

# Vídeo experimental en la Enseñanza Remota de Emergencia

## Experimental video during the Emergency Remote Teaching

Miguel A. Ré<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, CIII, Materias Básicas, Córdoba, Argentina

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Córdoba, Argentina.

[mre@frc.utn.edu.ar](mailto:mre@frc.utn.edu.ar), [miguel.re.501@unc.edu.ar](mailto:miguel.re.501@unc.edu.ar)

Recibido: 15/12/2020 | Aceptado: 14/01/2021

Cita sugerida: M. A. Ré, "Video experimental en la Enseñanza Remota de Emergencia," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 28, pp. 208-213, 2021. doi: 10.24215/18509959.28.e25

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

### Resumen

La inesperada aparición de la pandemia de coronavirus con el consecuente aislamiento ha obligado a modificar nuestras formas de enseñanza. Esta situación ha constituido una gran dificultad para los cursos de Física que, en tanto ciencia fáctica, requiere de la práctica experimental para su aprendizaje. Proponemos aquí al vídeo experimental como una alternativa consistente en el análisis de la grabación de un evento. Encontramos esta alternativa particularmente útil para prácticos de mecánica. Se consideran ventajas y desventajas de la propuesta y se plantea un análisis en base a criterios para el aprendizaje en línea. Se ilustra la propuesta con una práctica diseñada para cinemática y se consideran algunos resultados preliminares en las conclusiones.

**Palabras clave:** Coronavirus; Pandemia; Tecnología educativa; Física; Enseñanza-aprendizaje; Vídeo experimental.

### Abstract

The unexpected emergence of coronavirus pandemic and the consequent lockdown has made us to modify our teaching practices. This condition has become a great difficulty for Physics courses since Physics, as a factual science, demands experimental practice in its learning. We propose here an alternative that we call experimental video consisting in analyzing an event recording. We find this alternative particularly useful for mechanics practices. They are considered benefits and drawbacks of this proposal and it is also analyzed taking into account criteria

from online learning. The proposal is also illustrated by considering a practice designed for kinematics and preliminary results are considered in the conclusions section.

**Keywords:** Coronavirus; Pandemic; Educational technology; Physics; Teaching-learning; Experimental video.

### 1. Introducción

Las TIC tienen una presencia creciente en los procesos de enseñanza y aprendizaje (PEA) [1], [2], [3]. Desde la aparición de la microcomputadora investigadores y educadores han propuesto, desarrollado, explorado y estudiado métodos para incorporar el uso de estas tecnologías. Sin embargo su utilización en el ámbito universitario local dista de ser masiva. La pandemia de Coronavirus global lo ha puesto en evidencia asemejándose a un naufragio o desastre natural que nos ha dejado a la intemperie y con lo puesto, es decir prácticamente limitados a nuestros propios recursos. En una situación que llegó intempestivamente y no dio lugar a preparación alguna, cada estudiante, docente e institución hicieron lo que pudieron para llevar adelante el PEA.

La Internet ha sido el recurso por excelencia para sustituir las actividades presenciales en el contexto de emergencia [4], [5], [6], [7]. En particular se ha continuado o retomado la reconsideración y evaluación de métodos y prácticas. Podemos encuadrar estas acciones en lo que algunos autores han denominado Enseñanza Remota de

Emergencia (ERE) [8] que si bien usa métodos del aprendizaje en línea, no se ha contado con el tiempo necesario de preparación o evaluación. Por otra parte la ERE se ha planteado en muchos casos como un cambio temporal en la entrega que de otro modo se realizaría presencialmente y que volverá a ese formato al menos parcialmente cuando se supere la crisis [7], [8]. No obstante podemos pensar que algunas de las innovaciones han llegado para quedarse y afianzarse. Naomi Klein en doctrina del shock [9] relata cómo en la historia las crisis repentinas han dado lugar a cambios que en otras circunstancias habrían tomado mucho tiempo o no se habrían producido. La pandemia ha generado uno de esos estados de excepción que permite suponer la instalación o afianzamiento de educación mediada por tecnología.

