

# Enseñanza de la física en criminalística: un enfoque interdisciplinario

## Teaching physics in criminalistics: an Interdisciplinary approach

Silvia Inés Navarro<sup>1,2</sup>, Maria Luz Quiroga<sup>2</sup> y Gustavo Adolfo Juarez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Avda. Belgrano 300, CP 4700, Catamarca, Argentina.

<sup>2</sup>Facultad de Derecho, Universidad Nacional de Catamarca, Avda. Belgrano 300, CP 4700, Catamarca, Argentina.

\*E-mail: [silvia.facen@gmail.com](mailto:silvia.facen@gmail.com)

### Resumen

Actualmente ante la situación sanitaria que vivimos, las circunstancias y medios para llevar adelante las prácticas educativas han cambiado. La utilización de las herramientas tecnológicas se hacen prioritarias, llevando a adoptar un modelo de enseñanza denominado aprendizaje invertido, que consiste en trasladar los saberes al exterior del aula de forma interdisciplinaria, aprovechando el tiempo de clase y desarrollando las interacciones entre docente y estudiantes. Este recurso pedagógico se aplicó en la asignatura Matemática y Física Aplicada de la carrera Licenciatura en Criminalística-UNCA, en temas relacionados a accidentología, que requieren conocimientos metodológicos que contribuyen a la interpretación de leyes físicas y sus consecuencias. Esto posibilitó al estudiante desarrollar habilidades de investigación y aportar esquemas para hallar soluciones a problemas de áreas específicas, llevándolo a afrontar con sensibilidad los resultados que se presentan en la realidad. El objetivo de este trabajo, es difundir la importancia de la interdisciplinariedad dentro del contexto práctico-operativo de la criminalística, que requiere aportar soluciones a problemas de las realidades socio-histórico y culturales.

**Palabras clave:** Física; Interdisciplinariedad; Accidentología; Aprendizaje invertido; Experiencia

### Abstract

Currently in view of the health situation we are living in, the circumstances and means to carry out educational practices have changed. The use of technological tools has become a priority, leading to the adoption of a teaching model called flipped learning, which consists of transferring knowledge outside the classroom in an interdisciplinary way, taking advantage of class time and developing interactions between teacher and students. This pedagogical resource was applied in the Mathematics and Applied Physics subject of the Bachelor's degree in Criminalistics-UNCA, in topics related to accidentology, which require methodological knowledge that contributes to the interpretation of physical laws and their consequences. This enabled the student to develop research skills and provide schemes to find solutions to problems in specific areas, leading him to face with sensitivity the results that are presented in reality. The objective of this work is to disseminate the importance of interdisciplinarity within the practical-operational context of criminology, which requires providing solutions to problems of socio-historical and cultural realities

**Keywords:** Physical; Interdisciplinarity; Accidentology; Flipped learning; Experience.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente ante la situación sanitaria que vivimos, las circunstancias y medios para llevar adelante las prácticas educativas han cambiado. Ante esta realidad, surge naturalmente la pregunta de cómo podemos preparar a nuestros estudiantes en ciencias y tecnología. Desde luego, la respuesta a este interrogante es muy compleja, no obstante, el intento de elaborarla, es un desafío ineludible para el docente.

El hecho de educar a distancia se trata de generar espacio que permita lograr aprendizajes auténticos y significativos a través del uso con sentido de las herramientas tecnológicas, que sirvan como soporte y canales para el acceso y el tratamiento de la información, posibilitando una educación que permita establecer una estructura adecuada al mismo, que den seguimiento al trabajo en cada etapa y que aseguren una secuencia de estudio con recursos de calidad que permitan al estudiante atravesar por una experiencia de aprendizaje significativo. (Mendoza Castillo, 2020)

La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) que están disponibles en las aulas son prioritarias, las cuales se enmarcan en un paradigma didáctico denominado *aprendizaje invertido* o *Flipped Learning* que está centrado en el estudiante que traslada una parte o la mayoría de la instrucción directa al exterior del aula de forma interdisciplinaria, aprovechando el tiempo de clase y desarrollando las interacciones entre docente-estudiante.

