

---

# APRENDIZAJES LOGRADOS POR ALUMNOS EN UN CURSO DE FÍSICA

## ACHIEVED LEARNING BY STUDENTS IN A PHYSICS COURSE

---

**Susana Meza<sup>1</sup>, Zulma Ibarra<sup>1</sup>, Silva Rodríguez<sup>1</sup>, María Yfran<sup>1</sup>, Mario Cleva<sup>1</sup>, Fabiana Espasandin<sup>1</sup>**

(1) Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Física y Química,  
Cátedra de Física I, Sargento Cabral 2131, Corrientes, Capital - Argentina  
(e-mail: mariyfran077@hotmail.com)

---

*Recibido: 14/12/2012 - Evaluado: 21/02/2013 - Aceptado: 24/04/2013*

---

### RESUMEN

En este trabajo se describen los aprendizajes logrados por alumnos del curso de Física I tratando de vislumbrar desempeños vinculados con la construcción de ese perfil. Se analizaron las actividades sobre medición, fuerzas y movimiento, suministradas en instancias de las evaluaciones parciales considerando cuatro dimensiones: Conocimiento, Propósito, Método y Comunicación. Entre los resultados más destacados se encuentra que los estudiantes pueden identificar los fenómenos estableciendo relaciones representativas entre las variables que los describen. Se encuentra que las habilidades favorecidas corresponden a desempeños en las tres primeras dimensiones, que conllevan la identificación de variables y la relación con los marcos de referencia para la interpretación de fenómeno.

### ABSTRACT

In this paper it is described the learning achieved by students in the course of Physics I, in order to envision performances linked to the construction of that profile. It is analyzed the measurement activities, strength and motion, provided in instances of partial evaluations considering four dimensions: knowledge, purpose, method and Communication. The results indicate that students can identify phenomena representative establishing relationships between variables that describe them. It was determined that favored skills relate to performance in the first three dimensions, which involve the identification of variables and the relationship with the frameworks for the phenomenon interpretation.

Palabras clave: física; comprensión; desempeños; habilidades  
Keywords: physics; comprehension; performances; skills

## INTRODUCCIÓN

Las funciones más frecuentes de los ingenieros son (sin orden de importancia): el desarrollo, el diseño, la producción, la evaluación y el control, la construcción y la operación. Cada una de estas funciones requiere de procesos de identificación, búsqueda, establecimiento de criterios, consideración de alternativas, análisis y resolución de problemas, toma de decisiones, comunicación y otras. Independientemente de la especialidad y orientación, una característica de un buen ingeniero es la habilidad para resolver problemas. Para ello se requiere, no sólo de conocimientos de matemáticas, física, química y ciencias específicas de la ingeniería, sino el juicio apropiado, el sentido común y ético y el saber cómo éstos deben ser usados para reducir el problema real, en general complejo, a uno de tal forma que el conocimiento científico pueda ser aplicado para solucionarlo, es decir, aplicar el "ingenio". Saber cuándo y cómo el conocimiento debe ser aplicado y si la respuesta resultante satisface razonablemente el problema original, es el objetivo profesional buscado. Al respecto el nuevo plan de estudio de la facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, se orienta a la construcción del perfil de un profesional: "Suficientemente capacitado en el manejo del pensamiento científico, que le facilite la realización de análisis, interpretaciones de la realidad y lo habilite para insertarse y actuar en ella con espíritu crítico y sensibilidad social" (Perfil del Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias UNNE). El logro de todas estas competencias requiere de modelos de enseñanza que pongan en primer plano el desarrollo de la comprensión (de los saberes y de las personas), el respeto por el otro y por sus ideas, y el fortalecimiento de la autoestima y la confianza en sí mismo (Escobedo *et al.*, 2004).