Es importante considerar el contexto en que la incorporación de tecnología se realiza. El aspecto tecnológico por sí solo no contribuirá a la solución. Adherimos aquí al esquema propuesto en Technological, Pedagogical and Content Knowledge (usualmente referenciado por las siglas TPACK) [10], [11], en que se pone de manifiesto la necesidad de considerar los tres aspectos de manera conjunta como una extensión de la formulación de Shulman [12]. Aún cuando podemos considerar que la tecnología estaba presente en la forma de libros, pizarrones, proyectores o láminas; la misma pasaba desapercibida y su visualización como tal y la necesidad de elaborar un marco teórico aparecen ligadas al uso de computadoras y las TIC.

En las carreras de Ingeniería el Ciclo General de Conocimientos Básicos (CGCB) tiene como núcleo central los cursos de Matemática y Física. Si bien en la investigación en Física las computadoras han tenido un rol importante desde su aparición, su incorporación en el PEA ha sido más lenta en el ámbito universitario local. En el contexto de la ERE cabe plantearnos cómo hacer uso de los recursos tecnológicos en el marco del TPACK para la enseñanza de la Física.

La Física, como ciencia fáctica, requiere de la práctica experimental para su aprendizaje. En palabras de R. Feynman[13]:

“El principio de la ciencia, casi su definición, es el siguiente: La corroboración de todo conocimiento es el experimento... El experimento ayuda a producir estas leyes dándonos pistas”.

Los objetivos a alcanzar con la práctica han sido resumidos por el Comité de Laboratorios de la Asociación Americana de Profesores de Física en cinco ítems [14]:

- Desarrollar el arte de la experimentación.
- Desarrollar habilidades experimentales y analíticas.
- Lograr un aprendizaje conceptual.
- Comprender las bases del conocimiento en Física.
- Desarrollar habilidades para el trabajo en colaboración.

En un trabajo reciente [15] se ha señalado la importancia de limitar los objetivos de una única práctica. Esta idea facilita el planteo de una práctica mediada por tecnología.

Se han propuesto diversas alternativas para poder complementar la práctica experimental en los cursos de Física [16], [17]. En particular los laboratorios virtuales basados en teoría (programas de simulación) [18], [19], [20] han tenido un desarrollo importante. Podemos mencionar los desarrollos de los proyectos physlets [21] o phet [22] que brindan simulaciones de uso libre permitiendo el diseño de las actividades. Otras opciones han sido consideradas como los laboratorios remotos aunque con mayor dificultad para su implementación [16].

Localmente hemos explorado distintas opciones con mayor énfasis en los laboratorios virtuales como complemento de los laboratorios presenciales. En la emergencia COVID hemos incorporado las prácticas en la modalidad que hemos denominado video experimental: a partir de la filmación de un evento simple se pide el análisis de la situación física y la elaboración del correspondiente informe de laboratorio.

A continuación se describe el diseño de la práctica y se evalúa su desempeño.

## 2. Diseño de la práctica

Las TIC han desempeñado un papel crucial en la etapa de aislamiento y mostrado las posibilidades que ofrecen para el desarrollo de un curso de Física aún en el retorno a la presencialidad. En particular es posible redefinir la práctica experimental con ventajas y desventajas de las distintas opciones. Mencionamos aquí algunas alternativas:

- Asistidas por computadora: la computadora cumple el rol de instrumento de medición, registro y análisis de datos. Es una actividad asociada a la presencialidad.
- Experiencias remotas: se controla el instrumental mediante una conexión remota a través de internet. Más fácilmente adaptable a prácticas de electricidad y magnetismo que pueden resolverse sin necesidad de piezas móviles.
- Laboratorios virtuales: basados en un programa de simulación que rescata los aspectos esenciales de un fenómeno físico y permite al estudiante tomar mediciones en un entorno virtual. Pueden plantearse problemas intermedios entre problemas de lápiz y papel y problemas experimentales.
- Video experimental: se trabaja sobre la filmación de una experiencia. El trabajo se hace en forma diferida y permite al estudiante la revisión de la experiencia todas las veces necesarias.

Cabe señalar que estas alternativas se corresponden con formas de trabajo habituales en la investigación en Física, lo que da al estudiante la posibilidad de entrar en contacto con las mismas en las etapas tempranas de su carrera.

