

Temática: Enseñanza de las Ciencias Informáticas.

La evaluación formativa en el Tema de Leyes de Conservación

Formative evaluation on the topic of Conservation Laws

Yailen Costa Marrero ^{1*}, Edisel Navas Conyedo ²

¹ Departamento de Física, Facultad 2, Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio Km 2 ½ Torrens. Boyeros. La Habana. Cuba. cmarrero@uci.cu

² Centro de Estudios de Matemática y Computación, Universidad de las Ciencias Informáticas. Carretera a San Antonio Km 2 ½ Torrens. Boyeros. La Habana. Cuba. enavas@uci.cu

* Autor para correspondencia: cmarrero@uci.cu

Resumen

En la enseñanza de la Física en las carreras de Ciencias Técnicas en Cuba existen insuficiencias en la formación de habilidades para resolver problemas y generar nuevos conocimientos a partir de los conocimientos ya adquiridos. En consecuencia es necesario establecer nuevas estrategias y modos de actuación que rompen con el modelo tradicional centrado en el contenido para potenciar el análisis y la generación de nuevas ideas y conocimientos. A partir de las experiencias en la impartición de la disciplina de Física en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas en la Universidad de las Ciencias Informáticas presentamos una metodología para impartir el sistema de clases del tema de Leyes de Conservación, a partir del tránsito por los diferentes niveles de la dimensión cognitiva de la taxonomía de Bloom y la utilización de la evaluación formativa. La metodología propuesta contribuye a que los docentes tengan una adecuada retroalimentación del proceso y que los estudiantes logren una mejor asimilación de las leyes de conservación.

Palabras clave: taxonomía de Bloom, física, estudiantes, evaluación formativa

Abstract

In the teaching of Physics in the careers of Technical Sciences in Cuba there are shortcomings in the formation of skills to solve problems and generate new knowledge from the knowledge already acquired. Consequently, it is necessary to establish new strategies and modes of action that break with the traditional model focused on content to enhance the analysis and generation of new ideas and knowledge. From the experiences in the teaching of the discipline of Physics in the Computer Science Engineering career at the University of Computer Sciences, we present a methodology to teach the class system on the topic of Conservation Laws, based on the transit through the different levels of the cognitive dimension of Bloom's taxonomy and the use of formative assessment. The proposed methodology helps teachers have adequate feedback on the process and students achieve a better assimilation of conservation laws.

Keywords: Bloom's taxonomy, physics, students, formative evaluation

Introducción

Los problemas que afronta aún el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en las Universidades, exigen reformas educativas. Se impone la aplicación de nuevos métodos y modelos de enseñanza, nuevas formas aprendizaje y nuevas concepciones y formas de enseñanza, que posibilite que se produzcan cambios en la forma de actuar de los profesores y de los estudiantes.

La evaluación del aprendizaje constituye una de las categorías didácticas que requiere mayor atención dentro de cualquier proyecto educativo, no tenerla en cuenta estaría en contradicción con la concepción de que el estudiante, como sujeto de su formación, debe participar de forma activa y consciente en su proceso evaluativo (Pérez. O. L., 2000, González, M., 2002, González, M., 2006, Castro. O., 1999, Álvarez de Zayas, C.M., 2001, Perrenoud, P., 2006).

Dentro de las funciones de la evaluación, se destaca el papel que juega en el proceso de formación de los estudiantes, la evaluación formativa dado su carácter instructivo y educativo y que tiene como objetivo dirigir el aprendizaje y condicionarlo de forma inteligente. La evaluación formativa constituye una actividad de aprendizaje y contribuye a éste, y nos brinda además información en cada momento de todo el proceso y permite realizar los ajustes y adecuaciones necesarias para alcanzar el objetivo propuesto (Escudero, J., 2007, Morales Vallejo, P., 2009, Bizarro W., Sucari W. y Quispe-Coaquira A., 2019, Pérez M, Clavero J., Carbó J. y González M., 2017, López-Pastor, V.M., Molina, M., Pascual, C., y Manrique, J.C., 2020). En el proceso de evaluación del aprendizaje de la Física, se

ha desarrollado un sistema de actividades para propiciar la evaluación formativa (Hernández Calzada A., Casado Maceo Y., Negre Bennasar F., 2016).