Según lo indicado por Moreira (2002), *la enseñanza de las ciencias tradicionalmente involucra tres aspectos principales profundamente interrelacionados: el conocimiento teórico (conceptos, leyes, principios, ecuaciones), las prácticas de laboratorio (experimentos, demostraciones, procedimientos científicos) y la resolución de problemas (abiertos, cerrados, como investigación, de lápiz y papel). Obviamente, cualquier profesor experimentado sabe que esa distinción es artificial: el concepto conocimiento científico es producido a través de la interacción entre el dominio conceptual y el metodológico. Sin embargo, en la perspectiva de Vergnaud esta interdependencia entre teoría y práctica queda muy clara.*

En tal sentido, una de las actividades básicas en las clases de Física es la resolución de problemas y si son planteadas adecuadamente pueden contribuir al desarrollo de las competencias necesarias para lograr una actitud positiva frente a un problema.

Física I, es la primera física de la carrera de Ingeniería Agronómica y brinda los conceptos básicos e introductorios formales de mecánica, termodinámica, electricidad, magnetismo y óptica, como también de las técnicas de laboratorio y manejo de instrumentos de medida. Se dicta en el tercer trimestre del primer año, posee una carga horaria de nueve horas semanales destinándose 4 horas a las clases teóricas de carácter dialogadas, cinco horas al desarrollo de problemas y experiencias de laboratorio y las consultas en horario extra. Como complemento de las clases presenciales la cátedra cuenta desde hace tres años con un Aula virtual para tutorías en ese entorno con el apoyo técnico de UNNE Virtual.

El objetivo del presente trabajo es por un lado, describir los aprendizajes logrados por los alumnos de Ingeniería Agronómica del curso de Física I año 2009, y por el otro vislumbrar el desarrollo de conocimientos y capacidades generales vinculados con la construcción de un perfil profesional integral para un desempeño laboral de calidad.

## MARCO TEÓRICO

Siguiendo la línea de trabajos anteriores: Problemas de física vinculados con la actividad agronómica (Ibarra *et al.*, 2011); La Evaluación en Física (Meza *et al.*, 2010); entre otros, la práctica está orientada en el paradigma de enseñanza para la comprensión. ..."*la comprensión es poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento respecto a un tema; por ejemplo, explicarlo, encontrar evidencia y ejemplos, generalizarlo, aplicarlo, presentar analogías y representarlo de una manera nueva*" (Perkins & Blythe, 1994), expresión que

brinda un concepto de la comprensión y prescribe indicadores que darían cuenta del alcance de la misma por parte de los alumnos. Desde la enseñanza para la comprensión, las características esenciales que presentan los tópicos de problematización son:

- Centrales para una o más disciplinas o dominios,
- Relacionados con otras asignaturas, con otros puntos clave de la disciplina con las experiencias de los alumnos,
- Accesibles en términos de recursos,
- Atractivas para los alumnos,
- Motivadoras para los docentes.

Desde esta perspectiva, la búsqueda de los tópicos que sobresalen y resultan recurrentes a lo largo de la carrera es una de las claves que orientaron la elaboración de las actividades que se analizaron en este trabajo. En el diseño del currículo no está ausente la observación del perfil del ingeniero agrónomo, sin embargo, al interior de las disciplinas existen variados modos de construir saberes en los alumnos, incidiendo mucho o poco en el desarrollo de las capacidades requeridas. Por ello, las acciones desarrolladas apuntan a la promoción de habilidades y destrezas vinculadas con el quehacer científico - tecnológico del futuro profesional (Eisner, 1998).

Otro factor de importancia es la naturaleza de las actividades rediseñadas, considerándose criterios de complejidad creciente, acompañando los desarrollos conceptuales con experiencias concretas de la práctica que no dejen de lado la reflexión sobre los procesos de resolución de problemas propuestos.

Dentro de este marco de enseñanza, para el tema a evaluar se definen las metas de comprensión de las que se desprenden los desempeños de la comprensión, acciones que dan cuenta de lo que el alumno ha comprendido del tema y que se evidencian a través de los indicadores de desempeño.

## **METODOLOGÍA**

Se analizaron las producciones de los alumnos a fin de poder identificar en ellas indicadores generales de desempeño que den cuenta de un aprendizaje comprensivo de los contenidos involucrados en ellas.