En particular nos concentramos en esta presentación en el diseño del video experimental, tomando como referencia las indicaciones en [23]. En este esquema el estudiante deberá tomar algunas decisiones como el número y forma de realizar las mediciones. Ilustramos esta opción considerando el diseño de una práctica particular en una subsección a continuación.

Una limitación para la implementación del video experimental es que no existe un gran número de grabaciones disponibles aptas para esta práctica por lo que será necesario generar las mismas, a diferencia de lo que ocurre con los programas de simulación. La entrega puede hacerse a través de youtube, extendiendo así el espacio áulico, lo que ha resultado esencial durante la pandemia.

También es importante señalar aspectos de orden práctico que refuerzan la iniciativa de incorporar videos experimentales en los cursos básicos de Física. La extensión de los programas a desarrollar en relación al número de horas destinadas al dictado de la materia hace necesaria la incorporación de actividades extraáulicas aún en tiempos de presencialidad. Otra dificultad a superar es la escasez de recursos humanos y materiales frente al número de alumnos a atender.

### 2.1. Aspectos didácticos y propuesta de trabajo

Es reconocida la necesidad de una formación sólida en el CGCB para facilitar la culminación exitosa de los estudios de grado. Dadas las dificultades señaladas en la educación no presencial surge la necesidad de recurrir a propuestas innovadora como los videos experimentales. Es necesaria una adecuación como con cualquier herramienta metodológica. Además de la filmación propiamente dicha deberá desarrollarse material de soporte como una guía de actividades o planificar la discusión teórica en el desarrollo del curso. El esquema TPACK nos provee el marco necesario al reconocer en la Física la importancia de la actividad experimental en su enseñanza. Al exponer al estudiante a una situación física real, aunque mediada por una filmación, se favorece un enfoque constructivista.

Es claro que esta alternativa no puede sustituir la actividad presencial en aspectos tales como el manejo de instrumental o el diseño experimental. Estas decisiones habrán sido tomadas por el generador de la grabación. Sin embargo vale destacar algunas posibilidades como la reiteración de la experiencia en las condiciones dadas tantas veces como sea necesario, algo que la actividad en el laboratorio no permitirá. También constituye una alternativa de bajo costo y además efectiva en las condiciones de aislamiento.

Se pueden resumir los aspectos didáctico-metodológicos del uso de los videos experimentales desde las dimensiones usuales del docente, estudiante y objeto de estudio. En la Tabla 1 se incluyen algunas ventajas y desventajas de trabajar con esta metodología. Consideramos importante la posibilidad para el estudiante de un contacto temprano con una forma de trabajo de uso

difundido en el ámbito de investigación. Además la inclusión de tecnología en el trabajo en el curso lleva una carga de motivación para el estudiante, haciendo uso de herramientas que en general le resultan conocidas.

Tabla 1. Ventajas y desventajas de los videos experimentales desde la perspectiva docente, alumno y objeto de estudio

	Docente	Estudiante	Objeto de estudio
Favorables	El video experimental es menos costoso en tiempo y requerimientos de infraestructura.	Se puede repetir la experiencia tantas veces como sea necesario, facilitando la toma de datos.	Se ofrece como una alternativa al trabajo en laboratorio. En la presencialidad puede alternarse entre ambas modalidades.
	Facilita dedicar mayor tiempo al análisis de resultados.	Es motivador al utilizar una tecnología que le es conocida y de uso cotidiano.	Son facilitadores en el proceso de conceptualización de modelos, ya que permiten repetir la experiencia con un nuevo criterio para el análisis.
	En presencialidad permitiría atender adecuadamente a mayor número de estudiantes.	Permite reformular la táctica de análisis sin necesidad de realizar la experiencia nuevamente.	El análisis de una grabación permite el registro de datos que, por la velocidad con que se producen, son difíciles de registrar en la actividad presencial.
		Pone al estudiante en contacto con una técnica de uso habitual en la investigación.	
Desfavorables	Puede ser necesario contar con personal especializado para el diseño y/o realización de la grabación.	No se tiene acceso al instrumental y a la posibilidad de diseño experimental.	Se pierden los aprendizajes vinculados al diseño experimental, puesta a punto del equipamiento o el desarrollo de habilidades y destrezas.

