

Clases interactivas demostrativas y simulaciones PhET para la enseñanza de la mecánica newtoniana en la escuela técnica

Gisella Tamara Coria¹, Ana Paula Lucero^{2*}

Resumen

El presente trabajo expone una experiencia de aula desarrollada en una escuela secundaria técnica con orientación en electromecánica, ubicada en una localidad del interior de la Provincia de San Luis, Argentina. La propuesta se implementó en un curso de cuarto año, conformado por 20 estudiantes de entre 16 y 17 años, con el propósito de favorecer la comprensión de las leyes de Newton, en particular los conceptos de fuerza neta, fuerza aplicada y fricción, a través de estrategias de aprendizaje activo basadas en las Clases Interactivas Demostrativas (CID). La secuencia combinó el uso de simulaciones *PhET* con instancias de predicción, observación y discusión colectiva, promoviendo la reflexión sobre las ideas previas y el razonamiento físico. Si bien la escuela dispone de laboratorio, la falta de materiales adecuados motivó la incorporación de recursos digitales como alternativa didáctica. Los resultados de una encuesta de opinión estudiantil y las percepciones docentes evidencian un alto grado de interés y comprensión por parte de los estudiantes, destacando el valor de las CID para generar aprendizajes significativos, favorecer el cambio conceptual y fortalecer la alfabetización científica en contextos con recursos limitados.

Palabras clave: Aprendizaje activo; clases interactivas demostrativas; formación científica escolar.

¹ Esc. Técnica N 26 Gobernador Elías Adre.

² Universidad Nacional de San Luis.

gisellatami@gmail.com, anapaulalucero.1201@gmail.com

Abstract

This paper presents a classroom experience carried out in a technical secondary school with an orientation in electromechanics, located in a small town in the province of San Luis, Argentina. The proposal was implemented in a fourth-year class of 20 students aged 16 to 17, with the aim of fostering the understanding of Newton's laws, particularly the concepts of net force, applied force, and friction, through active learning strategies based on Interactive Lecture Demonstrations (ILDs). The teaching sequence combined the use of *PhET* interactive simulations with stages of prediction, observation, and collective discussion, promoting reflection on students' prior ideas and encouraging scientific reasoning. Although the school has a laboratory, it lacks adequate materials for conducting physics experiments, which motivated the incorporation of digital and interactive resources as an alternative. The results of a student opinion survey and teacher reflections reveal a high level of engagement and conceptual understanding, highlighting the value of ILDs for promoting meaningful learning, conceptual change, and the development of scientific literacy in contexts with limited resources.

Keywords: Active learning; interactive lecture demonstrations; scientific education

1 Esc. Técnica N 26 Gobernador Elías Adre.

2 Universidad Nacional de San Luis.

gisellatami@gmail.com, anapaulalucero.1201@gmail.com

1. Introducción

Diversos estudios han mostrado que los estudiantes llegan a las clases de Física con ideas intuitivas sobre el movimiento y las fuerzas que difieren notablemente del enfoque newtoniano. Estas concepciones espontáneas, basadas en la experiencia cotidiana, suelen ser muy persistentes y dificultan tanto la enseñanza como el aprendizaje de la mecánica (Halloun & Hestenes, 1985). La comprensión de conceptos como fuerza neta, fuerza aplicada o fricción implica abandonar progresivamente una visión intuitiva del movimiento y avanzar hacia un marco explicativo más abstracto, basado en modelos y relaciones causales. En este contexto, resulta fundamental promover propuestas que inviten a los estudiantes a participar activamente en la construcción del conocimiento, en lugar de recibirlo como un conjunto de fórmulas a memorizar.

Las metodologías de aprendizaje activo se sostienen en la idea de que aprender ciencia requiere hacer ciencia: observar, predecir, debatir, experimentar y reflexionar sobre los resultados. Desde esta perspectiva, las Clases Interactivas Demostrativas (CID, Sokoloff y Thornton, 2004) constituyen una estrategia potente para favorecer el aprendizaje conceptual y la alfabetización científica, ya que se basan en un ciclo estructurado de predicción, observación y discusión que permite confrontar las ideas previas con la evidencia empírica.

