

# DISEÑO DE HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS EN MODELOS EDUCATIVOS HÍBRIDOS

Mg. Ing. G. Sergio Navas<sup>1</sup>, Dra. Consuelo Escudero<sup>2</sup>,  
Prof. Paola Beatriz Baiutti<sup>3</sup>, Diego A. Bustos<sup>4</sup>

Gabinete de Computación / Facultad de Ingeniería / Univ. Nacional de San Juan<sup>1</sup>  
Dpto. de Física / Facultad de Ingeniería / Univ. Nacional de San Juan<sup>2,4</sup>  
Facultad de Ciencias Sociales / Universidad Nacional de San Juan<sup>3</sup>

Av. Libertador Gral. San Martín 1109 (oeste) - San Juan  
0264-4211700 (Int. 285<sup>1</sup> / 435<sup>1</sup>)

snavas@unsj.edu.ar<sup>1</sup>, cescudero@unsj-cuim.edu.ar<sup>2</sup>, paolabaiutti@gmail.com

## RESUMEN

La búsqueda de mejores estrategias didácticas y con la incorporación de aulas virtuales a los cursos regulares, nos lleva a plantear y generar recursos educativos más adecuados, que utilicen al máximo los medios tecnológicos actuales, que respondan a temas que presentan dificultades de aprendizaje y que además procuren flexibilidad para ser aplicados en distintos cursos.

Dentro de todo el conjunto de nuevas tecnologías, rescatamos dos herramientas como las más adecuadas para ofrecer un enfoque al actual modelo educativo, atravesado por una perspectiva desde la hibridación. Ya desde principios del año 2022 habíamos incursionado en la tarea de construir un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA) amplio, abarcativo, que contempla una unidad completa de un tema de física introductoria. En el contexto de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación (TDIC) también habíamos irrumpido en el diseño y puesta en marcha de un prototipo que a futuro será un Laboratorio Remoto (LR) en función en la UNSJ, específico para realizar experiencias en Física enlazadas a la Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto.

**Palabras clave:** Aprendizaje híbrido - Objeto virtual de aprendizaje - Laboratorio remoto.

## CONTEXTO

El presente tratado expone nuevas metodologías propuestas y en curso de implementación, a nivel de software & hardware, con enfoque orientado a la educación en ambientes híbridos. Incluye el desarrollo de software y de equipos tecnológicos ad-hoc, generando herramientas educativas innovadoras. Lo que se describirá se encuentra enmarcado en dos proyectos de investigación, uno en terminación, 2020/2022, más uno recién propuesto y en progreso para 2023/20224, en el ámbito de la Fac. de Ing. y financiados por la UNSJ.

Tales proyectos están conformados por equipos de investigación interdisciplinarios, de la Facultad de Ingeniería, de la FCFN y de la Fac. de Ciencias Sociales de la UNSJ.

Este trabajo a su vez se acopla con otro proyecto aprobado por la Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto (CONFEDI-RLAB<sup>1</sup>, financiado por SPU).

## 1. INTRODUCCIÓN

El proceso de digitalización puso en evidencia la escasez de estrategias y recursos para la enseñanza remota de las ciencias naturales en todos los niveles educativos, especialmente en su rama experimental. Derivada de la pandemia COVID 19 que afectó el desa-

---

<sup>1</sup> <https://confedi.org.ar/red-argentina-colaborativa-de-laboratorios-de-acceso-remoto-confedi-r-lab/>

rollo de las actividades educativas presenciales, durante el año 2020, se trabajó intensamente para afrontar la emergencia educativa, con el fin de garantizar la continuidad pedagógica; ha quedado claro la imperiosa necesidad de diseñar nuevos artefactos y dispositivos fundamentados en marcos metodológicos actuales, que incluyan la tecnología como mediadora para resolver problemas de esta nueva realidad donde lo remoto ha llegado para quedarse. Dos años después, el retorno a la presencialidad conlleva nuevos desafíos y también oportunidades.