*La instrucción directa es un modelo de enseñanza que consiste en proporcionarle al alumno lecciones bien desarrolladas y cuidadosamente planificadas. Dichas lecciones están diseñadas en torno a pequeños incrementos de aprendizaje y tareas de enseñanza claramente definidas y prescritas. Se basa en la teoría de que la eliminación de las malas interpretaciones puede acelerar y mejorar en gran medida el aprendizaje.* (EduTrends, 2014)

En el aula invertida las clases son recepcionadas en la casa, mediante correo, foros, videos, chat, y otras herramientas y recursos aportados por las TIC, lo cual permiten una constante interacción del estudiante con el docente y sus compañeros de clase. Se busca generar algunos mecanismos de carácter social que estimulen y favorezcan la enseñanza, como las discusiones en grupo y el poder de la argumentación en la discrepancia entre sujetos que posean distintos grados de conocimiento sobre un tema. Deben considerarse los métodos de participación grupal y la resolución de problemas, casos y proyectos. En el aprendizaje por experiencia parte del principio de que las ideas no son fijas ni elementos del pensamiento puramente intercambiables, sino que se forman y reforman a través de la experiencia. Se trata de un proceso continuo al que cada uno incorpora sus propios conocimientos y creencias en niveles distintos de elaboración. Este aprendizaje supone empezar con vivencias concretas sobre las que, posteriormente, el estudiante reflexiona desde perspectivas diferentes al relacionarse con otros compañeros. El mayor hallazgo del aprendizaje por experiencia en el aula invertida es que el aprendizaje sucede en el momento de la experiencia (Perdomo, citado por Rivera Calle y García Martínez, 2018)

En este método, el docente asume el rol de guía durante todo el proceso de aprendizaje del estudiante, en la que implementa estrategias de aprendizaje significativo, que lleva a construir conocimientos en base a las experiencias previas, para luego ser aplicado a la vida cotidiana, como ser la realización de experiencias, investigaciones o trabajos en proyectos en equipo, como así también poder utilizar el tiempo de clase para comprobar la comprensión de los temas adquiridos por los estudiantes, y lograr desarrollar el pensamiento crítico.

*El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información se conecta con un concepto relevante (subsunor) preexistente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de anclaje a las primeras.* (Salzano Masini & Moreira, 2017)

Dentro de éste contexto, se suma la interdisciplinariedad, que aplicada al proceso didáctico de aula por el docente, es capaz de generar aprendizajes con grados de significatividad en los estudiantes, ésta posibilita eliminar paulatinamente las barreras en la que se encuentran los estudiantes, cuando utilizan aprendizajes memorísticos, mecánicos o repetitivos, ya que no existe comprensión del aprendizaje. Por lo tanto, la interdisciplinariedad desarrolla competencias, como la capacidad del estudiante para desempeñar actividades profesionales o laborales, en base a la relación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores, requeridos para esa tarea (Smirnov, 1983).

La enseñanza de las ciencias básicas como la Física aplicada a la Criminalística desde el contexto interdisciplinario, proporciona un aporte valioso a la formación profesional, siempre que se destaquen sus aspectos formativos y metodológicos, a la par de contenidos de información específica, que lleven a analizar críticamente los resultados y buscar información para lograr una mayor comprensión de los problemas planteados (Irureta, 2003).