La taxonomía de objetivos de la educación, conocida también como taxonomía de Bloom, es una clasificación de los diferentes objetivos y habilidades que los educadores pueden proponer a sus estudiantes. Según la taxonomía de Bloom, un objetivo formativo pertenece a uno de los siguientes niveles, en orden creciente de competencia: conocimiento, comprensión, aplicación, análisis, evaluación y creación. La Taxonomía de Bloom continúa siendo, para los educadores, herramienta fundamental para establecer en las diferentes asignaturas objetivos de aprendizaje (Ibarra L., 2016, Caiminagua M., 2015, Gil Vera V.D., Jaramillo Valenca B., Jiménez Hernández S.A. y Fernández Yarce S.V., 2018). Es importante hacer notar que los nombres que Bloom da a los niveles de competencia, pueden interpretarse de múltiples formas, porque no corresponden directamente al significado de la palabra (Valero-García M. y Navarro J.J., 2001).

La mayoría de los profesores jóvenes que imparten Física en las carreras de Ciencias Técnicas en Cuba, carece de formación pedagógica y en Física, pues no son graduados de estas especialidades y en la mayoría de los casos son graduados de la propia carrera. Por otra parte, los estudiantes tienen insuficiente desarrollo de las habilidades lógicas fundamentales: abstracción, generalización, análisis, síntesis y otras, presentan dificultades con el dominio de contenidos precedentes, adolece de hábitos de estudio, posee métodos de estudio invertidos y tienen un pensamiento reduccionista acerca la Ciencia.

En el tema de leyes de conservación, atendiendo a los conocimientos propios del tema hay dos dificultades que son esenciales y que presentan los estudiantes, por una parte, tienen una inadecuada interpretación de la condición bajo la cual se cumple la ley de conservación y no aplican las leyes de conservación en correspondencia con el sistema y proceso físico estudiado.

El objetivo de nuestro trabajo es utilizar la evaluación formativa en el tema de leyes de conservación, para abordar las leyes de conservación apoyándose en la taxonomía de Bloom.

Materiales y métodos

Entre las acciones que debe ejecutar el profesor para asegurar un nivel de partida, se sugiere elaborar un cuestionario de preguntas, enviarlo a los estudiantes y pedirle que ese cuestionario es un elemento base para la próxima clase práctica. Los profesores pueden comenzar la clase práctica con ese cuestionario de preguntas a modo de recordatorio y evaluar las respuestas de los estudiantes. Al final de la clase a modo de resumen también pueden hacer preguntas para verificar los niveles de comprensión.

En la introducción de cada clase práctica y para apoyar la resolución de los ejercicios el profesor utiliza ejemplos que ilustran el contenido abordado.

A medida que el estudiante domine el concepto, introducir en el desarrollo de las clases prácticas, ejercicios donde se aplique, analice y evalúe la capacidad del estudiante.

Para la resolución de los ejercicios se recomienda utilizar la metodología siguiente:

1. Analizar las condiciones bajo las cuales se conserva la energía mecánica, la cantidad de movimiento lineal y angular.
2. Definir un sistema de coordenadas.
3. Modelar cada cuerpo como partícula. Analizar situación antes y después.
4. Escribir ecuaciones correspondientes.
5. Resolver matemáticamente. Interpretar resultados.