Lo habitual en la literatura analizada es que los Objetos de Aprendizaje<sup>2</sup> (OA) se desarrollen independientes del contexto. Nuestra perspectiva es que los ambientes educativos y las tecnologías deben integrarse.

Dentro de todo el conjunto de nuevas tecnologías, se destaca los sistemas hipermediales, particularmente los *Objetos Virtuales de Aprendizaje* (OVA), que son un caso particular del OA, pero aplicado al aprendizaje virtual, hace referencia normal y actualmente a un objeto software reutilizable que cumple determinadas características.

Un producto OVA de desarrollo propio ya se encuentra en fase funcional, en al menos cuatro aulas virtuales (cuatro asignaturas de física, de ingeniería y de Lic. en Biología); y aunque recién se están recabando datos a efectos de obtener cifras más certeras para ponderar sus resultados con propósitos estadísticos-comparativos, ya se conoce que dio muy buenos resultados, dado que se hicieron encuestas ad-hoc a los alumnos, durante primer y segundo semestre de 2022 [1]. Bajo la premisa de tales resultados positivos obtenidos con el prototipo ya implantado, es que vemos como un camino viable y muy apropiado el proseguir realizando análisis, diseños y desarrollos bajo esa misma línea, para otras temáticas álgidas en cuanto a su enseñanza y a su aprendizaje, y propicias de abordar; además sabiendo que se trata de un recurso pro-

metedor pero que, a su vez, está aun absolutamente subutilizado.

Una primera búsqueda ha arrojado poca utilización de OA y OVA para mejorar la comprensión de contenidos y la motivación del alumno. Se evidencia también un alto grado de desconocimiento acerca del tema por parte de los docentes [2]. Por otra parte, los desarrolladores habitualmente hacen los OVA independientes del contexto, y en el desarrollo de sus diseños no se suele trabajar con equipos interdisciplinarios. Efectivamente, se constituye ésta en un área de vacancia.

La característica de “recurso compartible”, que puede ser usado y re-usado en contextos diversos, es una de las cualidades esenciales de los OVA. Su creación se considera una opción atractiva y válida para dar respuesta a las necesidades actuales de enseñanza.

A su vez, y sumado a lo anterior, el abanico de estrategias que se puede desplegar para incorporar *actividades experimentales* a propuestas de enseñanza digital incluye la realización de Actividades Experimentales Simples (Laboratorios Caseros), el uso de teléfonos inteligentes como instrumentos de medición (Laboratorios Móviles), Laboratorios Virtuales y *Laboratorios Remotos*. Estos últimos son de particular interés en la educación superior y se los considera potentes herramientas para promover el aprendizaje de competencias científicas y de procedimientos intelectuales y sensorio-motores propios del quehacer experimental y del ejercicio profesional [3].

#### *Desarrollo de ambientes educativos asociados a tecnologías: OVA y LR*

El continuo avance de la tecnología y la mejora en la conexión a Internet están generando nuevos espacios educativos en los que la integración de las Tecnologías Digitales de la Información y la Comunicación (TDIC) tienen un rol protagónico.

La búsqueda de mejores estrategias didácticas que incrementen el rendimiento de los alumnos, y con la incorporación de aulas virtuales a los cursos regulares, nos lleva a plantear y generar recursos educativos más adecuados, que utilicen al máximo los medios

---

<sup>2</sup> Un objeto de aprendizaje se define como “una entidad, digital o no digital que puede ser utilizada, reutilizada o referenciada durante el aprendizaje apoyado en tecnología” (IEEE, 2002)

tecnológicos actuales, que respondan a temas que presentan dificultades de aprendizaje y que además procuren flexibilidad para ser aplicados en distintos cursos.

Como docentes de la Fac. de Ingeniería y de la Fac. de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, motivados por el interés de elaborar materiales educativos hipermediados, particularmente software Web, con cualidades interactivas y que incluyan artefactos multimedia, capaces de provocar una verdadera evolución pedagógica, ya desde principios del año 2022, habíamos incursionado en la tarea de construir un Objeto Virtual de Aprendizaje no elemental, es decir amplio, abarcativo, que contempla una unidad completa de un tema de física introductoria, concretamente de cinemática de la partícula [1].

