

VidAnalysis: un puente entre teoría, experimentos, física de la vida cotidiana y formación docente en tiempos de covid-19

VidANALIZA: a bridge between theory, experiments, everyday physics and teacher professional development in times of covid-19

Ana Paula Lucero^{1*}, Myriam Villegas^{1,2} y Julio Benegas^{1,3}

¹Departamento de Física, Fac. de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales. Universidad Nacional de San Luis (UNSL), 5700 San Luis. Argentina.

²Instituto de Física Aplicada San Luis (INFAP)- UNSL-CONICET.

³Instituto de Matemática Aplicada San Luis (IMASL)- UNSL-CONICET.

*E-mail: jcbenegas@gmail.com

Resumen

Se describe una experiencia de aula para utilizar la aplicación para teléfonos celulares VidAnalysis, destinada a analizar videos de objetos en movimiento para describir el comportamiento de sus variables cinemáticas. Alumnos del Profesorado en Física eligieron experiencias, diseñaron guías de laboratorio que guiaran a los estudiantes a realizarlas en pequeños grupos. También debieron proponer un informe de laboratorio, a realizar por los eventuales alumnos de secundario, y una guía del docente, para que la práctica propuesta pudiera ser utilizada por otros profesores. Los estudiantes destacaron la importancia de realizar estas prácticas con celulares de mediana gama, ya que utilizar sus propios equipos debería incentivar el trabajo estudiantil. Su opinión fue muy positiva respecto de trabajar con distintas representaciones y de la modelización matemática de las gráficas cinemáticas para fortalecer el aprendizaje conceptual, inclusive el propio de estos futuros profesores. También destacan el valor de estas prácticas para su formación profesional y la importancia de utilizar elementos tecnológicos como recursos didácticos en la escuela secundaria.

Palabras clave: VidAnalysis; Cinemática; Aprendizaje activo; Modelización.

Abstract

This work describes a classroom experience carried out by pre-service physics teachers using the cell phone app VidAnalysis to describe the kinematics of real-life objects in motion, including its math modeling. Students had to select an appropriate experiment and, based on explicitly stated learning objectives, design, in the framework of active learning instruction, a student activity guide aimed to a regular physics course of the local high school system. This student guide had to be complemented with the design of a model lab report and a teacher's guide. The aim of the later was to facilitate the use of the planned experience by other teachers in similar courses. The students were able to develop, in remote form, the experience without major difficulties with their own mid-range cell phones. Students' opinion was very positive toward the use of these type of activities, noting the simplicity and teaching power of the cell phone application VidAnalysis, including the possibility of carrying out mathematical modeling of the kinematics graphs, certainly a welcome bridge between math and physics, that helps to integrate the teaching of both disciplines in a context of every day phenomena. Students also pointed out the importance of performing this type of experiments for their professional formative process, as well as the relevance for high school students of using their own phones as a learning instrument.

Keywords: VidAnalysis; Kinematics; Active learning; Modeling.

www.revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FÍSICA, Vol. 33, no. extra (2021)

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es presentar una experiencia de aula sobre la utilización de la aplicación para teléfonos celulares VidAnalysis (2021) con el que tenemos experiencias previas (Villegas, Rodríguez y Benegas, 2019). Esta aplicación permite, mediante videos de objetos en movimiento, generar una tabla de datos posición-tiempo obteniéndose, a partir estos datos, gráficas de las variables cinemáticas y su modelado con distintas funciones matemáticas. Se presentan y analizan en este trabajo las prácticas de laboratorio propuestas por alumnos de la carrera de Profesorado en Física como parte de las actividades que deben realizar al cursar la materia Laboratorio de la Enseñanza de la Física I, de dicha carrera.

La utilización de elementos de alta tecnología digital en las aulas de la escuela secundaria ha sido sistemáticamente recomendada por diversas instituciones educativas, nacionales e internacionales, tanto en lo que respecta a la enseñanza de la física (The National Science Teachers Association; NSTA, 1999) como de la matemática (National Council of Teachers of Mathematics; NCTM, 2000). Las recomendaciones de estas instituciones, y de otras similares, destacan la importancia de que los estudiantes, para obtener un aprendizaje significativo y profundo, puedan establecer relaciones entre lo que se enseña en el aula y lo que ellos experimentan en la vida real, fuera del contexto escolar (Boaler, 1998; Borenstein, 1997).

