

TEST DIAGNOSTICO A ESTUDIANTES DEL CICLO BÁSICO Y DEL ÁREA TECNOLÓGICA SOBRE SITUACIONES QUE ARTICULAN MATEMÁTICA Y FÍSICA

Costa Viviana, Torroba Patricia, Devece Eugenio y Aquilano Luisina.

IMApEC, Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, UNLP. vacosta@ing.unlp.edu.ar

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación del Departamento de Ciencias Básicas, denominado “Articulación en la enseñanza de las carreras de Ingeniería” que tiene por unidad ejecutora a la UIDET IMApEC.

En este contexto una de las líneas de investigación que se desarrolla, es el diseño e implementación de una estrategia didáctica que tiene por objetivo articular en la enseñanza, conceptos estudiados por los alumnos en Física I y Física II: Movimiento Armónico Simple (MAS), Amortiguado y Forzado y Circuitos (LCR), con los estudiados en Matemática C, Ecuaciones Diferenciales Ordinarias Lineales de Segundo Orden (EDO).

Esos conceptos se comienzan a estudiar en Ciencias Básicas y les servirán a los estudiantes para anclar y conectar con los nuevos conocimientos del Área Tecnológica Básica, por ejemplo en Mecánica Racional, que estudia la cinemática y dinámica de la partícula y del cuerpo rígido. Esta asignatura, es integradora, en ella confluyen no sólo los conocimientos previos analíticos y teóricos adquiridos, sino también la capacidad técnica del alumno para tener en cuenta la realidad física, constituyendo un nexo entre las asignaturas básicas y las tecnológicas.

Uno de los objetivos de la articulación en la enseñanza es que los estudiantes en el tránsito por las asignaturas de la carrera les otorguen significado a los nuevos conceptos conectándolos con los ya existentes y estos, a su vez, modifiquen y reestructuren aquellos (Moreira, 1997). Además, el estudiante de matemática encuentra motivación al estudiar dicha disciplina cuando descubre su utilidad y aplicación en situaciones físicas concretas.

La mencionada estrategia didáctica, basada en estos principios, consiste en una actividad de articulación interdisciplinaria en el aula de matemática, con la presencia de docentes de Física y Matemática. Esta propuesta didáctica contiene el empleo de TIC, lo que permite la toma de datos a tiempo real y el contraste de los resultados teóricos con los experimentales dando validez al modelo físico-matemático empleado. El objetivo, estuvo inicialmente centrado en vincular el MAS, estudiado en Física I y las EDO, en Matemática C (Torroba 2012 y Costa 2013).

Posteriormente, se extendió la experiencia de manera de incluir las relaciones entre MAS, Movimiento Amortiguado y Forzado (Física I) con los circuitos LC, LCR y LCR con un generador de corriente alterna respectivamente (Física II). Si bien son sistemas físicos muy diferentes están vinculados por ecuaciones diferenciales de segundo orden lineal (Matemática C) que presentan la misma forma pero contienen constantes que caracterizan a cada sistema. Se hicieron test para evaluar la implementación de esas propuestas y los resultados indicaron la necesidad de la mediación de los profesores en ayudar a los estudiantes en vincular los aspectos temáticos estudiados en diferentes asignaturas (Torroba, Costa, Devece, 2013).

Se continuó investigando sobre dos aspectos:

- a) Cómo influye incluir una actividad experimental con uso de TIC, aplicada a un sistema masa-resorte (SMR), en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales de segundo orden lineales (EDO).
- b) La evolución en el tiempo del aprendizaje y su vinculación entre el comportamiento de un SMR y de EDO aplicados en otro contexto.

Las respuestas de estos estudios, destacaron la importancia que le confieren los estudiantes al empleo de actividades experimentales ya que favorecen sus aprendizajes de las EDO y el MAS, pues les permite verificar a tiempo real, la validez de los modelos teóricos estudiados.

En particular, se indagó en el Área Tecnológica Básica sobre la utilización de los conceptos MAS y EDO. Los resultados obtenidos mediante encuestas a alumnos que participaron de esas actividades fueron contrastados con otro grupo de alumnos que no las habían realizado. La evaluación indicó que el porcentaje de estudiantes que no tienen dificultades con las EDO es significativamente menor en el grupo que participó de las clases de articulación (Costa, Torroba, Devece, 2015). A modo de conclusión se pudo inferir que las mayores dificultades que presentan los alumnos en el estudio de situaciones abordadas en el Área Tecnológica Básica están vinculadas con el uso de herramientas matemáticas. Los alumnos no enunciaron dificultades con conceptos físicos. Dentro de las herramientas matemáticas que los estudiantes expresaron tener dificultades surgieron: ecuaciones diferenciales, vectores y álgebra vectorial, parametrización de curvas y trigonometría.