Se asegura en la conferencia del tema, desde el punto de vista teórico la aplicación en la clase práctica de la metodología, en la conferencia se le da el método al estudiante para que sea exitoso en la clase práctica y pueda resolver los ejercicios. Se sugiere dividir el grupo en equipos de 5 integrantes y se le asigne un rol de acuerdo a los pasos de la metodología orientada. Cada profesor debe tener un diagnóstico del grupo en cuanto al nivel de asimilación y las relaciones interpersonales que les garanticen hacer una distribución lo más homogénea posible en cada grupo de trabajo y realizar una adecuada asignación de los roles y responsabilidades dentro de los grupos de trabajo. Va un estudiante y copia la solución en la pizarra, pero el resto del equipo con cada rol explica la parte de la solución que le correspondió para terminarlo, que explique cómo desde su parte llegaron a esa solución. De esta manera se puede propiciar un ambiente de cooperación, cuando alguien desde su rol explique cómo llegó a esa solución, otro estudiante que haya desempeñado el mismo rol en otro equipo puede aportar algún otro elemento que pueda enriquecer la respuesta que se dio y se les pregunta a los otros equipos, aunque no sea del mismo equipo que expuso la respuesta en la pizarra y se enriquece el debate, se utiliza la coevaluación. Los estudiantes se esfuerzan más,

impulsados por la motivación de quedar bien ante sus compañeros, desarrollan el hábito de criticar de forma constructiva el trabajo realizado por sus compañeros con los que van a seguir colaborando. El profesor incita a la discusión y guía las intervenciones.

A continuación, se describen cada uno de estos niveles y se proponen momentos dentro del tema en los que utilizar los diferentes niveles de la dimensión cognitiva de la taxonomía de Bloom.

- **Conocimiento:** Requiere que el alumno recuerde datos, hechos, información que le ha sido suministrada con anterioridad.

Aseguramiento del nivel de partida (Conocimiento):

- Mencione el concepto de energía mecánica.
 - Mencione el concepto de cantidad de movimiento lineal.
 - Mencione el concepto de cantidad de movimiento angular.
 - ¿Cuáles con las condiciones bajo las cuales se conservan estas magnitudes?
 - Mencione ejemplos donde se aplican las leyes de conservación.
- **Comprensión:** Requiere que el alumno utilice un determinado procedimiento sistemático sobre un caso particular.
 - Identificar qué ley se puede aplicar en el fenómeno físico que describe el problema.
 - Representar gráficamente la situación antes y después, para describir el fenómeno físico.
 - **Aplicación:** Requiere que el alumno elija, de entre los conceptos o principios que ha comprendido previamente, el más apropiado para resolver un determinado problema.

Es importante en este punto resaltar el contenido como enfoque de sistema, que tiene que evidenciar la integración de los contenidos, no solo que el estudiante sepa la ley sino para qué y en qué la utiliza de manera que integre el conocimiento. Debe basarse en las diferencias, resaltar cuáles son las variables que cambiaron en el enunciado del problema para que los estudiantes perciban que deben aplicar una ley y no otra. Enfatizar con los profesores que uno de los problemas importantes en el contenido para los estudiantes aquí es el desarrollo de la habilidad aplicar, que para la habilidad aplicar la ley hay un grupo de habilidades internas como es interpretar, analizar, decodificar que son importantes, por lo tanto aquí con este ejercicio lo que se persigue es sistematizar el análisis del enunciado, de la orden del ejercicio de manera que los estudiantes identifiquen las variables que tributan a que se aplique una y no otra ley.

- El plato de aluminio de un disco duro de masa 90 g y radio 9.5 cm gira alrededor de un eje vertical que pasa

por su centro con una velocidad de 5400 rpm. La aguja del cabezal de lectura con una masa de 5g se desprende desde una altura muy corta y cae al disco en un punto cercano al borde. Determine la velocidad del sistema después de caer la aguja (se puede considerar como una partícula).

Nótese que se sugiere un problema en el contexto de la profesión.