Por su parte, las simulaciones interactivas PhET han demostrado ser un recurso eficaz para generar experiencias significativas en contextos donde no siempre se dispone de laboratorio o equipamiento experimental adecuado. Estos entornos digitales permiten visualizar fenómenos de manera dinámica, explorar variables con inmediatez y desarrollar habilidades de análisis y argumentación científica (Wieman, Adams & Perkins, 2008).

En este marco, la combinación de las CID con las simulaciones Phet resulta especialmente valiosa. Tal como señalan López Tavares y Orozco (2017), esta articulación promueve la participación reflexiva de los estudiantes, facilita la confrontación de concepciones intuitivas con la evidencia y favorece la construcción de comprensiones más profundas sobre los fenómenos físicos.

La enseñanza de la mecánica newtoniana ofrece un terreno fértil para implementar este tipo de estrategias, ya que permite visibilizar el proceso de modelización en física: cómo se construyen y validan explicaciones sobre el movimiento a partir de la observación y la experimentación. En el nivel secundario, además, estas experiencias contribuyen al desarrollo de una alfabetización científica integral, concebida como la capacidad de comprender, interpretar y aplicar conceptos científicos en distintos contextos de la vida cotidiana (UNESCO, 2014).

2. Descripción de la experiencia

La experiencia se desarrolló en una escuela técnica con orientación en electromecánica, ubicada en una localidad del interior de la provincia de San Luis, Argentina. La institución se caracteriza por un enfoque fuertemente vinculado a la aplicación práctica de los saberes científicos y tecnológicos, lo que brinda un marco propicio para promover experiencias de aprendizaje activo en el área de Física. Si bien la escuela cuenta con un laboratorio escolar, este no dispone del equipamiento ni de los materiales necesarios para realizar experiencias experimentales de Física, situación que motivó la búsqueda de alternativas didácticas que permitieran acercar la práctica experimental al aula mediante recursos digitales e interactivos.

La propuesta se implementó en un curso de cuarto año del nivel secundario, conformado por 20 estudiantes de entre 16 y 17 años, en el marco de una secuencia didáctica dedicada al estudio de las Leyes de Newton, con especial énfasis en los conceptos de fuerza neta, fuerza aplicada y fuerza de fricción. La secuencia combinó el uso de simulaciones interactivas —como las de la plataforma *PhET Interactive Simulations*— con la dinámica de las Clases Interactivas Demostrativas (CID). Cada encuentro se organizó en torno a una situación problema o experiencia de simulación, que los estudiantes debían anticipar a partir de sus ideas previas. Luego de la formulación de predicciones individuales, se realizaba la exploración colectiva de la simulación, observando el comportamiento del en distintas condiciones. Posteriormente, los grupos discutían los resultados y contrastaban sus hipótesis con las observaciones, lo que propiciaba el debate entre pares y la reconstrucción conceptual.

En particular, la primera clase partió de la situación cotidiana de empujar un libro sobre un escritorio, utilizada como punto de partida para analizar cómo se relacionan la fuerza aplicada, el rozamiento y el movimiento. A partir de esta experiencia concreta, los estudiantes realizaron predicciones y luego contrastaron sus ideas mediante la simulación de PhET “*Fuerzas en una dimensión*”, examinando las gráficas de velocidad, aceleración y fuerzas en función del tiempo. Los conceptos abordados incluyeron la diferencia entre fuerza aplicada y fuerza neta, el rol del rozamiento en el movimiento y la relación entre fuerza neta y aceleración. Para orientar la indagación, la docente planteó, a lo largo de los tres encuentros que duró la implementación de la propuesta, preguntas tales como: “¿Por qué en algunas condiciones la fuerza neta y la fuerza aplicada resultan iguales?”, “¿Por qué la aceleración disminuye cuando aumenta el rozamiento?” o “¿Es necesario seguir aplicando fuerza para mantener la velocidad constante cuando no hay fricción?”. Estas preguntas, integradas en distintos momentos del ciclo de predicción–observación–discusión, favorecieron la puesta en tensión de las concepciones intuitivas, la interpretación de gráficos y la articulación entre las observaciones y los modelos teóricos, promoviendo la comprensión conceptual y la argumentación científica. Asimismo, al finalizar la implementación de la secuencia, se aplicó una encuesta de opinión anónima con el propósito de recoger las percepciones del grupo sobre la metodología utilizada y