En particular, los inconvenientes encontrados en el inadecuado uso de las magnitudes vectoriales, nos condujo a diseñar una propuesta didáctica con el propósito de resignificar ese concepto que se estudia inicialmente en Matemática A con el que estudiarán en la primera asignatura de Física. Esto se relata en Torroba, Trípoli, Devece y Aquilano (2017).

En relación a las dificultades comentadas por las estudiantes relacionadas con la trigonometría, se implementó una propuesta interdisciplinaria que consistió en una actividad de articulación en la cual se relacionaron las funciones trigonométricas seno y coseno con el movimiento armónico simple. La actividad mencionada estuvo dirigida a estudiantes de primer año de ingeniería y se llevó a cabo en un aula de matemática con docentes de distintas disciplinas. En la propuesta se relacionaron las constantes asociadas a las funciones seno y coseno con las características de un sistema físico masa-resorte y un péndulo simple, mediante una actividad experimental con uso de elementos tradicionales combinados con TIC. La evaluación de la experiencia se describe en un trabajo que será presentado en estas Jornadas.

Profundizando con la línea de estas investigaciones, se propuso hacer un test diagnóstico, que es el que se presenta en este trabajo, que indague sobre algunos aspectos estudiados en las Ciencias Básicas que se requieren recuperar cuando los estudiantes comienzan a cursar el Área Tecnológica Básica, en particular, Mecánica Racional. En el test se pregunta sobre ecuaciones diferenciales de primer orden, estudiadas en Matemática B, ecuaciones diferenciales de segundo orden-MAS estudiadas en Matemática C-Física I, y sobre movimientos con aceleración constante y sus correspondientes representaciones gráficas estudiadas en Matemática A-Física I. Este test, se implementó en dos instancias, a dos grupos de alumnos, uno finalizando el Ciclo Básico (37 estudiantes) y el otro ubicado en el Área Tecnológica Básica (94 estudiantes). A continuación se presentan las preguntas del test, los resultados y las conclusiones. Además, se analizó si la actividad realizada entre MAS y EDO estuvo relacionada con el proceso de enseñanza y aprendizaje de esos contenidos en general.

PARTE EXPERIMENTAL

El test diagnóstico que se realizó consta de dos preguntas sobre situaciones simples. Para dar respuesta a las preguntas, sería necesario articular nociones de ecuaciones diferenciales, funciones polinomiales, aspectos cualitativos y geométricos de las mismas, con conceptos de física modelados por tales ecuaciones.

La pregunta 1, consta de dos ítems (a) y (b). En el primero (Figura 1-(a)) se presenta una ecuación diferencial de primer orden no lineal: $x'(t) = (x(t))^2$ con condición inicial $x(0)=1$. Se presentan tres imágenes, de gráficas de $x(t)$ en función de la variable t , en la que el encuestado debe marcar con una cruz la que considere correcta. El objetivo es que sin resolver analíticamente la ecuación (en ese caso obtendrían $x(t) = 1/(1-t)$), logren a partir de consideraciones cualitativas observando el signo de la “pendiente” de $x(t)$ (en este caso siempre positiva) y la condición inicial, logren seleccionar la imagen correcta, que para esta situación es la primera. En matemática, el “campo de pendientes” o de “direcciones” de una EDO es una potente herramienta que permite evaluar el comportamiento de las soluciones (que corresponden a funciones), para analizar e ilustrar modelos.

En el segundo ítem de esta pregunta (Figura 1- (b)), se presenta una ecuación diferencial de segundo orden lineal, que modela un oscilador armónico, con condición inicial para la posición y la derivada. Su solución analítica es $x(t)=\text{sen}(3t)/3$ y su representación gráfica es la primera imagen. Los conceptos relacionados a esa pregunta se estudian en Matemática C (EDO) desde el Álgebra Lineal, y en Física I cuando se aborda el modelo masa resorte (MAS). Estos conceptos se exploran en la actividad experimental mencionada en la introducción. El objetivo de esta pregunta es conocer si el estudiante vincula, sin realizar cálculos y desde un análisis cualitativo, el movimiento que realiza una partícula (gráfica) cuyo modelo es la ecuación diferencial dada.