A continuación, se caracteriza sumariamente la creación de dicho OVA estratégico para la enseñanza y el aprendizaje de Física I, más propiamente de Cinemática, aplicado (por ahora) a carreras de ingeniería y de licenciatura en biología de la Universidad Nacional de San Juan. Se destaca que no se trata de un OVA elemental, ya que abarca la mayor parte del contenido de esa unidad de aprendizaje, con determinado nivel de profundidad preestablecido; contiene una importante cantidad de objetos menores reutilizados y recursos tales como: animaciones, videos y simulaciones, estratégica y pedagógicamente insertadas. La maquetación, los conceptos vertidos, ecuaciones, imágenes, juegos de autoevaluación, múltiples tests interactivos, etc. son de diseño propio. Se ha buscado contribuir con la construcción de un camino para otras experiencias y reflexiones acerca de estrategias educativas en un contexto de cultura digital y pos-pandémico.

Su implantación, en fase beta, fue realizada en 2022 en dos aulas virtuales a modo de prototipo, actualmente, ya más depurado y mejorado, se halla en cuatro aulas virtuales, mostrando muy buena aceptación por parte de los alumnos. Se espera ampliar el rango de utilización en los años subsiguientes. Se ofrece así la oportunidad al estudiante de realizar un aprendizaje interactivo, autónomo, dinámico y personalizado [4].

*Una segunda herramienta*, con la que venimos trabajando y considerando como protagonista innovadora en la inclusión de tecnologías educativas híbridas, son los Laboratorios de Acceso Remoto (LR).

En el marco de la implementación de un LR en la UNSJ vinculado a la Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto, se ha diseñado y puesto en marcha, en sus etapas iniciales, un prototipo básico para realizar una experiencia en Física<sup>3</sup>. Representa un experimento que no se ha implementado antes en la Univ. Nacional de San Juan, de ahí su mayor potencial [5].

El laboratorio tradicional de experimentación requiere la presencia física de personas para la manipulación de los sistemas de control e instrumentos de un laboratorio, en un entorno controlado bajo supervisión.

Un laboratorio remoto (LR), en cambio, es un conjunto de dispositivos físicos reales, situados en determinadas instituciones, dotados de instrumentos, sensores, motores, cámaras de video, etc., de modo que puedan ser manipulados a distancia a través de internet

Los primeros pasos dados en la puesta en marcha de R-LAB en la UNSJ en el marco de la RED CONFEDI entrañan la generación de un grupo de trabajo GLABUNSJ que se inicia en agosto de 2021 buscando contribuir a una propuesta abierta y sólida de implementación de una red de laboratorios remotos al interior de la Fac. de Ingeniería de UNSJ, con posibilidad de integración con RLAB. Algunos desarrollos locales se remontan a un servicio integrado con la plataforma Moodle: ReLab (Laboratorio Remoto de Control Automático) - UNSJ en 2011. En este tratado se proveen avances de una actividad experimental que está en implementación en Física I sobre el tópico colisiones reales en la que los docentes desarrollan intervenciones didácticas, materiales y evaluaciones, mientras los estudiantes controlan, miden y grafican diferentes parámetros en contexto real pero remoto [5].

---

<sup>3</sup> <https://drive.google.com/file/d/13sz2CgvfBO2moMI9iYtiJ-8SfTKAdor4/view>

La desvalorización de la medición y los sistemas de unidades es una de las señales que indica la existencia de un aprendizaje superficial. Desde la concepción de magnitud, el estudiante comienza a interactuar informalmente con los objetos y si esta práctica no se continúa, queda en un nivel muy elemental. Es por ello, que el objetivo es identificar las estrategias y obstáculos que se presentan al diseñar un laboratorio remoto.