- **Análisis:** Requiere que el alumno descomponga un problema en sus partes y descubrir las relaciones existentes entre ellas.
 - Compare las condiciones bajo las cuales se conserva la cantidad de movimiento lineal con las condiciones bajo las cuales se conserva la cantidad de movimiento angular.
- **Evaluación:** Requiere que el alumno emita juicios críticos sabiendo aplicar los conocimientos en situaciones específicas.
 - Valore cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa, explique:
Un camión asciende por una pendiente con velocidad constante.
 - a) La energía mecánica del camión permanece constante.
 - b) La variación de energía cinética del camión es negativa.
 - c) El trabajo realizado por la resultante de fuerzas sobre el cuerpo es nulo.
 - d) La energía potencial del cuerpo permanece constante.
- **Creación:** Requiere que el alumno proponga nuevas maneras de valorar la información.

Se orienta para el trabajo independiente un problema que tengan que aplicar las dos leyes para llegar a la solución final, orientarlo para los alumnos más aventajados, para los estudiantes que están identificados que se les está dando tratamiento, que se está trabajando con ellos como alumnos ayudantes potenciales para cursos venideros, un trabajo que lleva la integración de las dos leyes para llegar al resultado final.

- Diseñe un problema donde se cumpla la ley de conservación de cantidad de movimiento lineal y cantidad de movimiento angular.
- Diseñe un problema donde se cumpla la ley de conservación de energía mecánica y cantidad de movimiento angular.

Resultados y discusión

Durante el desarrollo de las clases en la asignatura Física, es muy probable que surjan cuestiones y problemas que incitan al estudiante a aplicar el conocimiento que va aprendiendo, comprendiendo y asimilando. Por ello, el tipo de preguntas y problemas que se propone como ejemplo puede resultar familiar para algunos docentes de la materia. No obstante, cualquier pregunta se convierte en un genuino problema de aplicación de conocimiento sólo si el estudiante se enfrenta a información nueva y es capaz de establecer por sí mismo vínculos causales plausibles.

Nuestra propuesta garantiza el desarrollo sobre todo de dos competencias que son importantes para el futuro desempeño profesional del estudiante, como son el trabajo colaborativo y la capacidad de reflexión.

El trabajo colaborativo presenta una serie de beneficios académicos, sociales y psicológicos para el alumnado (Panitz, T., 2004, Benito, A. y Cruz, A., 2005) a la vez que promueve habilidades y destrezas interpersonales (desempeño de roles, resolución de conflictos, responsabilidad, o expresión oral entre otras).

La reflexión por su parte, constituye un importante recurso que favorece el compromiso del alumnado con su aprendizaje y está en la base del auto perfeccionamiento, refiriéndose al análisis realizado sobre un problema, objeto, hecho o fenómeno de la realidad (Domínguez, M. P. y Gámez, E., 2010).

El propósito ideal de la educación es abordar los niveles de competencias superiores. Cuando a un estudiante se le incita a resolver ejercicios nuevos, es decir, que aplique lo que sabe, se le está pidiendo que organice sus recursos cognitivos de forma más adaptable que cuando se le pide que comprenda algo que ya conoce, y más aún que cuando simplemente se le pide que recuerde un contenido. Esto es fundamental para conseguir un aprendizaje autónomo para toda la vida.

Conclusiones

La metodología propuesta para impartir el sistema de clases del tema de leyes de conservación a partir del tránsito por los diferentes niveles de la dimensión cognitiva de la taxonomía de Bloom y la utilización de la evaluación formativa, se ha puesto en práctica en la Facultad 3, en la asignatura Física en la Ingeniería en Ciencias Informáticas. Han sido las experiencias en esta asignatura las que nos han ayudado a poner en orden nuestras ideas. No es objetivo dar detalles de la implementación, ni analizar los resultados obtenidos. No obstante, planteamos algunas conclusiones, obtenidas a partir de encuestas de opinión:

- Contribuye a que los docentes tengan una adecuada retroalimentación del proceso

- Los docentes puedan confeccionar un adecuado sistema de acciones correctivas
- Los estudiantes logren una mejor asimilación de las leyes de conservación.
- Los estudiantes perciben la autoevaluación como algo positivo.

