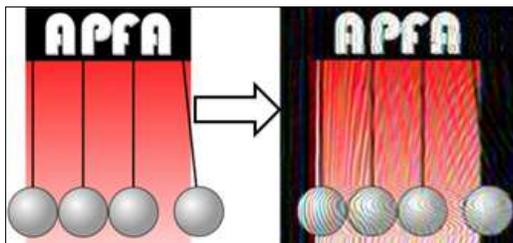
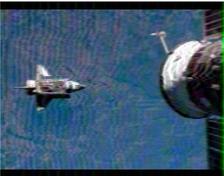


FIGURA 2. Ejemplo de transmisión por SSTV del logo de APFA utilizando el modelo de transmisión.

Grupo A. Este grupo procedió a transmitir imágenes de distinto tamaño (bytes) y dimensiones (píxeles), para obtener datos del proceso, y el tiempo de duración de las transmisiones. Después, se analizaron las imágenes recibidas luego del proceso empleando SSTV. Se observó que las imágenes al final de proceso tenían las mismas características. En la tabla II se pueden observar los resultados obtenidos por este grupo de estudiantes.

TABLA II. Estrato de algunos datos obtenidos de tiempo de duración de la recepción en función de las dimensiones de la imagen, es decir tamaño en píxeles y tamaño del archivo.

Características y dimensión de la imagen original	Profundidad de color recibida luego de decodificar	Tamaño de la imagen recibida luego de decodificar	Dimensión y formato de la imagen recibida	Tiempo de la duración de recepción de la imagen	Imagen recibida
Píxeles 800x800 Tamaño 562 kB	32 bits	153 kB	320x240 píxeles, "png"	37,68 segundos	
Píxeles 1920x1080 Tamaño 60 kB	32 bits	157 kB	320x240 píxeles, "png"	38,15 segundos	
Píxeles 620x465 Tamaño 56 kB	32 bits	165 kB	320x240 píxeles, "png"	38,05 segundos	

Grupo B. En su fase de investigación este grupo se vio forzado a realizar un estudio cualitativo más que cuantitativo de los datos. El objetivo para cumplir con la pregunta propuesta era determinar si las imágenes transmitidas por el sistema SSTV ven afectada su calidad cuando se interponen distintos medios entre emisor y el receptor. Los estudiantes, en primer lugar, usaron las mismas instalaciones del colegio para detectar algún tipo de apantallamiento, disminución de la señal o ruido. Emitieron desde un aula y se ubicaron horizontalmente en otros sectores del colegio

para que la mampostería se interpusiera entre ellos. Luego, repitieron eso con los tres pisos del colegio. Se observó también que el ruido ambiente afecta apreciablemente a las ondas sonoras en las cuales se codifica o decodifica la imagen.

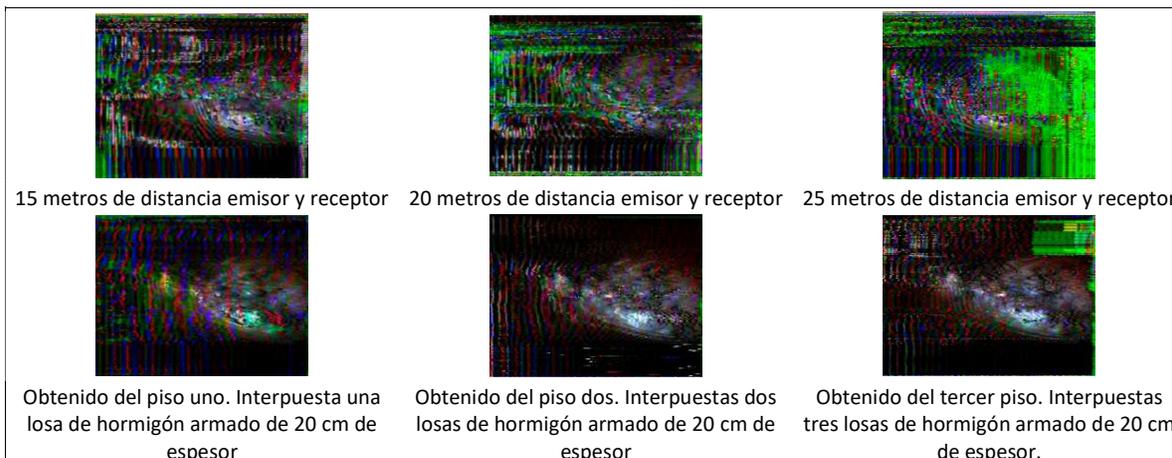


FIGURA 3. En la parte superior se observa la imagen usada para esta investigación (cielo nocturno) 3700x2450 pixeles y un tamaño de formato PNG de 12,3 MB. En la primera línea de imágenes se observan las imágenes obtenidas por los estudiantes utilizando solo la onda sonora como intermediaria en entre receptor y emisor. En la segunda línea son algunas imágenes obtenidas usando OEM como intermediarias de la comunicación cuando se interponen distintos materiales.