En una colisión, para poder simular fuerzas de impacto, es preciso especificar un valor para el coeficiente de restitución  $\epsilon$ . A tal fin, realizamos mediciones en los rebotes de una pelotita sobre una superficie estática, usando un sensor piezoeléctrico controlado con una placa Arduino NANO y acoplada a un PC. Se desarrolló el software para muestreo, cálculo y graficación requerido y se obtuvieron gráficas de intensidad de la perturbación elástica, que permitieron calcular el tiempo entre rebotes con una buena precisión (0.33%)

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

La línea de investigación corresponde a la temática: *Tecnología Informática Aplicada en Educación*. Parte de los integrantes de este equipo de investigación tienen como principal antecedente, el haber participado en proyectos conjuntos o en actividades de formación de posgrado, contando mayoritariamente con artículos en colaboración. Muchos en el marco de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ) –en varios proyectos canalizados a través de CICIPCA, CONICET y FONCYT–, con distintas universidades argentinas y extranjeras.

Actualmente mantienen tres proyectos en curso, uno de ellos presentando ya su finalización, todos involucrados al estudio, investigación y desarrollo de tecnologías educativas. Han realizado numerosas publicaciones y presentaciones, un par se ha citado en la bibliografía.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS

En cuanto al software Web (OVA), ha sido recientemente implantado en aulas virtuales, por tanto es aun breve su período de servicio y

utilización, tan solo una cohorte ha podido accederlo, ergo no hay aún comparativas estadísticas. Sin embargo sí se conocen niveles de virtuosidad valorados por la alta aceptación que ha tenido por parte de los alumnos. Esto contribuirá seguramente a la eficacia del aprendizaje y a la permanencia estudiantil.

En la Fig. 1 se puede observar una captura de pantalla, donde se distingue un menú de opciones navegacional semi-desplegado, en un ítem seleccionado. Para mayores detalles, a modo de muestra, fuera del aula virtual, se ha instalado una versión del prototipo de este OVA que se puede apreciar ampliamente en <https://cinematicaova.000webhostapp.com/>

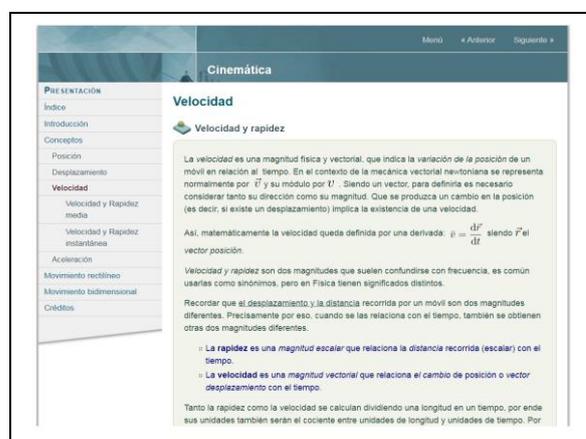


Fig. 1 - Captura de pantalla de la porción inicial del tratado general de Velocidad en el OVA

En cuanto LR, la posibilidad hoy de uso de tecnologías multimedia desde la misma plataforma Moodle junto al compromiso de la Institución en la adquisición de equipos para realizar streaming desde laboratorios, están dando sustento a nuevas propuestas.

A la fecha, se ha conseguido desarrollar localmente un sistema para experimentar choques reales, que consta de un sensor piezoeléctrico y una placa Arduino Nano, que conectados a una PC pueden medir tiempo e intervalos de tiempo entre rebotes (de una esfera) del orden de los milisegundos o menores, con una buena precisión. Se utilizan esferas de distintos materiales (acero inoxidable, vidrio, madera, PVC, etc.)

Cuando la esfera golpea el piso, la vibración se transmite al sensor que transfiere impulso a un cristal piezoeléctrico. El cristal

genera un voltaje, dependiente de la carga, que se transmite a una computadora a través de un amplificador. Por software se genera un diagrama en la pantalla acerca de la amplitud de la señal en un lapso de 5 segundos o más, en el que picos y sus derivadas determinan máximos y mínimos; y también, la coordenada de cada pico y el intervalo de tiempo que la pelota pasa en el aire entre dos rebotes sucesivos, siendo  $\Delta t_n = 2t_0 \varepsilon^n$ , donde  $t_0$  es el tiempo que demora en golpear por primera vez la superficie cayendo desde una altura  $h_0$ , y  $\varepsilon$  es el coeficiente de restitución, magnitud adimensional que ofrece un parámetro sobre cuánta energía fue disipada en una colisión.