Parece evidente que, si la utilización de tecnología y las aplicaciones al mundo real son objetivos de la instrucción, entonces es necesario que ambas estén presentes en la formación del futuro profesor, de modo que puedan incorporarlos a su conocimiento pedagógico del contenido (Mishra y Koehler, 2006). Al respecto existe un acuerdo (Flick y Bell, 2000; Garofalo, Drier, Harper, Timmerman, y Shockey, 2000) en recomendar que, tanto en la enseñanza de las ciencias como de la matemática, la tecnología debe ser introducida y utilizada en el contexto de la ciencia a enseñar. Desde el punto de vista de los recursos tecnológicos, las aplicaciones más comunes incluyen tanto el uso de dispositivos digitales para la toma, análisis y representación de datos experimentales, como la utilización de otros recursos informáticos, como la simulación. La toma de datos y su análisis y representación en tiempo real han permitido el desarrollo de muy exitosas estrategias de aprendizaje activo, como Workshop Physics (Laws, 1998), Real Time Physics (Thornton, Laws y Sokoloff, 1999) e Interactive Lecture Demonstrations (Thornton y Sokoloff, 2004), por citar solo las primeras que lideraron este movimiento. Por otro lado, las aplicaciones de análisis de videos para computadoras se han utilizado prácticamente desde inicios de este siglo, con programas de acceso libre como Tracker (2021), que han demostrado ser herramientas didácticas muy útiles para apoyar el aprendizaje estudiantil. Con el desarrollo tecnológico actual estas aplicaciones informáticas se incorporaron a los teléfonos celulares, y la utilización didáctica de una de ellas en la formación del profesorado, VidAnalysis (2021), es objeto de estudio en este trabajo.

II. ANÁLISIS DE VIDEO Y LABORATORIO EN TIEMPO REAL: SIMILITUDES Y DIFERENCIAS

La utilización de teléfonos celulares para el análisis de videos permite realizar todo el proceso de observación, registro del movimiento, toma de datos, su análisis y representación en un solo dispositivo, que además está disponible en forma permanente a cada uno de los estudiantes. En primer lugar, la cámara de video del celular es utilizada a los efectos de registrar, en un pequeño video, el movimiento del objeto a estudiar. Luego este video es utilizado por la aplicación VidAnalysis para registrar la posición de un punto del objeto en cada uno de los cuadros (la variable tiempo) que constituyen el video. Esta posición se registra primero en pixeles, para ser luego transformada a unidades de longitud preestablecidas por la misma aplicación utilizando como referencia un elemento de longitud conocida. De esta manera se obtiene una tabla de datos (posición, tiempo) que es utilizada por la aplicación para generar graficas posición vs tiempo, y, a través del cálculo numérico, también calcular y representar la evolución de la velocidad y aceleración del objeto. La utilización de las interfases analógicos/digitales permitió a su vez que los datos experimentales registrados por sensores de distintas magnitudes físicas (posición, temperatura, etc.) pudieran ser analizados y representados gráficamente en tiempo real en computadoras dotadas del correspondiente software (Pasco, 2021; Vernier, 2021). En principio ambos métodos, la toma de datos en tiempo real y el análisis de videos, proporcionan similar información (gráficas de la evolución de alguna variable física), por lo que, eventualmente, el profesor de física (o el de matemáticas) puede enfrentarse a la alternativa de cuál de ellos recomendar su utilización o compra. Por esta razón consideramos que la comparación de sus principales características es de relevancia en la formación del profesorado. Las siguientes son algunas de las ventajas del análisis de videos sobre los sistemas de registro de datos en tiempo real:

1. No hay limitación respecto a las distancias a medir. Por ejemplo, los detectores de movimiento tienen un rango de aplicación entre 0,5 y 5-6 metros, con un campo visual muy estrecho, generalmente menor a 20° de la dirección visual, con la complicación adicional que cualquier otro objeto entre el sensor y el objeto-sistema producirá lecturas erróneas.

2. El análisis de videos permite estudiar movimientos bidimensionales, sin requerir de un sensor extra para ello, también limitados por el angosto cono visual disponible.

3. Se puede registrar el movimiento de más de un objeto a la vez. Esto permite comparar el movimiento de más de un objeto en el sistema estudiado, algo que no se puede realizar midiendo en tiempo real, aun cuando se cuente con varios sensores.

4. De igual manera el análisis de videos no requiere la complejidad de las conexiones físicas entre los detectores, la interfase y la computadora.

5. los programas de análisis de videos permiten múltiples representaciones de la situación bajo estudio (tablas de valores, gráfica, algebraica y pictórica).