Al definir Criminalística implícitamente conlleva relacionarla con conocimientos técnicos-científicos, averiguación de lo acontecido, identificación de personas vivas o fallecidas, manejo del sitio del suceso, métodos científicos utilizados en el laboratorio para el examen de la evidencia, siendo que esta última resulta la materia prima de la

Criminalística para lograr recabar la información requerida para responder el heptálogo de interrogantes precisadas (Álvaro Burgos, 2010, p. 251). Asimismo Martínez (2006) expresa:

*algo de lo que he aprendido sobre las aplicaciones forenses de la física, es que estas aplicaciones van desde el uso más simple de la mecánica newtoniana hasta métodos de alta tecnología. Tal como los accidentes de tránsito que son ideales como experimentos de física. Este caso especial involucra la ciencia que a todo policía se le enseña a aplicar (a veces sin tener presentes los fundamentos): por un lado la física de un auto que frena, representa por la segunda ley de Newton; por el otro, el mínimo de psicología experimental que se necesita, junto con un poco de cinemática y geometría, para entender las implicaciones prácticas de los tiempos de reacción finitos. De lo que hablamos, entonces, es de las consecuencias prácticas y medibles de los retrasos o demoras que imponen respectivamente la dinámica y nuestro sistema nervioso. (Martínez, 1994, p. 7)*

## II. PROPUESTA METODOLÓGICA

Se trabajó con una actividad experimental proporcionándole al estudiante de ciencias Criminalística una nueva forma de ver la Física. Esta actividad consistió en cuatro etapas: a) análisis de video del evento que se estudiaría; b) trabajo experimental utilizando los conceptos aprendidos proyectados al exterior del aula; c) análisis y solución de un caso particular; d) aportes libres a la experiencia llevada a cabo.

Mediante esta actividad se promueve el desarrollo de capacidades por parte de los estudiantes, facilitándole la comprensión de los conceptos físicos - matemáticos que explicitan los contenidos de la física mecánica, dictados en la asignatura Matemática y Física Aplicada de primer año de 2021 de la carrera Ciclo Complementario de la Licenciatura en Criminalística de la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional de Catamarca, conformada por una población de veintiún (21) estudiantes; las cuales tienen diferentes características en su implementación.

El objetivo es favorecer el enfoque experimental aplicado a los conceptos físicos que fundamentan los métodos y técnicas propias de la criminalística.

La aplicación interdisciplinaria está directamente relacionada con las experiencias, posibilitándole al estudiante de criminalística mejorar su propio aprendizaje sobre temas relacionados con los movimiento de los cuerpos y sus efectos, y responder a la comprensión de su propia realidad social.

Para ello, nos enfocamos en los fenómenos que ocurren en una colisión vehicular que están presentes en nuestras vidas cotidianas, donde el estudiante debía relacionar los conceptos físicos de cinemática y dinámica, para interpretar y explicar con mayor facilidad los hechos presentes en la comisión de delito cometido en la conducción vehicular (Tipplens, 2011). Desarrollando argumentos que les sirva como base para la explicación de dichos fenómenos ante un juez y tomar la decisión de indultar o sancionar este tipo de acciones.

La actividad estuvo centrada en un problema de accidentología, donde cada estudiante debía aplicarlo a su zona de residencia, argumentando sus propias características. El problema expresa lo siguiente:

*Supongamos la colisión lateral entre dos vehículos en una intersección urbana, siendo el vehículo 1 un Renault Capture con una pareja joven a bordo, embiste en el cruce al auto 2 un Renault Sandero manejado por un sujeto joven que no lleva acompañante.*

En función de los puntos consignados en la actividad, se procedió a desarrollar la misma que consistía:

1. En base al estudio y análisis de los videos proporcionados sobre diversos casos de accidentes, utilice las respuestas dadas oportunamente para poder evaluar el problema planteado.