También destacamos algunos aspectos prácticos del uso de videos experimentales: la posibilidad de repetir la reproducción de la grabación todas las veces que resulte necesario, una opción que en el trabajo en el laboratorio no es posible. El tomar mediciones de eventos que se producen con relativa rapidez constituye una dificultad en el trabajo experimental que el uso de una grabación permite superar.

Por otra parte, al comparar esta actividad con el trabajo con laboratorios virtuales basados en simulaciones, encontramos la ventaja de que se está analizando un proceso real y no dependerá de criterios utilizados por el programador. Es justo reconocer sin embargo que el diseño experimental está a cargo de quien diseña la experiencia y, por lo tanto, la grabación, excluyendo la posibilidad del diseño del experimento y de la manipulación del instrumental por parte del estudiante,

privándolo así de un aspecto importante de la práctica experimental.

Claramente las distintas opciones presentarán así ventajas y desventajas en lo concerniente a los objetivos perseguidos con la práctica en laboratorio antes enumerados.

También podemos analizar la propuesta con las dimensiones identificadas por Means et al. [24] (Tabla II).

Tabla II. Análisis en base a las dimensiones identificadas para el aprendizaje en línea según Means et al. [24]

Modalidad	No en línea. Entregado a través de youtube.
Ritmo	A su propio ritmo.
Relación estudiante-instructor	100 a 2
Pedagogía	Práctico y colaborativo.
Rol de evaluaciones en línea	Proporcionar información del estado de aprendizaje. Insumo para calificar: informe de laboratorio.
Rol del instructor en línea	Limitado. El grupo de estudiantes realiza el trabajo a sus tiempos con plazo de entrega. Puede hacer consultas en los horarios de encuentro preestablecidos.
Rol línea del estudiante en línea	Colabora con sus compañeros de grupo.
Sincronización de comunicación	Asincrónico
Fuente de retroalimentación	Profesor consultas en clase o por correo electrónico y compañeros de grupo durante la práctica.

La práctica a través del video experimental permite al estudiante el trabajo a su propio ritmo (o del grupo de trabajo que integre) con la posibilidad de consultar al docente cuando sea necesario. La posibilidad de revisar la experiencia las veces que sea necesario también facilitará la discusión de los resultados y la repetición de algunas actividades profundizando en los conceptos trabajados. Facilita el trabajo en grupo contribuyendo al desarrollo de habilidades en el trabajo colaborativo.

## 2.2. Una práctica en cinemática.

Ilustramos la propuesta con una práctica desarrollada para el tema cinemática: la construcción de las funciones del movimiento. En el video incluido en youtube [25] se observa la caída de una esfera en un tubo relleno con glicerina. La esfera alcanza rápidamente su velocidad terminal desarrollando un movimiento rectilíneo uniforme. Alineada con el tubo se incluye una cinta métrica (apreciación 1 mm) que permite el registro de las posiciones de la esfera durante su caída. También se incluye un cronómetro en la grabación aunque la calidad de la filmación (número de cuadros por segundo) no es suficiente para la determinación de los tiempos

correspondientes a cada posición registrada con la precisión requerida por el experimento, por lo que se sugiere el uso de un programa como movie maker para el análisis y registro de tiempos. Es posible así construir una tabla con posiciones y tiempos. Se espera que los estudiantes propongan un modelo para el movimiento (que deberá corresponder a las características de rectilíneo y uniforme) y hagan los ajustes correspondientes para la corroboración del modelo y la obtención de los parámetros de ajuste.

Se agrega una guía de actividades para la práctica que propone:

- Construir una tabla con los registros de posición vs. tiempo y graficar los mismos.
- Calcular los valores de velocidad y aceleración medias entre los instantes registrados para posición y graficar los mismos.
- Proponer un modelo para las funciones de movimiento: posición, velocidad y aceleración como funciones del tiempo.
- Calcular los parámetros correspondientes mediante algún método de ajuste (el estudiante elegirá la opción).

Aún cuando puede suponerse una tarea simple, la práctica permite evaluar la comprensión de conceptos fundamentales de la cinemática y el uso de técnicas de ajuste. Este es un tema que en general en los cursos de Física iniciales se supone de fácil comprensión. Sin embargo hemos detectado dificultades en la comprensión de la relación entre las funciones: la velocidad es la derivada de la posición con respecto al tiempo, algo que todo estudiante recita. Sin embargo en la realización de la práctica ese conocimiento no se hace evidente.