En la figura 3 se observan los resultados de la investigación del Grupo B: imágenes de la trasmisión cuando se utiliza solo la recepción a través del sonido que se genera de un teléfono inteligente a otro. En este caso no hay ondas electromagnéticas de intermediarias. En la segunda parte de esta experiencia, utilizaron la configuración de la figura 1. Una parte del grupo emitió desde el salon de clase y otra parte de los estudiantes (receptor) se fue alejando. El parte del grupo que se alejaba fue recorriendo distintos lugares del colegio intentando que se interpusieran distintos medios entre el emisor y el receptor.

Grupo C. Este se encontró con varios problemas para poder determinar la potencia consumida al tratar de transmitir una determinada imagen. Con base en los conocimientos de electricidad de 5.º año usaron la expresión:

$$Pot = V \cdot I \tag{1}$$

Sabiendo el voltaje nominal (V) con que trabajan un celular y una radio de VHF, la única dificultad es calcular la corriente (I) consumida en el proceso de transmisión de la imagen y el tiempo requerido. Con esa información es posible determinar cuánta energía es necesaria en caso de emergencia para logran la transmisión de una imagen. Los voltajes nominales de funcionamientos fueron obtenidos a partir de las especificaciones de cada dispositivo. El teléfono inteligente tiene un voltaje entre 3,8 V y 3,65 V, mientras que la radio de VHF/UHF tiene entre 7,4 V y 7,1 V con su carga media. La medida de la corriente instantánea consumida por un teléfono se pudo obtener con ayuda de la aplicación de descarga gratuita “Ampere” <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gombosdev.ampere>

Por medio dos multimetros digitales se realizaron mediciones de corriente continua en el consumo de la radio VHF/UHF en recepción y transmisión. La conexión del amperímetro en serie con la batería fue sugerida por el profesor, quien ayudó a realizar las conexiones. En la tabla III se observa algunos de los datos obtenidos por los estudiantes. Estos datos pueden varias según los equipos utilizados y potencias empleadas.

TABLA III. Datos obtenidos de corriente del teléfono inteligente y del Handy durante la transmisión de imágenes.

Tamaño de la imagen y dimensiones en pixeles	Tiempo	Corriente teléfono inteligente que codifica	Corriente Handy transmisión	Corriente Handy recepción	Corriente teléfono inteligente que decodifica
724x556 – 420kB	38,41 s	270 mA	1,2 A	321 mA	165 mA
1520x1024 – 2,4 MB	37,36 s	265 mA	1,1 A	332 mA	183 mA
2416x1756 – 7,38 MB	38,38 s	284 mA	1,2 A	345 mA	172 mA
5472x3552 – 29,5 MB	37,66 s	276 mA	1,3 A	305 mA	166 mA

D. Conclusión

Aquí, el modelo físico que los estudiantes estuvieron trabajando —tanto en las clases como en forma personal— debe compararse con el trabajo de las mediciones y con sus investigaciones propuestas. Los datos que lograron medir tienen que mostrar algún tipo de relación, poner en juego el modelo electromagnético para apoyar las hipótesis y preguntas iniciales. En esta etapa el estudiante tiene que evaluar si la explicación que está dando se encuentra a la altura de la pregunta realizada. Emitir un juicio o una respuesta basado en los datos es el desafío que se pretende para un estudiante que se encuentra en los últimos años de la secundaria. Tiene que poder evaluar y asegurar que está generando un nuevo aporte a su propio conocimiento. A continuación, transcribimos algunas de las presentaciones dadas en las conclusiones de los tres grupos expuestos.

La conclusión de Grupo A fue la siguiente:

Se determinó que el tiempo de transmisión de todas las imágenes es independientemente de su tamaño original es el mismo, tardando aproximadamente de 37 a 38 segundos en ser recibidas. En la determinación del tiempo pudo haber algún tipo de error ya que este fue determinado de manera manual por un compañero que recibida la orden de iniciar el cronometro y de finalizarlo. Aquí es muy probable que se haya cometido un error. A pesar de esto no se encontraron diferencias muy importantes cuando se modificaba el tamaño de la imagen. El software encargado de la codificación procesa a todas las imágenes de la misma forma sin importar el tamaño. Es decir que la imagen final era de una cantidad de Pixeles y tamaño fijo. Con base en estos datos se pudo determinar que el software convierte a las imágenes al mismo formato independientemente de la imagen original. Esto explicaría porque que el tiempo es el mismo en todos los casos, no hay otra explicación. (Transcripción del trabajo escrito del Grupo A)

El Grupo B concluyó:

Estas conclusiones se lograron emitiendo desde un aula, al aula contigua y así a la siguiente. Hasta comenzar a recibir señal desde el 1 piso hasta la terraza del colegio. Se observa que la calidad de la imagen no se ve afectada considerablemente, solo se ve distorsiones que se pueden deber a distintos problemas como el sonido ambiente cuando recibe la onda de sonido con el celular. Para esta serie de pruebas realizadas se ve que la recepción funciona bastante bien. Todas las imágenes tiene algún tipo de ruido, pero no parece ser muy diferente uno de otro. Una sola imagen presento un cambio en el color y creemos que se pudo deber a la interferencia de los ruidos de ese momento, ya que se hizo desde la terraza del colegio. Pero una misma imagen es obtenida también desde la terraza, ya no presenta ese problema. (Transcripción del trabajo escrito del Grupo B)

El Grupo C generó con base en los datos esta conclusión, de carácter más cuantitativo que las anteriores, pero no es demérito para los otros grupos haber trabajado en forma más cualitativa:

Sabiendo que un panel solar pequeño puede proveer 500 mA a 6V durante un día de sol medio, esto muestra que en 37 segundos que requiere la transmisión no se podrá alimentar ninguno de los dispositivos que usaron en esta mediciones. Por lo que se necesita de una batería de carga que pueda almacenar la energía necesaria. En la parte de emisión se necesita una energía promedio de 364 Joules y de la parte de recepción 112 Joules. Estas energías no son muy importantes para una hora de recepción de luz solar con paneles solares pequeños que pueden proveer cerca de 10 000 Joules, suficiente para cerca de 29 imágenes poniendo como límite a la parte emisora de las imágenes que es quien más energía consume. (Transcripción del trabajo escrito del Grupo C)

IV. EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES

El interés de los autores por presentar esta actividad en aula de física se debe a que una enseñanza basada en la indagación en el ámbito de las actividades experimentales ha demostrado mejores resultados en comparación con un enfoque de clase puramente expositiva y de resolución de ejercicios. En particular, las conclusiones a las que arribaron los estudiantes han sido por demás satisfactorias. Los extractos mostrados en la sección anterior, para responder una pregunta o para verificar la hipótesis, estuvieron fundados en los datos empíricos obtenidos en el desarrollo del proceso de indagación. Sus afirmaciones finales tienen carencias propias de la inexperiencia en el trabajo experimental, pero han logrado el objetivo de dar una explicación científica. Este mismo tema fue desarrollado años anteriores por el profesor encargado, bajo el formato en el cual los estudiantes resuelven problemas y memorizan procesos algorítmicos; se concluye que los resultados han sido significativamente distintos en el aspecto de la motivación. La apuesta de haber cambiado de una clase basada solo en entender conceptos a otra donde el objetivo está en resolver una problemática cambia la actitud de los estudiantes ante la materia. Podemos afirmar que se

produjo un cambio significativo de los participantes hacia la realización de experimentos. Se mejoró el desempeño de los estudiantes a nivel académico en la materia física, aunque en los subsiguientes temas se retomara la metodología de resolver problemas y estudiar conceptos. Además, se logró que los participantes encontrasen una relación entre la telecomunicación y sus tecnologías asociadas y los principios físicos de generación y recepción de ondas, encontrando que la física es parte de su realidad circundante.

La propuesta tiene algunos puntos en contra que corresponde indicar. No se ha realizado una investigación sobre las mejoras del aprendizaje conceptual de esta secuencia de trabajo comparada con las actividades clásicas de clase. Es fundamental aclararlo, dado que los beneficios indicados en el párrafo anterior han sido apreciaciones dadas por el profesor a cargo y por la mejora en el ánimo y la conducta reinante en clase. Estas observaciones no son una cuestión menor, pero cabe aclarar que esta secuencia requerirá en un futuro de un estudio exploratorio sobre las mejoras en la enseñanza que aporta este tiempo de implementación. Un segundo punto para aclarar es sobre el desarrollo de la propuesta en el tiempo. El docente que lleva adelante actividades de este tipo debe saber que la secuencia completa requirió de un mes de trabajo en clase con tres horas semanales. Claramente este es un punto a tener en cuenta cuando se ponen en práctica esta metodología, ya que sería menor el tiempo que se requeriría si se implementara una estrategia de aprender conceptos y resolver problemas con lápiz y papel.