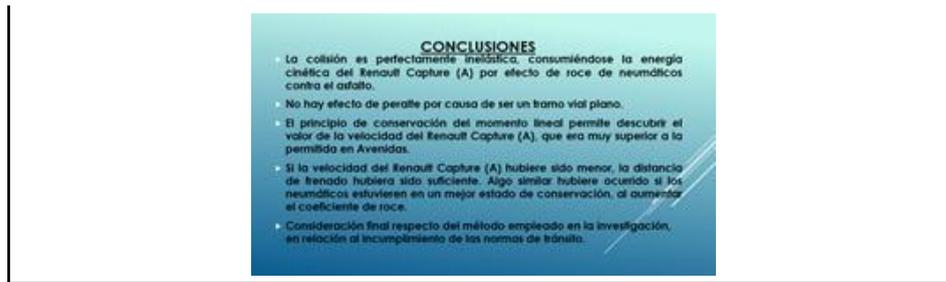
2. Realizar el trabajo experimental proyectado al exterior del aula, que será aplicado a su zona de residencia. Cada estudiante debía adaptarlo a su zona de residencia donde habita, en la que debía proporcionar la ubicación geográfica por GPS y una descripción detallada del lugar de estudio.

Cabe destacar que cada estudiante eligió cómo aplicar el problema en su zona de residencia según su propio criterio. Esto condujo a que lo aprendido le fuera útil y aplicable, descubriendo lo sucedido por sí mismos. Para ello, debía buscar en medios impresos y electrónicos información relacionada con una colisión vehicular.

3. Analizar y proponer solución al problema planteado. Para ello, el estudiante debía considerar todas las variables que participan en la colisión vehicular, para posteriormente proceder al análisis y evaluación en respuesta al problema planteado, teniendo como base los conceptos físicos impartidos en la asignatura.

4. Realizar la presentación de un ensayo escrito en el que describe y explica sus resultados, y con su posterior defensa oral, ante sus compañeros para generar discusiones. Este hecho, propicia el posibilitar que cada estudiantes pueda explicar sus propios planteados al problema dado, poniendo énfasis en qué efectos de la colisión intervienen los conceptos físicos vistos en la asignatura.





**FIGURA 1.** Ejemplo de la presentación del problema planteado realizado por una estudiante.

respecto al trabajo experimental llevado a cabo fuera del ámbito educativo por cada estudiante, donde lo aplicó a su contexto habitacional describiendo un croquis que ubica el accidente vehicular considerando las consignas dadas en el problema planteado, interpretando los fenómenos relacionados con la conservación del momento lineal, el cual es necesario para determinar las variables relacionadas con las colisiones entre vehículos cuando estas ocurren en un cruce o intersección. Esto lleva al estudiante a comprender las cantidades vectoriales involucradas en los fenómenos de colisiones y cómo estas dependen de factores tales como, velocidad, masas de los cuerpos y el ángulo en que ocurre la colisión, previa investigación realizada por el propio estudiante recurriendo a medios impresos y electrónicos; para luego realizar el análisis y solución del problema planteado a través de los conceptos matemáticos que explican dicho fenómeno.

Finalmente, y como parte de la evidencia de aprendizaje, cada estudiante procedió a realizar una presentación oral de lo investigado, explicando a sus compañeros la forma en la que se desarrolló el hecho vehicular.

Por lo tanto, en la tabla I se detalla el instrumento de evaluación que se consideró en relación al conocimiento adquirido por los estudiantes:

**TABLA I.** Evaluación de los conocimientos adquiridos y aportes interdisciplinarios obtenidos por los estudiantes.

Criterios	Indicadores	Valoración	
		SI	NO
Presentación del desarrollo del experimento	En la exposición, se observó que los estudiantes siguieron las indicaciones dadas en el experimento, haciendo uso de instrumentos de mediciones (cinta métrica, regla y escalímetro) para determinar con una mayor precisión la descripción del croquis respectivo, al momento de tomar datos.	95 %	5 %
Análisis cuantitativo	Análisis de las conceptos matemáticos referente a la colisión vehicular que el estudiante presenta según el lugar donde reside, responde a las variables tomadas en cuenta al momento de producirse el choque.	24 %	76 %
Dominio de los temas	Expresa con claridad y fluidez los conceptos, ideas, y utilizan de manera adecuada el lenguaje técnico propio de la criminalística.	90 %	10 %
Diseño del esquema	La presentación es muy buena, atractiva y cumple con los criterios propios del diseño planteado a su zona de residencia. Demuestra originalidad, creatividad y perspicacia.	100 %	0 %
Utilización de software de geolocalización	Utiliza la información aportada por el GPS para la localización absoluta de las coordenadas geográficas de su domicilio, donde evaluó la colisión vehicular propuesta.	100 %	0 %
Aportes libres por parte del estudiante desde lo interdisciplinario	Cada trabajo evidencio información concisa, gramaticalmente coherente y con buena presentación y ortografía. Facilitando la integración de contenidos en contextos disímiles, enfatizando que en los casos de un proceso accidentalógico no se cumplen con las normativas vigentes de las leyes de tránsito.	95 %	5 %