Como instrumento de recolección de datos se tomaron las actividades suministradas en instancias de evaluaciones parciales que están estructuradas en dos secciones en base a actividades de distintas complejidades cuyas consignas tienden a poner al estudiante en situación de evidenciar el logro de las metas fijadas para los contenidos que se pretenden evaluar. Las actividades están destinadas a poner en juego las interpretaciones de los fenómenos y las posibilidades de integración de las teorías en cuestiones concretas. En la primera sección las actividades son generalmente de índole puramente cualitativa o vinculada al manejo de procedimientos específicos de selecciones múltiples, actividades de completamiento o abiertas, mientras que en la segunda, se plantean situaciones problemáticas integradoras que ponen énfasis en aspectos específicos, conceptuales y procedimentales de la Física y que demandan para su resolución de toda la potencialidad de los alumnos.

En este trabajo se analizaron las actividades cuyo núcleo conceptual estuvo referido a Proceso de Medición, Fuerzas, Movimiento.

Es de tener en cuenta que en la formación del Ingeniero Agrónomo, una de las capacidades a desarrollar es la vinculada con la evaluación de los recursos que requiere del proceso de medición para obtener los datos necesarios en el procesamiento de la información. Esto implica conocer aspectos básicos de la medición y comprender los métodos, técnicas e instrumentos relacionados con esta importante actividad. El concepto de fuerza y los efectos posibles sobre los cuerpos sobre los que actúa resulta indispensable para el análisis del funcionamiento y estabilidad de máquinas y maquinarias. En cuanto al concepto de movimiento, éste es un concepto de vital importancia en la Física en el que se asienta la explicación de fenómenos correspondientes a diversas áreas de la Física. En clase, en el abordaje de estos temas se introducen problemas propios de la

actividad agropecuaria, como ser la medición de diámetros ecuatorial y espesor de cáscara de cítricos para el control de calidad y también la determinación de las dimensiones de área basal, diámetro y espesor de corteza de árboles forestales, el análisis de las fuerzas que actúan sobre un tractor y las condiciones de estabilidad. En la evaluación se plantean contenidos conceptuales y procedimentales a fin de poder identificar los distintos indicadores de desempeño.

El análisis de las respuestas fue de carácter semicuantitativo, considerando las siguientes dimensiones (Wilson, n.d): Conocimiento: ¿Qué comprende?, Método ¿Cómo construyeron esa comprensión?, Propósito: ¿En qué medida pueden cerrar la brecha entre la teoría y la acción creativa? y Formas de Comunicación: ¿Cómo representan sus comprensiones a otros?

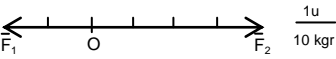
Las actividades analizadas, se muestran en las Figuras 1 y 2.

1- Qué significa que la precisión de un instrumento sea de 0,1 mm?

2 - En una medición directa de una magnitud cuyo valor verdadero es desconocido, el error absoluto de la determinación se conoce a partir de:

- la aplicación del método de propagación de errores
- la precisión del instrumento
- la diferencia:  $X - X'$
- no se puede conocer

3 - Halle el módulo de la resultante de las fuerzas aplicadas en O



4 - Para el estudio del movimiento de una bolita, en el laboratorio se empleó un riel como el de la figura donde se muestra la distancia de la bolita, con respecto al punto inicial del riel, en su desplazamiento en el riel.

Para la distancia A de la bolita con respecto al punto o, mencione las medidas a realizar:

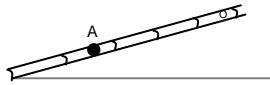
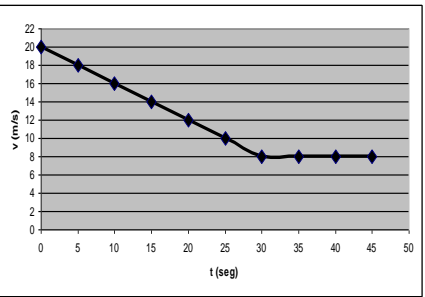


Fig. 1: Modelo de evaluación parcial perteneciente a la sección 1

La gráfica representa el módulo de la velocidad en función del tiempo para un móvil con trayectoria rectilínea.