Como cierre de esta propuesta afirmamos que la indagación es una estrategia válida para promover las habilidades de orden superior dentro de la enseñanza de la ciencia. Ya no puede haber lugar en el ámbito secundario para propuestas pedagógicas orientadas exclusivamente a la memorización y las metodologías algorítmicas. Las propuestas que más habilidades de orden superior ponen en juego son aquellas que se pueden asemejar al razonamiento científico. Estamos ante una nueva etapa de la enseñanza de la ciencia, donde queremos que nuestras disciplinas sean vistas como un cuerpo de conocimientos bajo un proceso dinámico y que desde ningún punto de vista es un conocimiento acabado y estático.

Este trabajo desde el punto de vista experimental permitió reflotar la tecnología SSTV con la disponibilidad actual de los teléfonos celulares y su gran versatilidad de configuración, en situaciones donde no se dispone de señal de Internet y con bajo consumo de energía, pudiendo analizar por parte de los estudiantes una gran variedad de conceptos físicos. Ya que la mayoría de las personas emplean teléfonos celulares y, además, los radios portátiles son hoy en día de bajo costo, se puede concluir que es factible su implementación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración y la buena predisposición de las autoridades del Colegio Luis Federico Leloir. También a los alumnos del curso 6.º, turno tarde, año 2019, orientación Ciencias Naturales, por su esfuerzo y su dedicación.

REFERENCIAS

- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, 95(3), 518-542.
- Bennàssar Roig, A., García Carmona, A., Vázquez Alonso, Á., Manassero Mas, M. A., Figueiredo, M., y Paixão, F. (2010). *Ciencia, Tecnología y Sociedad en Iberoamérica: Una evaluación de la comprensión de la Naturaleza de Ciencia y Tecnología*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.
- Bruchanov M. (2012) *Image Communication on Short Waves*. Recuperado de: <http://www.sstv-handbook.com/>
- Budnyk, O., Protas, O., Voloshchuk, H., Berezovska, L. y Rusakova, O. (2021). Current challenges in the conditions of distance education: Inquiry based learning. *Revista Inclusiones*, 210-222.
- Chinn, C. A. y Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218.
- Flores, G., López, E., Tituaña, L., y Lupera, P. (2018). Receptor Multibanda de Bajo Costo para la Recepción de Imágenes de Satélites Meteorológicos y SSTV. *Revista Politécnica*, 40(2), 25-30.
- Gabbanelli, A. (2019) Muro virtual del proyecto "La Imagen del Sonido" Feria Provincial de Educación, Artes, Ciencia y Tecnología, Mar del Plata 2019. <https://padlet.com/leloirfisica/sstv>

García-Carmona, A. (2013). Educación científica y competencias docentes: Análisis de las reflexiones de futuros profesores de Física y Química. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 10, 552-567.

Gordillo, M. M., Tedesco, J. C., López Cerazo, J. A., Acevedo Díaz, J. A., Echeverría, J. y Osorio, C. (2009). *Educación, ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI.

Madhuri, G. V., Kantamreddi, V. S. S. N. y Prakash Goteti, L. N. S. (2012). Promoting higher order thinking skills using inquiry-based learning. *European Journal of Engineering Education*, 37(2), 117-123.

Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., De Jong, T., Van Riesen, S. A., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C. y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.

Pedretti, E. (2003). Teaching science, technology, society and environment (STSE) education. En D.L. Zeidler (ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (219-239). Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers

Ríos, E. y Solbes, J. (2003) Relaciones CTS, punto de encuentro entre ciencia y tecnología, *Alambique*, 38, 62-70.

Ríos, E., y Solbes, J. (2007). Las relaciones CTSA en la enseñanza de la tecnología y las ciencias: una propuesta con resultados. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(1), 32-55.

Solbes, J. y Vilches, A. (1995). El profesorado y las actividades CTS, *Alambique*, 3, 30-38

Sujarittam, T., Tanamatayarat, J. y Kittiravechote, A. (2019). Investigating the Students' Experimental Design Ability toward Guided Inquiry Based Learning in the Physics Laboratory Course. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 18(1), 63-69.

Tan, J. P. L., Koh, E., Jonathan, C. y Yang, S. (2017). Learner dashboards a double-edged sword? Students' sense-making of a collaborative critical reading and learning analytics environment for fostering 21st-century literacies. *Journal of Learning Analytics*, 4(1), 117-140.