Se ha desarrollado un software para PC que controla la placa Arduino, toma las muestras digitalizadas, genera tablas de datos, realiza procesamiento y emite la gráfica  $\ln(\Delta t_i)$  vs.  $n_i$  (número de rebotes) para su interpretación, también calcula y muestra la recta de regresión, véase Fig. 2. A partir de la ecuación de la recta de ajuste, se extraen los parámetros del fenómeno y se calcula el coeficiente de restitución,  $t_0$  y su error.

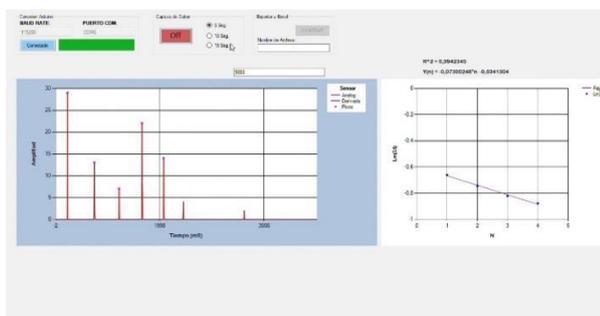


Fig 2 - Señal obtenida en sucesivas colisiones y gráfica de  $\ln(\Delta t_i)$  vs  $n_i$ .

#### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En la temática de diseño de herramientas tecnológicas inscriptas en ambientes virtuales, de la mano de innovaciones educativas, los integrantes del grupo de investigación vienen trabajando desde el año 2018.

Desde principios de 2022 incursionamos en la tarea de construir OVAs amplios, abarcativos; y en el contexto de la TDIC. También acometimos en el diseño y puesta en marcha de un prototipo a futuro de LR en la UNSJ

para realizar experiencias en Física, enlazado la RED Arg Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto.

El grupo de trabajo incluye alumnos avanzados, becarios, investigadores en formación e investigadores formados. Actualmente se avanza habiendo sumado algunos miembros más, que tienen en curso becas y tesis en doctorados, maestrías y especializaciones.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Navas, G. S.; Escudero, C. and Zalazar, D. (2022) "Virtual learning object as an enriched resource for teaching kinematics", IEEE Biennial Congress of Argentina (ARGENCON), 2022, pp. 1-8, doi: 10.1109/ARGENCON55245.2022.9939778. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9939778>
- [2] Fernández, M., García, D., Erazo, C., & Erazo, J. (2020) "Objetos Virtuales de Aprendizaje - Una estrategia innovadora para la enseñanza de la Física". Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía. URL [https://www.researchgate.net/publication/349199211\\_Objeto\\_Virtuales\\_de\\_Aprendizaje\\_Una\\_estrategia\\_innovadora\\_para\\_la\\_ensenanza\\_a\\_de\\_la\\_Fisica](https://www.researchgate.net/publication/349199211_Objeto_Virtuales_de_Aprendizaje_Una_estrategia_innovadora_para_la_ensenanza_a_de_la_Fisica).
- [3] Morales R., Ramirez R. et al. (2019). Virtual/Remote Labs for Automation Teaching: a Cost Effective Approach. ELSEVIER. IFAC-PapersOnLine, Volume 52, Issue 9, Pages 266-271. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319305567>
- [4] Gil Vera, V. (2019) "Objetos virtuales de aprendizaje en la enseñanza de la física: un caso de aplicación". Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencia, Matemáticas y Tecnología 5(1), 9-17 [en línea]. URL <https://journals.gkacademics.com/revEDUMAT/article/view/1856>
- [5] Escudero, C.; Zalazar, D. y Navas, S. (2022) "Hacia la implementación de R-LAB en UNSJ: escenarios en Física y algo más". 9° Seminario Internacional de Educación a Distancia. Escenarios inéditos en la Educación Superior Perspectivas, huellas y emergentes. RUEDA, UNMDP, 14-15 Nov.