Se propone el trabajo colaborativo en grupos pequeños (tres estudiantes) y luego de la presentación del primer informe se realiza una discusión en conjunto con todos los estudiantes del curso (a través de video conferencia en instancia de aislamiento) y se solicita la presentación de un informe corregido en caso de ser necesario.

## Conclusiones

Se ha presentado una propuesta de incorporación de una alternativa para la práctica experimental en cursos de Física, que hemos denominado video experimental. Encontramos que este diseño resulta particularmente útil para temas de mecánica, registrando el movimiento de objetos. Se han considerado pautas de evaluación desde la perspectiva docente, estudiante y objeto de estudio; encontrando aspectos positivos en su implementación a pesar de las desventajas que la mediación en la entrega genera. Un aspecto destacable es la posibilidad de análisis de eventos que, por la relativa rapidez con que se producen, en la actividad presencial en el laboratorio es difícil de realizar. Al tener el evento en una grabación es posible detenerlo para tomar una medición y reiterarlo cuando sea necesario. Además el estudiante tiene un

primer contacto con una técnica de trabajo de uso en investigación. Para la entrega de la grabación se optó por youtube por ser una tecnología de uso difundido y familiar para la mayoría de los estudiantes.

Se ha incluido una práctica diseñada para el tema de cinemática a modo de ejemplo.

Una limitación que encontramos para la aplicación de este método es la escasez de filmaciones adaptables a una práctica experimental, lo que obliga a generar las filmaciones para nuevas prácticas.

La alternativa propuesta nos ha resultado de utilidad en la etapa de aislamiento que hemos atravesado. La experiencia puede considerarse satisfactoria y nos alienta a ampliarla y considerar su utilización en un retorno a la actividad presencial que, probablemente, será diferente a la experiencia previa a la pandemia. Con la superación de la pandemia no desaparecerán las condiciones de hacinamiento y falta de espacio físico, restricciones presupuestarias o escasez de recursos humanos. Por lo tanto la consideración de alternativas innovadoras para las actividades prácticas seguirá siendo una demanda. En este sentido las condiciones generadas por la pandemia han actuado como un disparador.

## Agradecimientos

El autor agradece a los realizadores del vídeo Dra. C. González y Dr. A. Wolfenson.

El autor agradece el apoyo parcial a este trabajo a través del proyecto UTI5257 SCyT-UTN.

## Referencias

- [1] M. P. Gazzola, M. R. Otero and V. C. Llanos, "Uso de TIC en el contexto de una enseñanza basada en la investigación," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 25, pp. 31-38, 2020, doi: [10.24215/18509959.25.e03](https://doi.org/10.24215/18509959.25.e03)
- [2] D. Chagoya and S. Maffey, "Integración de recursos tecnológicos a la enseñanza y al aprendizaje de la física," *Lat. Am. J. Sci. Educ.* vol. 7, 12012, 2020.
- [3] C. González and A. Fernández-Sogorb, "Pros y contras de las TIC como recurso de apoyo en el trabajo colaborativo: identificación de las herramientas más usadas," in *Educación Superior en La docencia en la Enseñanza Superior. Nuevas aportaciones desde la investigación e innovación educativas*. R. Roig-Vila Ed., Barcelona: Octaedro, 2020, pp. 1214-1224.
- [4] E. Pérez-López, A. Vázquez Atochero and R. Cambero Rivero, "Educación a distancia en tiempos de COVID-19: Análisis desde la perspectiva de los estudiantes universitarios," *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 24, no. 1, pp. 331-350, 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27855>