- Describa el movimiento del móvil para el intervalo de tiempo graficado.
- Determine la distancia total recorrida en el intervalo de tiempo graficado.
- Trace la gráfica  $x = f(t)$  para el intervalo de tiempo  $t = 30$  s y  $t = 50$  s



t (seg)	v (m/s)
0	20
5	18
10	16
15	14
20	12
25	10
30	8
35	8
40	8
45	8

Fig. 2: Modelo de evaluación parcial perteneciente a la sección 2

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados corresponden al análisis de las soluciones dadas por 31 alumnos a las actividades en ocasión del primer examen parcial.

- Resultados del análisis de la SECCION 1 (Figura 1):

Los ítems 1 y 2 están referidos al núcleo temático Proceso de medición.

En el ítem 1 se pretende que los alumnos expliquen la información que suministra un valor numérico relacionado con un instrumento de medición que supone la comprensión del concepto precisión, cobrando importancia las dimensiones Conocimiento y Comunicación.

El 55% de los alumnos responde satisfactoriamente, el 35% evidencia comprender el concepto de precisión pero posee dificultades en la redacción de la explicación correspondiente, el 4% responde mal y un 6% no contesta.

En el ítem 2 se pretende identificar la comprensión del concepto de error absoluto al realizar la medición directa de una magnitud cuyo valor se desconoce y ello implica poder diferenciar las definiciones conceptual y operacional de error absoluto. En este caso las dimensiones presentes son Conocimiento y Propósito. El 68 % de los alumnos indica correctamente la precisión del instrumento mientras que el 26% responde incorrectamente indicando la definición conceptual de error absoluto. El 6% no responde.

En el ítem 3 el núcleo temático es Fuerzas. En esta actividad se pretende que los alumnos brinden el valor de la resultante de un sistema de fuerzas y la respuesta requiere de la confluencia de desempeños en las cuatro dimensiones. En la dimensión Conocimiento en tanto deben identificar el tipo de sistema de fuerzas que actúa sobre el cuerpo, interpretar la información que subyace en la representación gráfica de las fuerzas; en la de Propósito porque deben identificar la manera de encontrar la respuesta; en la de Método dado que deben seleccionar y aplicar el procedimiento analítico o gráfico más adecuado y en la de Comunicación porque deben expresar correctamente el resultado indicando módulo, dirección y sentido de la fuerza resultante. El 46% de los alumnos responde correctamente, el 35% lo hace de manera incorrecta y el 19% no responde.

En el ítem 4, el núcleo temático es Movimiento y se centra en el Estudio experimental del movimiento de un cuerpo. En esta actividad, los desempeños requeridos también están vinculados fundamentalmente a tres dimensiones. La del Conocimiento porque deben interpretar la información que se brinda a través del gráfico, identificar el fenómeno en el que se ancla la experiencia y las variables cinemáticas como posición y tiempo y manejar el concepto de sistema de referencia, del Método asociado con procedimientos generales empleados en el estudio de movimientos y de la Comunicación para responder la consigna con explicaciones fundamentadas. El 42% de los alumnos mencionó que las magnitudes a medir eran la distancia entre el punto A y el origen O y el tiempo que el móvil empleaba en recorrer esa distancia. En cambio el 35% indicó solamente distancia y tiempo. El 13% menciona otras magnitudes como longitud del riel o inclinación del riel mostrando desconocimiento del concepto posición y el 10% no responde.

Considerando los resultados relevados para los núcleos temáticos definidos, es decir, medición, fuerza y movimientos se obtuvieron que los desempeños que dan cuenta de aprendizajes comprensivos se registren mayoritariamente en las actividades sobre medición.

Poniendo la mirada sólo en el concepto precisión de un instrumento, los porcentajes de respuestas correctas en los ítems 1 y 2 mostrarían una comprensión del mismo.