Referencias

- Pérez. O. L. (2000). *La evaluación del aprendizaje como elemento del sistema de dirección del proceso de enseñanza aprendizaje en la enseñanza de la Matemática para Ciencias Técnicas (Tesis doctoral)*. Universidad de Camagüey, Camagüey, Cuba,
- González, M. (2002). Evaluación del aprendizaje en la enseñanza universitaria. *Pedagogía Universitaria*, 5(2), 19-27.
- González, M. (2006). *La regulación como problema especial en la evaluación*. Disertación CEPES. La Habana: Material mimeografiado.
- Castro. O. (1999). *La evaluación en la escuela actual ¿reduccionismo o desarrollo?* La Habana, Cuba.
- Álvarez de Zayas, C.M. (2001). *La escuela en la vida*. La Habana: Editorial Pueblo y educación.
- Perrenoud, P. (2006). *La universidad: entre transmisión de saberes y desarrollo de competencias*. *Pedagogía y Saberes*, 24, 67-77.
- Escudero, J. (2007). *Claves para la adaptación del profesorado a las nuevas claves del EEES. en la evaluación del profesor dentro de los sistemas de garantía de calidad de las instituciones universitarias*. Recuperado de http://www.aneca.es/servicios/serv_agenda_historico07_burgos.asp
- López-Pastor, V.M., Molina, M., Pascual, C., y Manrique, J.C. (2020). *La importancia de utilizar la Evaluación Formativa y Compartida en la formación inicial del profesorado de Educación Física: Los Proyectos de Aprendizaje Tutorado como ejemplo de buena práctica*. *Retos, Nuevas tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 37, 680-687.
- Morales Vallejo, P. (2009). *Ser profesor: una mirada al alumno*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, 41-98.
- Bizarro W., Sucari W. y Quispe-Coaquira A. (2019). *Evaluación formativa en el marco del enfoque por*



competencias. Revista Innova Educación, 1 (3).

Pérez M, Clavero J., Carbó J., González M., (2017). *La evaluación formativa en el proceso enseñanza aprendizaje. EDUMECENTRO* 9 (3).

Gil Vera V.D., Jaramillo Valenca B., Jiménez Hernández S.A. y Fernández Yarce S.V. (2018). *Taxonomía de Bloom en la formulación de objetivos para un proyecto de lectoescritura en inglés.*

Hernández Calzada A., Casado Maceo Y., Negre Bennasar F. (2016). *Diagnóstico de necesidades y uso de las TIC para la evaluación del aprendizaje en Física en la Universidad de las Ciencias Informáticas.* EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa. ISSN 1135-9250 Núm. 55.

Ibarra L. (2016). *Aplicación de la taxonomía de Bloom, utilizando herramientas digitales para la enseñanza de la matemática en el primer curso de bachillerato general unificado.* (Tesis de maestría) Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Caiminagua M. (2015). *Teoría de bloom y los dominios del aprendizaje para desarrollar la asignatura de matemática para 5to AEGB.* (Tesis de licenciatura) Universidad Técnica de Machala.

Valero-García M. y Navarro J.J. (2001). *Niveles de competencia de los objetivos formativos en las ingenierías*, VII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática JENUUI, 149.

Panitz, T.(2004).*The case for student centered instruction via collaborative learning paradigms.* Disponible en http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/data/ericdocs2sql/content_storage_01/0000019b/80/16/bd/40.pdf

Benito, A. y Cruz, A. (2005). *Nuevas claves para la docencia universitaria en el Espacio Europeo de Educación Superior.* Madrid: Narcea.

Domínguez, M. P. y Gámez, E. (2010). *La reflexión en el proceso de formación de los profesionales de la educación.* Cuadernos de Educación y Desarrollo, (2) 22. Recuperado de <http://www.eumed.net/rev/ced/22/pdgr.htm>