su impacto en el aprendizaje. Este instrumento permitió recuperar la voz del estudiantado y generar una instancia de evaluación reflexiva tanto para ellos como para la docente, en el marco de una enseñanza entendida como práctica en constante revisión. La encuesta estuvo compuesta por tres preguntas cerradas de opción múltiple, orientadas a relevar impresiones sobre la estrategia de aula más que aprendizajes conceptuales logrados. Las preguntas indagaron tres dimensiones: (1) la valoración del uso de simulaciones, (2) la percepción sobre la utilidad del debate entre pares y (3) la apreciación del aporte de las simulaciones a la comprensión del tema. Cada una ofreció tres opciones de respuesta (sí/ no / otro), lo que permitió obtener una caracterización general del grado de aceptación y del sentido pedagógico atribuido por los estudiantes a la experiencia.

3. Resultados y reflexiones

Al analizar el desarrollo de la propuesta, la docente señala que el grupo mostró desde el inicio una actitud participativa y curiosa, lo que favoreció el clima de trabajo y el intercambio entre pares. Si bien las simulaciones *PhET* ya habían sido utilizadas anteriormente, su empleo en esta ocasión adoptó un sentido diferente: en la experiencia previa se habían usado con un enfoque de laboratorio de verificación, donde los estudiantes observaban fenómenos para verificar una ley o familiarizarse con las variables. En cambio, en esta experiencia se buscó reorganizar la propuesta bajo la estructura de las Clases Interactivas Demostrativas (CID), incorporando las etapas de predicción, observación y discusión como ejes del proceso de aprendizaje.

Este cambio metodológico permitió profundizar en la reflexión conceptual y generar un diálogo más rico en torno a las ideas previas de los estudiantes. Durante las discusiones colectivas, emergieron concepciones muy comunes sobre el movimiento (por ejemplo, la creencia de que es necesaria una fuerza constante para mantener un objeto en movimiento), que pudieron ser abordadas a partir de la evidencia visual ofrecida por la simulación. La docente destaca que este proceso resultó clave para favorecer el cambio conceptual, ya que los estudiantes no solo observaron los resultados, sino que debieron argumentar, confrontar y revisar sus propias explicaciones.

Por otra parte, los resultados de la encuesta de opinión estudiantil evidencian el impacto positivo de la estrategia: más del **80 %** de los estudiantes expresó que disfrutó trabajar con simulaciones y consideró que la actividad le ayudó a comprender mejor el tema, mientras que el **90 %** afirmó que el uso de este recurso facilitó su aprendizaje. Si bien un grupo menor manifestó que el debate no les resultó del todo útil, la docente interpreta esta respuesta como un reflejo de las diferencias en los estilos de participación y de la necesidad de fortalecer la dinámica colaborativa para que todos se sientan interpelados por la discusión.

En su reflexión final, la docente valora especialmente el carácter activo y participativo de la propuesta, así como la posibilidad de darle un nuevo sentido pedagógico a las simulaciones al

integrarlas en un marco de trabajo estructurado y dialógico. La experiencia permitió reconocer el valor de la mediación docente en la generación de preguntas que desafíen las concepciones intuitivas, y mostró que, incluso en contextos con recursos limitados, es posible crear situaciones de aprendizaje significativo que promuevan la comprensión profunda de las leyes de Newton y la alfabetización científica de los y las estudiantes.

Referencias

- Halloun, I., & Hestenes, D. (1985). Common sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53(11), 1056–1065.
- López Tavares, J., & Orozco Martínez, M. (2017). Clases interactivas demostrativas con el uso de simulaciones PhET en el estudio de la mecánica en preparatoria. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2), 2301.
- Martínez, G., Sosa, D., & López, M. (2017). Implementación de hojas de actividades y clases interactivas demostrativas en física universitaria. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2), 2303.
- Sokoloff D. y Thornton R. (2004). *Interactive Lecture Demonstrations*, Wiley, Hoboken, NJ.
- UNESCO (2014) Conferencia General 2013. Estrategia a plazo medio. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000227860_spa
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). *PhET: Simulations that enhance learning*. *Science*, 322(5902), 682–683.