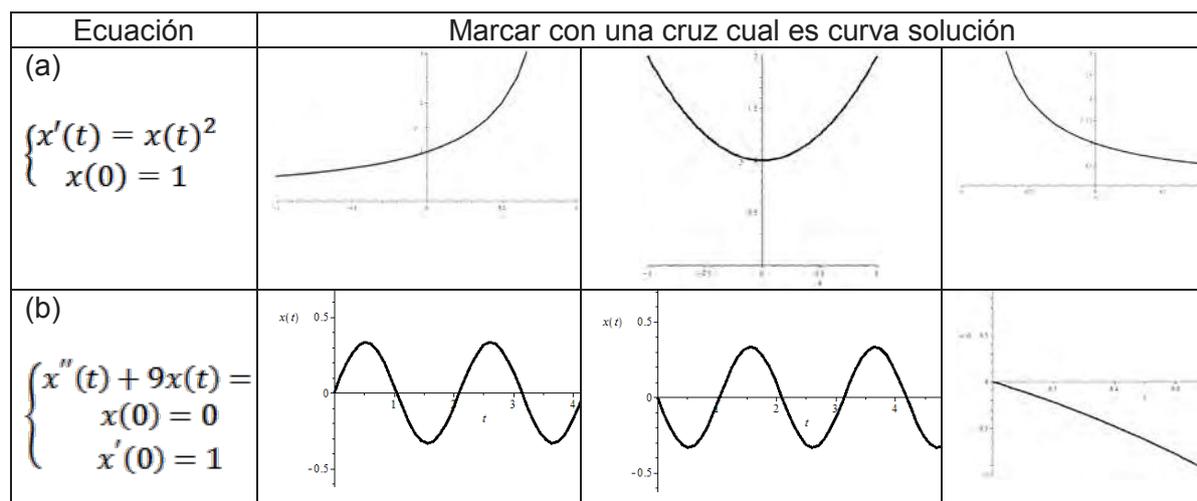


Figura 1

La pregunta 2, indaga sobre un movimiento con aceleración constante cuya representación gráfica de la posición en función del tiempo es una función cuadrática. Estos conceptos se abordan primero en Matemática A (análisis de una función) y posteriormente en Física I (cinemática) y se muestra en la Figura 2 (Torroba, 2016). La respuesta correcta es la segunda imagen.

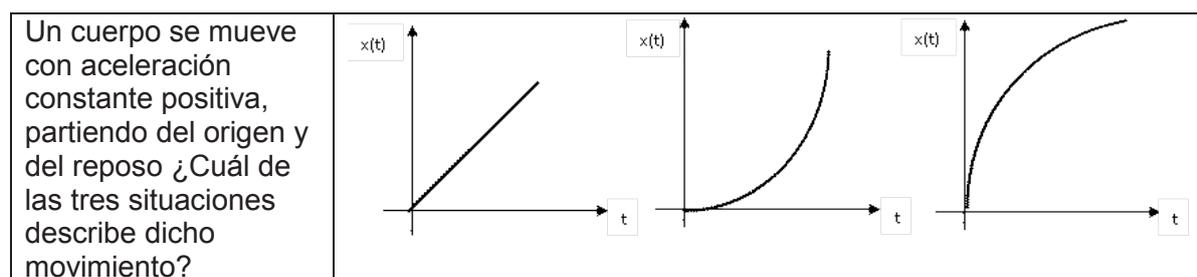


Figura 2

RESULTADOS Y DISCUSION

El test diagnóstico fue aplicado a 37 estudiantes finalizando el curso de Matemática C (Área Básica - Grupo 1) y a 94 estudiantes que cursaban Mecánica Racional (Área Tecnológica Básica – Grupo 2). Cabe mencionar que todos los alumnos del Grupo 1, habían participaron de la actividad experimental, mientras que no todos los del Grupo 2. Las respuestas de ambos grupos, se numeran (dado que fueron anónimas) y se categorizan de la siguiente forma: “correcta”, “incorrecta” o “no contesta”. En la Figura 3, se muestra la respuesta de un estudiante.