Teniendo en cuenta que el sistema de fuerzas presentado responde a uno de los casos más simples y que es un tema generalmente trabajado en el nivel secundario, llama la atención que las mayores dificultades se presenten

en los desempeños relacionados con la identificación del concepto de sistemas de fuerza, aplicación de procedimiento gráfico y la interpretación de escala, registrándose un 54% de respuestas incorrectas o ausencia de respuesta.

En tanto en la actividad de movimiento el hecho que en el 35% de las respuestas se omite indicar el sistema de referencia plantea algunas dudas: ¿son respuestas breves donde se da por sobreentendido desde donde debe medirse la distancia y por ello no lo explicitan? o ¿no hay comprensión de ese tema?

- Resultados del análisis de la SECCION 2 (Figura 2):

Esta actividad integra el núcleo temático movimiento con un procedimiento muy empleado en física, como lo es el relacionado con gráficas, representación y análisis de datos. La gráfica es una de las herramientas más útiles en el estudio de la mayoría de las disciplinas, ya que permite una visión de conjunto del fenómeno sometido a investigación, más rápidamente perceptible que la observación directa de los datos numéricos (Minnaard *et al.*, 2002).

Se pretende fundamentalmente que el alumno brinde información de tipo conceptual y un dato puntual a partir de la interpretación del lenguaje de la gráfica, y trace una gráfica que muestre el cambio de posición del móvil en el tiempo. Para analizar la lectura de gráficos se consideran los niveles de procesamiento de la información propuestos por Postigo y Pozo (2000):

- Lectura implícita de gráficas al obtener un valor puntual de la gráfica.
- Lectura explícita de gráfica al identificar tendencias entre variables.
- Lectura conceptual basándose en la identificación de elementos y tendencias realizadas anteriormente.

El ítem a) supone lecturas explícita e implícita del gráfico y el reconocimiento del marco teórico correspondiente al fenómeno en estudio para identificar y comunicar el significado físico de la información obtenida. Estos son desempeños que corresponden a las dimensiones Conocimiento y Comunicación. El 21% responde satisfactoriamente indicando tipo de movimiento en cada tramo, tiempo de duración y parámetros cinemáticos de cada uno de ellos, el 71% solo menciona los tipos de movimiento en cada tramo. El 8% no responde.

El ítem b) supone que a partir de la respuesta dada en el ítem anterior se empleen las leyes correspondientes a cada movimiento para hallar la distancia total recorrida por el móvil a partir de una lectura conceptual de los gráficos. La respuesta requiere de desempeños en las cuatro dimensiones. El 64% responde correctamente, el 14% calcula solo la distancia recorrida en un tramo, el 11% responde mal al confundir los tipos de movimiento y el 11% no responde.

En el ítem c) los desempeños corresponden a las cuatro dimensiones. La del Conocimiento porque se debe identificar la función a graficar, las variables dependiente e independiente y las condiciones de entorno del movimiento, la del Propósito dado que a través de la gráfica se brinda información sobre la posible relación entre las variables involucradas: posición y tiempo, la del Método por los procedimientos a emplear para la representación gráfica y de la Comunicación dada en este caso a través de la gráfica en la que se deben incluir en forma simbólica toda la información necesaria para entenderla. El 61% de los alumnos trazó correctamente la gráfica solicitada, el 14 % confunde las variables a graficar y el 25% no responde.

Los resultados mostrarían un aprendizaje comprensivo de leyes, lectura conceptual de gráficos y procedimientos a emplear para la determinación de la distancia recorrida por un móvil, indicados a través del alto porcentaje de respuestas correctas en el ítem b). Pero también ponen en evidencia las dificultades para la construcción de gráficas y en mayor grado las deficiencias en la descripción del movimiento dado que en el ítem a) hubo un gran porcentaje de respuestas incompletas, induciendo a un cuestionamiento similar al planteado anteriormente para el ítem 4 de la Sección 1.