#### IV. VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD INTERDISCIPLINARIA

De la experiencia realizada, se destaca la importancia de trabajar con actividades dentro de lo cotidiano, que motivan e incentivan a los estudiantes. Esto nos lleva a requerir de estrategias didácticas que les permitan a los estudiantes elaborar conocimientos de manera significativa e interdisciplinaria, utilizando nuevas tecnologías y el trabajo experimental.

La propuesta didáctica vinculó los contenidos de física, aplicados a la ciencia criminalística, lográndose un trabajo interdisciplinario, que junto a la experimentación le permitió al estudiante, con la colaboración del docente, justificar los conceptos teóricos que llevan a la comprensión de los procesos que se hacen presentes en una colisión vehicular, donde los parámetros que intervienen son coincidentes con la realidad, en las normativas vigentes de las leyes de tránsito. Además, el uso de las nuevas tecnologías permitió evidenciar una motivación interesante para los estudiantes, debido a la disponibilidad de este recurso y su versatilidad en el manejo del mismo.

Esto llevó, a que los estudiantes tengan una participación activa en las discusiones generalizadas dentro del aula, la cual requiere de la elaboración de sus propios argumentos en relación a las actividades planteadas.

### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a los estudiantes que cursaron durante el corriente año, la asignatura Matemática y Física Aplicada de la carrera Ciclo Complementario de la Licenciatura en Criminalística de la Facultad de Derecho – UNCA. Por su loable interés por aprender a discernir, a trabajar de manera diferente de lo habitual, y lo más importante, revivir el proceso de descubrimiento del conocimiento de la física-matemática y conocer su utilidad dentro de la criminalística.

### **REFERENCIAS**

Álvaro Burgos M. (2010) La Criminalística y su importancia en el campo forense. *Revista Digital de la Maestría en Ciencias Penales de la Universidad de Costa Rica*, N°2, p. 239 – 270.

EduTrends: Observatorio de Innovación Educativa de Tecnología de Monterrey (2014), Año 1, N°3

Irureta V.A. (2003) *Accidentología vial y pericia. (3ra Edición)*. Buenos Aires. Ediciones La Rocca.

Martínez E. N. (1994) *La física forense en el aula*. Centro de Formación Continua. Instituto Balseiro, UNCuyo. Centro Atómico Bariloche, CNEA.

Mendoza Castillo L. (2020) Lo que la pandemia nos enseñó sobre la educación a distancia. *RLEE Nueva Época/Vol. I Número Especial*, p. 343-352.

Rivera Calle F.M., García Martínez A. (2018) Aula invertida con tecnologías emergentes en ambientes virtuales en la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador. *Revista Cubana de Educación Superior. Número 1*, 108-123.

Salzano Masini E.F., Moreira M.A. (2017) *Aprendizaje Significativo en la Escuela*. Curitiba-Brasil: Editora CRV.

Smirnov S. (1983) *La aproximación interdisciplinaria en la ciencia de hoy. Fundamentos ontológicos y epistemológicos. Formas y funciones*. España. Madrid, Editorial: Tecnos/Unesco.

Tippens P.E. (2011) *Física. Conceptos y Aplicaciones*. (Séptima edición revisada). México. Editorial McGraw-Hill