6. El costo para la institución. Los programas de análisis de videos son libres (aunque también los hay comerciales), mientras que el principal equipamiento, el celular, es provisto por los estudiantes. El equipamiento para las experiencias de representación en tiempo real es caro (Vernier, 2021; Pasco, 2021) y generalmente requiere de la disponibilidad de un laboratorio bien equipado, lo cual restringe su utilización casi exclusivamente al ámbito universitario.

El registro y representación de experimentos en tiempo real tiene por su parte algunas ventajas. La primera es que incorpora toda la práctica científica en la experiencia didáctica, incluido en primer lugar la consideración del error experimental. Este factor es limitado en el análisis de video, donde el error experimental se refiere a la precisión con que el alumno pueda marcar el mismo punto del objeto en todos los cuadros. A veces esta precisión es un importante factor que limita la utilidad didáctica la aplicación. El gran beneficio si se puede disponer del equipamiento para análisis de datos en tiempo real es la gran variedad de variables que se pueden medir en función del tiempo, y no solamente posición.

Puede decirse que, en general, el análisis de videos permite realizar experimentos con mayor detalle y a un costo mucho menor que con experimentos en tiempo real. Pero la gran ventaja es que el experimento registrado en el video clip puede corresponder a algún objeto de la vida cotidiana (auto, persona, etc.) aplicando automáticamente el saber áulico a la vida fuera del aula. Parece importante agregar que, desde el punto de vista del aprendizaje, la posibilidad de que el alumno tenga todo el experimento (video) y la aplicación para su registro y análisis disponible en cualquier momento y lugar (además del laboratorio escolar) puede ser una gran ventaja educativa.

III. EL CONTEXTO

Esta experiencia se llevó a cabo con alumnos del Profesorado en Física que estaban cursando la asignatura Laboratorio de Enseñanza de la Física I, en la UNSL. Esta asignatura, una de las dos del plan de estudios destinadas a formar a los futuros profesores en estrategias de enseñanza de la física en la línea de trabajo de Aprendizaje Activo (Meltzer y Thornton, 2012), tiene por objetivo formar a los estudiantes en la utilización didáctica del laboratorio en la enseñanza de la física en el nivel medio. En la enseñanza presencial los estudiantes se le pedía elegir un experimento para llevarlo a cabo en una escuela, previamente elegida, desarrollando para ello la Guía de Laboratorio que deberían utilizar los estudiantes.

Durante el año 2020, debido a la cuarentena, ni las actividades presenciales ni las prácticas en escuela secundaria se pudieron realizar, por lo que se adaptaron estas tareas a la modalidad remota de enseñanza. Para ello los estudiantes debieron elegir dos prácticas, una con elementos de alta tecnología y otra con elementos de baja tecnología, pero ambas de costo básicamente nulo para la institución, habida cuenta de las condiciones más comunes de las escuelas del sistema educativo regional.

Para cada práctica los estudiantes debieron confeccionar una Guía de Laboratorio para que los estudiantes de un curso de secundaria llevaran a cabo ese práctico. Las guías además debían tener una estructura de aprendizaje constructivista, que siguiera los lineamientos del aprendizaje activo. Complementariamente para cada práctico también debían presentar actividades estudiantiles de aprendizaje previas al laboratorio, un modelo de Informe de Laboratorio, así como una Guía del Docente, con consejos y consideraciones para que otros docentes pudieran llevar a cabo este práctico en cursos similares. Tanto el trabajo estudiantil de selección, realización de los experimentos y confección de las respectivas guías como el de supervisión y la evaluación del alumno-docente fue realizado a distancia. En particular se destaca el proceso de evaluación formativa (Anijovich y González, 2019) (redacción de la guía, corrección, retroalimentación positiva, implementación, redacción definitiva) llevado a cabo en todas las instancias de estas actividades, para que el resultado final tuviera un contenido y forma que posibilitara su difusión y posible uso en las aulas del sistema educativo local.

IV. LOS EXPERIMENTOS PROPUESTOS

Los experimentos que propusieron, y luego llevaron a cabo, los dos alumnos del curso fueron, movimiento vertical de subida y bajada de una pelota de tenis y movimiento de una pelota sobre una rampa inclinada. Estos clásicos experimentos fueron utilizados para estudiar el comportamiento de las variables cinemáticas en un movimiento acelerado unidimensional. Ambos experimentos tienen la posibilidad de hacer una práctica alternativa, o complementaria, cuyo objetivo sea estudiar la relación fuerza-movimiento. Se describe a continuación la estructura de los tres documentos que debían diseñar los estudiantes, como una práctica de su futura labor profesional.

Se les solicitó que la primera parte de la *Guía de Laboratorio* debía contener los *Objetivos* de ese laboratorio, los cuales debían establecerse según el esquema preestablecido por los resultados de la investigación educativa en la enseñanza de la física, por ejemplo, los propuestos por reconocidas instituciones de ese ámbito (AAP, 2008; AAP, 2015; NAP, 2006). Consideramos que definir primero y explícitamente los objetivos del laboratorio, es fundamental para organizar y seleccionar las actividades del práctico. Estos objetivos didácticos del experimento debían detallarse también al comienzo de la Guía del Docente. Los objetivos específicos de aprendizaje, por otro lado, debían explicitarse al comienzo de la Guía de Laboratorio, para que los estudiantes tuvieran claro sus aspectos centrales y por qué era importante realizar ese práctico.

Siguiendo un esquema constructivista de aprendizaje activo cada guía de prácticos debía proponer actividades para antes, durante y después de la clase de laboratorio, pensando al laboratorio con una secuencia de aprendizaje cuyos elementos centrales son predicción-decisiones-discusión con pares-conclusiones y difusión de resultados. En este esquema la actividad previa tiene por objetivo principal la preparación del estudiante para el aprendizaje, revelando en ese proceso sus ideas previas sobre el tema central de práctico. Para ello los estudiantes debían pensar en el experimento, describir el movimiento en palabras simples y realizar una predicción de las correspondientes gráficas posición vs tiempo y velocidad vs tiempo. Este tipo de predicciones hace evidente varios aspectos del pensamiento estudiantil, por ejemplo, su elección del sistema de coordenadas.

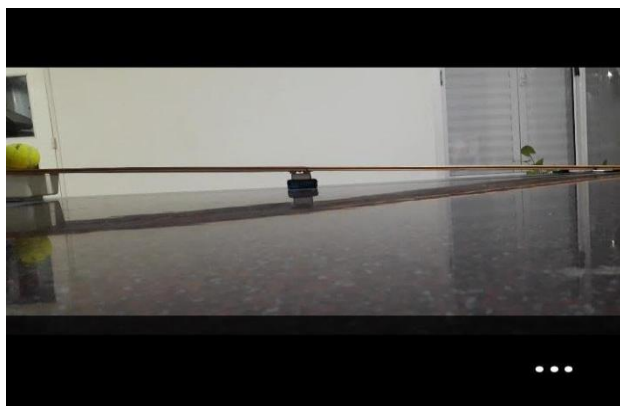


FIGURA 1. Arreglo experimental propuesto para observar y filmar en casa el movimiento de una pelota bajando por una rampa inclinada.

Luego de las predicciones, la guía debía contener las instrucciones para la labor en el laboratorio propiamente dicho. La primera actividad propuesta fue la presentación y discusión en el pequeño grupo de trabajo (3-5 estudiantes) de cada una de las predicciones individuales, con el objetivo de que el grupo acuerde una sola predicción común, la que será al final del laboratorio comparada con los resultados experimentales del mismo. También se pide al grupo acordar la manera de realizar la filmación del movimiento, realizando a continuación el video, que es a continuación utilizado por la aplicación VidAnalysis. En este proceso se registra la posición de un punto particular del objeto para cada cuadro del video (la variable tiempo). Estos datos (que se pueden exponer en forma de tabla) son utilizados por la aplicación para realizar las correspondientes gráficas posición y velocidad vs tiempo. En este momento se pide a los estudiantes comparar el resultado experimental con sus predicciones respecto de las características principales del movimiento (sistema de coordenadas, tipo de aceleración, etc.), discutiendo en el pequeño grupo el porqué de las diferencias y similitudes encontradas.

Una vez identificado el tipo de movimiento, los estudiantes deben realizar una *Modelización* del mismo, entendiendo la misma como la búsqueda de una ecuación matemática adecuada para describir la variación con el tiempo de las variables posición y velocidad, que reproduzcan las gráficas observadas. VidAnalysis proporciona esta posibilidad de manera muy sencilla, pidiendo la forma de la ecuación que se propone para ajustar los datos experimentales, como se muestra en la figura 2.

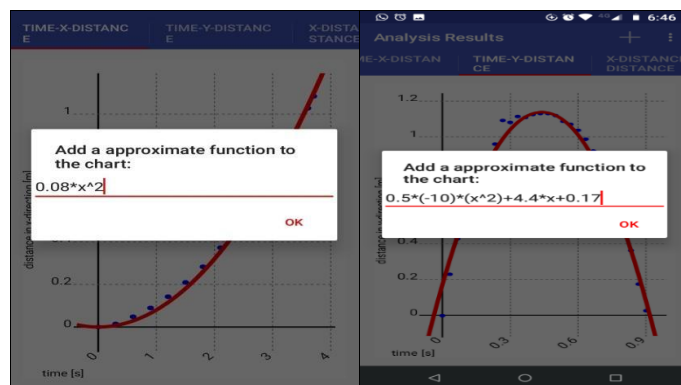


FIGURA 2. Capturas de pantalla de la aplicación VidAnalysis, que muestran, sobre el fondo de la gráfica posición-tiempo del movimiento de la pelota, el mensaje pidiendo la función para modelizar los datos experimentales de esa gráfica. Izquierda: pelota baja sobre rampa. Derecha: movimiento vertical de subida y bajada de una pelota de tenis. La línea roja continua corresponde a la función elegida por el estudiante.

En este punto se propone responder a preguntas sobre el tipo de función y sobre el valor e interpretación de los parámetros de la misma. La labor en el laboratorio termina después de registrar adecuadamente los datos. Como actividad de cierre de la práctica de laboratorio cada estudiante debe realizar, fuera del aula, un Informe de Laboratorio, siguiendo el modelo propuesto por el futuro profesor. En este informe los estudiantes describen lo realizado en el práctico, los datos obtenidos, su análisis e interpretación. Se agregan algunas preguntas en este último paso, para que los estudiantes reflexionen y trabajen algunos aspectos que son de difícil asimilación o que la investigación educativa ha demostrado que constituyen dificultades características del tema o concepciones previas difíciles de cambiar. Por ejemplo, que analicen si la mitad de la trayectoria se alcanza en mitad del tiempo de bajada, cual es la velocidad en un punto no medido de la trayectoria o si la aceleración y velocidad son nulas en algún punto de la misma.

Por último, la Guía del Docente contiene, además de los objetivos del laboratorio, descripción de las principales dificultades de aprendizaje del tema del laboratorio. También instrucciones acerca del proceso de selección y realización del experimento, incluyendo una descripción de dificultades experimentales esperables, y como superarlas, así como consejos para una toma adecuada del video del movimiento y como minimizar los errores de toma de datos. Se aconseja que la modelización sea seguida con atención por el docente, de manera que la función encontrada sea adecuada para el tipo de movimiento, comenzando siempre con la identificación del tipo de curva al que parecen pertenecer los puntos experimentales, modelando luego con la función más simple posible. Generalmente es conveniente realizar primero la modelización de la gráfica velocidad vs tiempo, pues al ser una línea recta, es más fácil de realizar correctamente. Un punto importante al modelizar esta gráfica es que los estudiantes reconozcan que los valores de aceleración y velocidad inicial deben ser coherentes con los que obtengan de la modelización de la gráfica de posición vs tiempo. Para una mejor guía a otros docentes, es conveniente que la guía del Docente incluya ejemplos de los resultados típicos y fotos o capturas de pantalla tanto del dispositivo experimental como de los resultados esperables utilizando VidAnalysis.

V. LA OPINIÓN ESTUDIANTIL

La opinión estudiantil, además de la obtenida informalmente durante el curso, fue relevada mediante una encuesta de opinión con una escala tipo Likert, que los estudiantes contestaron en forma remota. La misma tuvo tres ejes de análisis: la preparación del práctico, la realización del mismo y las reflexiones del alumno como futuro docente. Por ello las preguntas fueron agrupadas en tres bloques (ver anexo).

Cada una de estas preguntas tenía cuatro opciones de respuesta: mucho, normal, poco o nada. Los resultados sobre estas 16 preguntas muestran una opinión estudiantil muy favorable respecto a la utilización de VidAnalysis, con el total de las respuestas ubicadas solo en las dos opciones más positivas. Para las preguntas del primer bloque, correspondientes a la etapa de diseño del práctico, un 79% de las respuestas eligieron la opción “mucho”, mientras que el 21% restante correspondieron a la opción “normal”. Las preguntas sobre la etapa de implementación fueron ligeramente más favorables (87% y 13%, respectivamente), mientras que la visión como futuro docente fue de 80% muy favorable y 20% normal. En este último aspecto se destaca la muy positiva opinión respecto de la importancia de esta práctica para la formación profesional del futuro docente. La siguiente gráfica muestra, para cada grupo de preguntas, la opinión estudiantil respecto de la utilización de VidAnalysis en las prácticas de laboratorio de física en la

escuela secundaria.

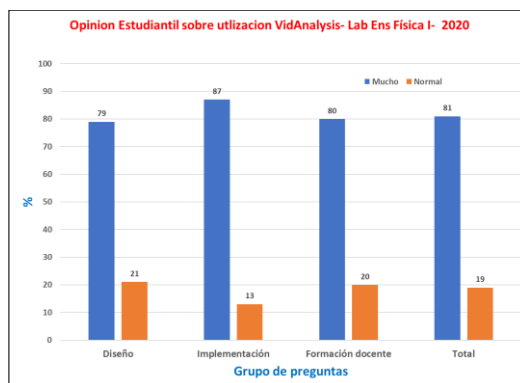


FIGURA 3: Opinión estudiantil (en %) en cada uno de los grupos de preguntas respecto de la utilización de VidAnalysis en prácticas de laboratorio.

Los estudiantes comentaron que, sin ninguna experiencia previa en este tipo de análisis de videos, pudieron realizar la práctica en sus domicilios, utilizando celulares personales, que eran de gama media. Para su entrenamiento, buscaron y utilizaron los videos explicativos disponibles en web sobre la utilización de VidAnalysis

La encuesta contenía también algunas pocas preguntas a desarrollar, sobre dificultades y ventajas de la utilización de VidAnalysis en la escuela secundaria. Ante la pregunta “¿Crees que los estudiantes de 5to o 6to año de secundario podrían hacer este laboratorio en casa, en una enseñanza no-presencial? ¿Qué recomendarías para poder llevarla adelante?” destacaron que estos alumnos podrían realizar este laboratorio de forma no presencial sin mayores inconvenientes. Puntualizan la conveniencia de realizar alguna actividad de entrenamiento con el uso de la App, y que por lo tanto es recomendable planificar varios laboratorios con esta herramienta, de manera que sea más provechoso este tiempo de aprendizaje de la aplicación “ya que la versatilidad que se lograría al realizar varias experiencias favorecería notablemente el manejo de la aplicación y esto a su vez permitiría asimilar mejor los conceptos físicos de cada laboratorio...”. Frente a la pregunta ¿Cuál/es crees que son los aspectos más importantes de utilizar VidAnalysis en la enseñanza de la física en la escuela secundaria? destacaron que la aplicación “relaciona de manera visible las expresiones matemáticas con el comportamiento físico de un sistema”. Destacaron además la simplicidad de la aplicación, que es de fácil acceso y sencilla de utilizar. Respecto del equipamiento hacen notar que los estudiantes secundarios de esa edad disponen, en su gran mayoría, de teléfonos celulares con capacidad suficiente para soportar la aplicación y que están habituados a instalar y utilizar aplicaciones en sus dispositivos. Al respecto señalan que “los videos instructivos son cortos y de fácil interpretación”. Respecto de dificultades, encontraron que, para mejorar la precisión de la toma de datos, les resultó muy útil algún elemento que les permitiera seleccionar un punto de la pantalla con mayor precisión que la obtenida con los dedos.

Respecto del práctico realizado notan que, dado “que el equipamiento esta continuamente en poder del estudiante, una vez grabado el video, el laboratorio es básicamente ambulante”, otorgando amplia libertad, tanto en tiempo como en lugar, para continuar con el análisis del movimiento estudiado. Destacan que “las gráficas que proporciona la App son muy adecuadas, y los valores numéricos tabulados al final brindan información útil a la hora de, por ejemplo, intentar formular una ecuación que describa aproximadamente el movimiento que muestran los gráficos de la app...”.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El objetivo de este trabajo ha sido describir una experiencia de aula sobre la utilización de la aplicación para teléfonos celulares VidAnalysis, destinada a estudiar la cinemática y dinámica del movimiento de objetos mediante análisis del video de dicho movimiento. Esta experiencia se implementó en un curso de grado del Profesorado en Física, de una universidad del sistema de educación estatal. En esta materia los estudiantes del profesorado tuvieron el doble rol: de docente que debe decidir y confeccionar una práctica de laboratorio completa y el de estudiante que realiza la práctica para luego volver al rol docente que reflexiona y analiza la propuesta áulica y sus resultados.

Desde el punto de vista de la aplicación utilizada podemos decir que ofrece la ventaja de ser de fácil aplicación, con tutoriales a disposición en la web, así como el hecho de que es gratuita y operable en los celulares de la mayoría de los estudiantes. Los estudiantes/futuros profesores pudieron elaborar documentos de calidad proponiendo secuencias de actividades para antes, durante y después del laboratorio, siguiendo el propuesto esquema constructivista de aprendizaje activo de la física. Todo este proceso de confección de las guías de práctico se realizó a

través de un ciclo de evaluación formativa con retroalimentación positiva consistente en: propuesta del documento, evaluación del mismo, devolución y mejoramiento. En este proceso, quizás el punto que requirió mayor trabajo estuvo relacionado con la determinación de los objetivos del laboratorio, y de las acciones que a partir de esta definición debían proponerse para el laboratorio. Es claro que estos futuros profesores no estaban acostumbrados a pensar en los objetivos de un laboratorio, a pesar de haber ya completado el cursado de todas las materias de física básica universitaria. Entendemos que esta situación debería ser un punto de atención para la enseñanza de la física, no solo en la escuela secundaria sino también en el ámbito universitario. Tampoco les resultó familiar ni sencillo incluir en el informe del laboratorio aplicaciones/ejercicios sobre aspectos que la investigación educativa ha determinado como importantes obstáculos de aprendizaje, elementos que consideramos centrales para la formación del conocimiento pedagógico del contenido físico de estos futuros profesores.

Las experiencias propuestas fueron pensadas, en principio, como una actividad presencial, pero podían, eventualmente, también llevarse a cabo a distancia, teniendo en cuenta las condiciones y restricciones reales a la enseñanza motivadas por la emergencia COVID-19. En ese sentido es importante señalar que estos futuros profesores trabajaron totalmente en forma remota, realizando el experimento en sus casas, con los recursos allí disponibles, además de sus propios celulares.

La reacción de los estudiantes a esta propuesta, relevada mediante una encuesta de opinión, ha sido muy positiva, sobre todo reconociendo la importancia de la propuesta para su formación profesional. Destacaron además la adaptabilidad de la aplicación para sustentar un proceso de aprendizaje conceptual de los aspectos centrales de la cinemática y dinámica, en un marco de integración de fenómenos de la vida cotidiana y el aprendizaje conceptual de física. Es decir, en un contexto relevante a los estudiantes y utilizando sofisticados elementos de muy alta tecnología, como son los celulares, el software de aplicación e internet, todo esto sin costo extra para la institución educativa. En este sentido, un conocimiento práctico de las posibilidades que brinda la tecnología no solo para la enseñanza de la física, sino también de la matemática les ayudará, por ejemplo, para proponer y ejecutar proyectos interdisciplinarios en su futura vida profesional, ya que el análisis de videos, y en particular la aplicación VidAnalysis, les permite familiarizarse con herramientas de alta tecnología, eficaces para el estudio de procesos del mundo real y su modelización, tanto en física como en matemáticas, en un contexto significativo para los estudiantes, elementos que consideramos centrales para la formación del conocimiento pedagógico del contenido físico de los futuros profesores.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue auspiciado por la UNSL, bajo proyecto PROICO 032720: "Estrategias de enseñanza basadas en Aprendizaje Activo para física, matemática e informática".

REFERENCIAS

AAPT (1997). American Association of Physics Teachers, Goals of the Introductory Physics Laboratory. *The Physics Teacher*, 35, 546-548

AAPT (2015). AAPT Recommendations for the Undergraduate Physics Laboratory Curriculum. *The Physics Teacher*, 53, 253 <https://doi.org/10.1119/1.4914580>

Anijovich, R. y González, C. (2019). *Evaluar para aprender: conceptos e instrumentos*. Buenos Aires: Aique.

Boaler, J. (1998). Alternative approaches to teaching, learning and assessing mathematics. *Evaluation and Program Planning*, 21(2), 129-141

Borenstein, M. (1997). Mathematics in the real world. *Learning and Leading with Technology*, 24(7), 34-39.

Brown, D. (2009). Video Modeling with Tracker. Paper presented at the *American Association of Physics Teachers AAPT Summer Meeting*, Ann Arbor. http://cabrillo.edu/~dbrown/tracker/video_modeling.pdf.

Bryan, J. (2005). Video Analysis: Real-World Explorations for Secondary Mathematics. *Learning and Leading with Technology*, 32(6), 22-24.

- Bryan, J. (2004). Video Analysis Software and the Investigation of the Conservation of Mechanical Energy. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 4(3), 284-298.
- Escalada, L., y Zollman, D. (1997). An Investigation on the Effects of Using Interactive Digital Video in a Physics Classroom on Student Learning and Attitudes. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), 467-489.
- Flick, L. y Bell, R. (2000). Preparing tomorrow's science teachers to use technology: Guidelines for science educators. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1(1), 39-60.
- Garofalo, J., Drier, H., Harper, S., Timmerman, M., y Shockey, T. (2000). Promoting appropriate uses of technology in mathematics teacher preparation. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1(1), 66-88.
- La Rocca, P. y Riggi, F. (2009). Projectile motion with a drag force: were the Medievals right after all? *Physics Education*, 44(4), 398.
- Laws, P. (1998). *The Workshop Physics Activity Guide, Modules 1-4*. N.Y.: Wiley.
- Laws, P. y Pfister, H. (1998). Using digital video analysis in introductory mechanics projects. *The Physics Teacher* 36, 282. doi: 10.1119/1.88068 .
- Lewis, R. (1995). Video Introductions to the Laboratory: Students Positive, Grades Unchanged. *American Journal of Physics*, 63(5), 468-470.
- Meltzer, D. y Thornton, R. (2012). Resource Letter ALIP-1: Active-learning instruction in Physics. *American Journal of Physics*, 80(6), 478-64.
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A new framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- NAP (2006). National Research Council. *America's Lab Report: Investigations in High School Science*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/11311>.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA.
- National Science Teachers Association (1999). Position statement: *The use of computers in science education*. <http://www.nsta.org/positionstatement&psid=4>
- Pasco (2021). <https://www.pasco.com/>
- Rath, G. (2019). Mobile phones in physics teaching – an overview of development and research activities. *J. Phys.: Conf. Ser.* Doi 10.1088/1742-6596/1286/1/012050
- Sokoloff, D., Thornton, R. y Laws, P. (1999). *Real Time Physics*. N.Y.: Wiley.
- Sokoloff, D. y Thornton, R. (2004). *Interactive Lecture Demonstrations* N.Y. : Wiley.
- Van Heuvelen, A. y Etkina, E. (2006). *Active Learning Guide*, San Francisco: Addison Wesley.
- Vernier (2021). <https://www.vernier.com/downloads/>
- VidAnalysis (2021). <https://vidanalysis.eu/>
- Villegas, M., Rodríguez, M. y Benegas, J. (2019) Propuesta didáctica para incorporar modelado de movimientos con celular, *Reunión de Educación en Física*. 47-50 En: <https://www.apfa.org.ar/wp-content/uploads/2019/11/AnalesREFXXI.pdf>

ANEXO

Preguntas de la encuesta de opinión estudiantil sobre la práctica de laboratorio VidAnalysis, agrupadas en bloques según la etapa de realización y la visión como futuro docente.

1- Siento que al diseñar el práctico de laboratorio y realizar la Guía del Estudiante utilizando VidAnalysis:
Mejoró mi entendimiento conceptual de la física del experimento
Me hizo reflexionar sobre los objetivos de aprendizaje de este laboratorio
Mejoró mi capacidad de redacción y expresar mis ideas en forma escrita
Ordenó mis ideas para poder redactar una guía de práctico entendible para el estudiante
Mejoré mi comprensión del rol de las tareas previas al práctico, que sustenten el aprendizaje pretendido del mismo
Mejoró mi comprensión de las capacidades de esta herramienta
Comprendí la importancia de la Guía de Laboratorio y del modelo de Informe de Actividades para el pleno aprovechamiento de un experimento didáctico.
2- Siento que al realizar el práctico de laboratorio utilizando VidAnalysis
Mejoró mi conocimiento de la relación entre la física y el mundo que me rodea
Mejoró mis habilidades para producir videos que puedan producir relevantes representaciones gráficas del experimento
Mejoró mi comprensión sobre la importancia de obtener distintas representaciones de un experimento: textual, gráfica y algebraica
Comprendí la importancia que tiene el modelado algebraico de los datos obtenidos para la mejor comprensión de la física
3- Siento que, como futuro docente, el práctico de laboratorio utilizando VidAnalysis:
Mejoró mi comprensión de la secuencia de pasos que deben seguirse para comprender la física relevante para el experimento
Contribuyó a que mejorara mi capacidad de redacción y a expresar mis ideas en forma didáctica.
Me parece un buen recurso didáctico y se lo recomendaría a otros docentes
Amplia mi formación docente
Me gustaría utilizar este recurso didáctico en mi futura vida profesional docente