## CONCLUSIONES

Las actividades propuestas en el marco del aprendizaje para la comprensión para el abordaje de temas propios de la física permiten el tratamiento de contenidos que llevan a planteos procedimentales, interpretación y análisis de datos para su procesamiento y comunicación, promueven la adquisición de capacidades propias de la formación científica. En estas actividades los desempeños involucrados se relacionan básicamente con las habilidades y destrezas que promueven la formación científica, en particular las habilidades de pensamiento y de resolución de problemas.

Entre los resultados más destacados se encuentra que los estudiantes pueden identificar los fenómenos estableciendo relaciones representativas entre las variables que los describen. Se encuentra que las habilidades favorecidas corresponden fundamentalmente a desempeños en las dimensiones Conocimiento y Método. Sin embargo se evidencia la necesidad de afianzar los desempeños relacionados con la Comunicación para poder expresar textual o gráficamente las explicaciones y fundamentos de las situaciones planteadas.

En principio, se puede pensar que se ha incidido positivamente en los aprendizajes y las decisiones que orientaron el diseño de propuestas resultan valederas para la comprensión y el desarrollo de habilidades de pensamiento en el área de la ciencia. No obstante, el análisis de las dificultades abre la posibilidad, en este marco de enseñanza para la comprensión, de entrelazar nuevas estrategias de enseñanza que atiendan a subsanar dichas dificultades.

## REFERENCIAS

1. Eisner, E.W. (1998). El ojo ilustrado: indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa. Cap. 9, pp. 226-232. 1ª ed. Barcelona. Ed. Paidós.
2. Escobedo, H., Jaramillo, R. & Bermúdez, A (2004). Enseñanza para la comprensión. *Educere*, 8 (27), 529-534, Universidad de los Andes Venezuela.
3. Ibarra, Z., Rodríguez, S.C., Meza, S.J., Yfrán, M., Cleva, M. & Espasandin, F. (2011). Problemas de física vinculados con la actividad agronómica. Trabajo presentado en la XXII Reunión de comunicaciones Científicas y Técnicas y Reunión de Extensión (Agosto). Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE.
4. Meza, S.J., Rodríguez, S.C., Yfran, M., Cleva, M. & Ibarra, Z. (2010). Evaluación de los aprendizajes: Exámenes Parciales en Física I. Trabajo presentado en la XXI Reunión de comunicaciones Científicas y Técnicas y Reunión de Extensión (Agosto). Facultad de Ciencias Agrarias – UNNE. Sitio web: <http://agr.unne.edu.ar/Extension/Res2010/index.htm>.
5. Minnaard, V., Rabino, C., García, M. & Moro, L.C. (2002). El uso de gráficas en la escuela: otro lenguaje de las ciencias. La Revista Iberoamericana de Educación. Experiencias e Innovaciones. Recuperado, Mayo 30, 2010, de Grupo de Ciencia y Educación. Universidad Fasta, Mar del Plata, Argentina. Sitio web: <http://www.rieoei.org/experiencias34.htm>
6. Moreira, M.A. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la Enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. Porto Alegre, Brasil. Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias, 7(1). <http://www.if.ufrgs.br/ienci>.
7. Perkins, D. & Blythe, T. (1994). Putting Understanding up-front. *Educational Leadership*. 51 (5), 4-7. "Ante todo la Comprensión" Artículo escrito por David Perkins y Tina Blythe. Traducción al español Cedita a EDUTEKA por Patricia León Agustí y María Ximena Barrera. Fecha de publicación en EDUTEKA: Mayo 20, 2006. Sitio web: <http://www.eduteka.org/AnteTodoComprension.php>.

8. Postigo, Y. & Pozo, J.I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 23 (2), 89-110.
9. Wilson, D.G. (n.d.). Las Dimensiones de la Comprensión. *Proyecto Cero. Escuela de Graduados en Educación de la Universidad de Harvard*. Traducido por Patricia León Agustí y María Ximena Barrera. Bajado Marzo 10, 2012, desde, <http://www.fundacies.org/articulo006.php>