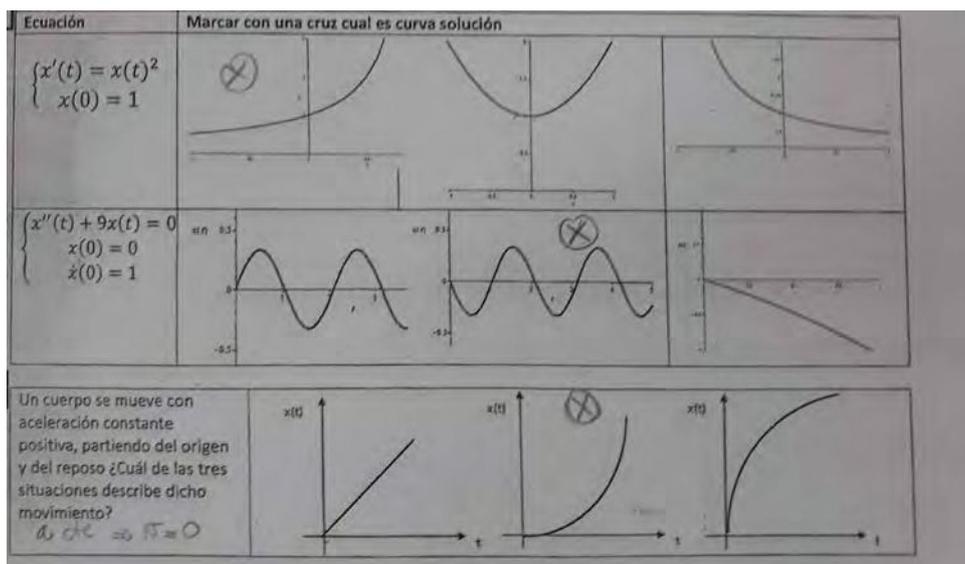


Figura 3: Respuesta de un alumno. La Pregunta 1 la contesta bien. La respuesta a la pregunta 2 es incorrecta. La respuesta a la pregunta 3 es correcta.

Los resultados a la pregunta 1(a), se observan en las Figuras 4 y 5. Para el Grupo 1, se encuentra que el 81% contesta correctamente, mientras que para el Grupo 2 lo hace el 63%. El concepto subyacente a esta pregunta (ecuaciones diferenciales de primer orden) se estudia en Matemática B. Realizando un Test-Z para diferencia de proporciones y considerando p_1 a la proporción de respuestas correctas para el Grupo 1 y p_2 para el Grupo 2, con H_0 : " p_1 distinto de p_2 " y H_1 : " p_1 mayor a p_2 ", se obtiene el p -valor=0,021, encontrándose que la diferencia es significativa a favor del Grupo 1.

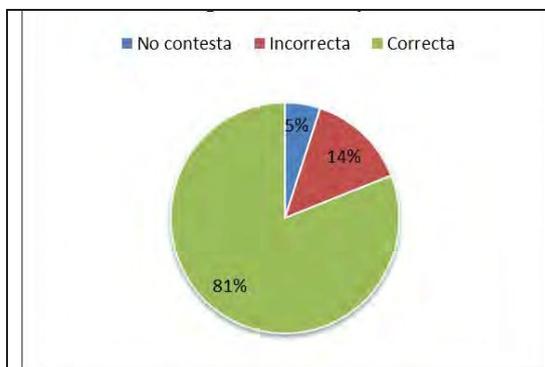


Figura 4: Grupo 1. Pregunta 1 (a).



Figura 5: Grupo 2. Pregunta 1 (a).

Las respuestas a la pregunta 1(b), se observa en las Figuras 6 y 7. El 79% del Grupo 1, contesta correctamente, mientras que el Grupo 2 sólo el 64%. Los conceptos subyacentes a esta pregunta se abordan en Matemática C y en Física I.



Figura 6: Grupo 1. Pregunta 1 b



Figura 7: Grupo 2. Pregunta 1 b.

Luego se retoman también en Física II cuando se estudia el circuito LCR. En este caso para el Test-Z de proporción de respuestas correctas, la proporción para el Grupo 1 es significativamente mayor a la de Grupo 2, con p -valor=0,03.

Para la pregunta 2 (Figuras 8 y 9), se encontró que el 95% contesta correctamente y no hay “sin contestar” para el Grupo 1, y este porcentaje baja para el Grupo 2 a 69%. Los conceptos que subyacen a esta pregunta se trabajan en Matemática A y Física I. Además este tema es estudiado de un modo simple en los últimos años de la escuela secundaria. Para esta pregunta realizando el Test-Z de igualdad de proporciones de respuestas correctas, el p -valor es 0,002, indicando que existe una diferencia significativa para $p_1 > p_2$.



CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó una investigación en el tiempo que pretende reflexionar e identificar las dificultades que manifiestan los estudiantes, sobre algunas situaciones que articulan matemática y física. Para ello se implementó un test a dos grupos de estudiantes, uno del Área Básica y el otro del Área Tecnológica Básica.

Los resultados muestran diferencias significativas entre ambos grupos, con una mayor cantidad de respuestas correctas para los estudiantes del Área Básica. En particular, para la pregunta 1(b) que indaga sobre la vinculación de la ecuación diferencial de segundo orden lineal con condiciones iniciales que modela un movimiento masa-resorte esta diferencia significativa, podría indicar que los estudiantes que participaron de la estrategia didáctica en la que se contrasta, usando TIC, el modelo experimental con la solución analítica de la ecuación diferencial que se propone como modelo, lograron en mayor medida asociar el movimiento con la ecuación. Por otro lado, la diferencia más significativa se observa para las proporciones de respuesta correcta para la pregunta 2, en favor del Grupo 1. Los conceptos que subyacen a esta pregunta se comienzan a estudiar en la escuela secundaria y luego se estudian en Matemática A y en Física I. Esto indicaría como primera hipótesis, que los estudiantes más avanzados no logran recuperar y articular satisfactoriamente en el tiempo conceptos antes estudiados en contextos distintos. En relación a la pregunta 1(a), en la que se tiene que vincular una “simple” ecuación diferencial de primer orden no lineal con condición inicial, con su respectiva gráfica de la variable independiente en función de la dependiente. Se observa una gran proporción (más alta para el Grupo 2) de respuesta “incorrectas” o “no contesta”. Esto indicaría que algunos de los estudiantes no estarían pudiendo analizar este problema de un modo cualitativo y desde un enfoque geométrico (campo de pendientes) más que analítico. De acuerdo a los resultados que hemos obtenido a lo largo de la implementación de actividades de articulación, consideramos que diseñar y proponer este tipo de estrategias didácticas en las que participen docentes de distintas disciplinas mejora los procesos de enseñanza y de aprendizaje, favoreciendo la apropiación significativa de los conceptos por parte del estudiante. Por este motivo, entre otros, consideramos dar continuidad a esta línea de investigación. A futuro y en base a los resultados que hemos obtenido, se prevé diseñar actividades con uso de TIC a implementar en el trayecto de Ciencias Básicas, adaptando algunos de los problemas que se trabajan en Mecánica Racional.

REFERENCIAS

Costa, V. A., Torroba, P., & Devece, E. (2013). Articulación en la enseñanza en carreras de ingeniería: el movimiento armónico simple y las ecuaciones diferenciales de segundo orden lineal. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* Vol, 7(3), 350.

Costa, Viviana A., Torroba Patricia, Devece Eugenio. (2015). Investigación del empleo de conceptos estudiados en el Área Básica en el contexto del Área Tecnológica. Terceras Jornadas de Investigación, Transferencia y Extensión / Stella Abate ... [et.al.] ; compilado por Gabriela Caorsi y Liliana Mabel Gassa. - 1a ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2015.E-Book.

Moreira M. A. (1997). Aprendizaje significativo. Un concepto subyacente. Actas del II Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo, Burgos, España

Torroba P., Costa V. y Devece E. (2012). El movimiento armónico simple: una investigación en su aprendizaje en el contexto de las Ciencias Básicas en una facultad de Ingeniería. XI Simposio de Investigación en Educación en Física

Torroba P., Costa V. A., Devece E. (2013). Conceptualización de temas enmarcados en la Mecánica Clásica, en Electromagnetismo y en Ecuaciones Diferenciales Ordinarias a partir de una experiencia de articulación en una clase de matemática en carreras de ingeniería” XI Conferencia Interamericana sobre Enseñanza de la Física a realizarse en la ciudad de Guayaquil, Ecuador.

Torroba Patricia, Devece Eugenio, Trípoli María de las Mercedes y Aquilano Luisina (2016). Cinemática y el análisis de una función: una propuesta didáctica para su articulación en el contexto de una facultad de ingeniería. *Revista de la enseñanza de la Física*. Vol. 28, páginas 91-99.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15627>

Torroba Patricia, Trípoli María de las Mercedes, Devece Eugenio y Aquilano Luisina (2017). Magnitudes vectoriales: una propuesta didáctica para articular matemática y física. *Revista de la enseñanza de la Física*. Vol. 29, páginas 305-313.

<https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/issue/view/1522>