- [5] D. M. García Martínez, "¡Bendita Pandemia! Oportunidad de crecimiento y aprendizaje," *Educación Química*, no. Especial, 2020, doi: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77269>
- [6] R. Roig-Vila, M. Urrea-Solano and G. Merma-Molina, "La comunicación en el aula universitaria en el contexto del COVID-19 a partir de la videoconferencia con Google Meet," *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 24 no. 1, pp. 197-220, 2021, doi: [http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519\(2021\)](http://dx.doi.org/10.5944/ried.24.1.27519(2021))
- [7] I. Dussel, P. Ferrante and D. Pulfer, *Pensar la educación en tiempos de pandemia. Entre la emergencia, el compromiso y la espera*. Buenos Aires: UNIPE, 2020.
- [8] A. Cabrales, A. Graham, P. Sahlberg, C. Hodges, S. Moore, B. Locke, T. Trust, A. Bond, Doug Lederman, J. Greene, J. Maggioncalda, L. Soares, G. Veletsianos and J. Zimmerman, *Enseñanza Remota de Emergencia, textos para la discusión*. The Learning Factor, 2020. [Online]. Available: <http://www.educacionperu.org/wp-content/uploads/2020/04/Ensen%CC%83anza-Remota-de-Emergencia-Textos-para-la-discusio%CC%8In.pdf>
- [9] N. Klein, *La doctrina del shock*. España: Booket, 2007.
- [10] P. Mishra and M. J. Koehler, "Technological Pedagogical Content Knowledge," *Teachers College Record*, vol. 108, pp. 1017-1054, 2006.
- [11] P. Mishra, M. J. Koehler and Y. Zhao, *Faculty development by design. Integrating technology in higher education*. Information Age Publishing, 2007.
- [12] L. S. Shulman, "Those who understand: Knowledge growth in teaching," *Educational Researcher*, vol. 15 no. 2, pp. 4-14, 1986.
- [13] R. P. Feynman, *The Feynman Lectures on Physics*. Addison-Wesley, Reading MA, 1963.
- [14] AAPT, "Goals of the introductory physics laboratory," *American Journal of Physics*, vol. 66, no. 6, pp. 483-485, 1998.
- [15] N. G. Holmes and C. L. Wieman, "Introductory Physics labs. We can do better," *Physics Today*, vol. 71, pp. 38-45, 2018.
- [16] A. P. Lorandi Medina, G. Hermida Saba, J. Hernández Silva and E. Ladrón de Guevara Durán, "Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería," *Revista Internacional de Educación en Ingeniería*, vol. 4, pp. 24-30, 2011.
- [17] M. F. Giubergia, P. A. Rosas, J. Britch and M. A. Ré, "Diseño, implementación y puesta em aula de herramientas alternativas para la actividad de laboratorio en Física," in *World Engineering Education Forum (WEEF) 2012*, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina, 2012.
- [18] M. A. González, G. Arranz, R. Portales, M. Tamayo and A. González, "Development of a virtual laboratory on

the internet as support for physics laboratory training," *European Journal of Physics*, vol. 23, pp. 61-67, 2002.

[19] M. A. Ré, L. E. Arena and M. F. Giubergia, "Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación," *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación*, vol. 8, pp. 16-22, 2012.

[20] M. A. Ré and M. F. Giubergia, "Virtual Laboratory for a First Experience in Dynamics," in *Intercative Computer Blended Learning, ICBL 2013*, 6 al 8 de Noviembre, Florianópolis, Brasil, 2013.

[21] Desarrollos de los proyectos physlets. [Online]. Available: <https://www.compadre.org/physlets/>

[22] Desarrollos de los proyectos phet. [21] Desarrollos de los proyectos <https://phet.colorado.edu/>

[23] S. J. Derry, *Video research in education. Recommendations from an expert panel*. Chicago, EEUU: Data Research and Development Center, 2007.

[24] B. Means, M. Bakia and R. Murphy, *Learning Online: What Research Tells Us about Whether, When and How*. New York: Routledge, 2014.

[25] Video práctica del tema cinemática. [Online]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=Ma3YYu0B9nc>

*Información de Contacto del Autor:*

**Miguel A. Ré**

Facultad Regional Córdoba  
Universidad Tecnológica Nacional  
Córdoba  
Argentina

[mre@frc.utn.edu.ar](mailto:mre@frc.utn.edu.ar)

[miguel.re.501@unc.edu.ar](mailto:miguel.re.501@unc.edu.ar)

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9311-5285>

**Miguel A. Ré**

Doctor en Física. Profesor Titular Ordinario, CIII, Facultad Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional.