

Evaluación por competencias en física mecánica

Alejandro Ferrero Botero*, Carlos Andrés Flórez**

<https://dx.doi.org/10.14718/EncuentroCienc.Básicas.2020.4.8>

Resumen

El Departamento de Física de la Universidad de los Andes está creando una propuesta pedagógica para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de los cursos Física 1 y Física 2. Esta herramienta introducirá estrategias adicionales a los ya conocidos e implementados bancos de problemas, como: a) empleo de videos que mostrarán la solución de ejercicios clave por parte de algunos docentes de planta del mencionado Departamento; b) clasificación de ejercicios por objetivos, competencias y grados de dificultad, para que tanto estudiantes como docentes puedan enfocarse en áreas específicas que quieran profundizar, y c) visualización de experimentos demostrativos. La herramienta será de gran ayuda en el proceso evaluativo, ya que se pretende recopilar información estadística sobre la cantidad de ejercicios intentados, los que fueron respondidos de manera correcta o incorrecta, y los que fueron usados en períodos anteriores como parte de exámenes virtuales. Su implementación no solo obedece a la necesidad de crear espacios de aprendizaje autónomos para los estudiantes, aprovechar el uso de las TIC para innovar en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y optimizar el uso de recursos y del tiempo, sino también para encontrar soluciones a los retos que conllevan situaciones de cuarentena que obligan a implementar métodos virtuales de enseñanza.

Palabras clave: competencias, física mecánica, evaluación, virtualidad.

* Docente de tiempo completo del Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Católica de Colombia. Correo electrónico: aferrero@ucatolica.edu.co

** Profesor de planta del Departamento de Física, Universidad de los Andes. Correo electrónico: ca.florez@uniandes.edu.co

Competency-based Evaluation in Mechanical Physics

Abstract

The Department of Physics at Universidad de Los Andes is currently creating a pedagogical tool in order to ease the teaching and learning processes in the courses of Physics 1 and Physics 2. This tool will introduce new strategies, in addition to the well-known and already implemented repositories of exercises, such as: a) the use of videos, in which some of the faculty members at the above mentioned institution will solve some key exercises, b) the classification of exercises by competences, objectives, and difficulty level, so allowing both professors and students to focus in the areas they want to delve into, and c) the visualization of demonstrative experiments. Additionally, this tool will be very helpful in the evaluation processes, as it will collect statistical information about the amount of exercises analyzed by the students, the accuracy in the responses that users provide, and real time information that indicates when the exercises were used in previous virtual exams. Not only does the implementation of this kind of strategies obey to the necessity of creating autonomous learning spaces for students, taking advantage of technology to innovate in the teaching and learning processes, optimizing time and resources, but also finding solutions to the challenges that arise from quarantine conditions that demand the use of virtual teaching methods.

Keywords: competences, mechanical physics, evaluation, virtual classes.

Introducción

Los cambios de paradigmas en los sistemas políticos, económicos y sociales también se han reflejado en la academia, lo que hace necesario replantear la forma como se está enseñando no solo un curso de Física, sino cualquier otro. Esto exige encontrar alternativas de enseñanza que incluyan el desarrollo de TIC (Fernández, 2014; Parra, 2012; Falco, 2017), la posibilidad de trabajar y evaluar de manera virtual (Henaó, 2002; Maenza, 2016), y permitir la autonomía e independencia de los estudiantes para que puedan ser responsables de su proceso de aprendizaje. Además, a partir de finales del siglo XX, las reformas educativas de muchos países se han enfocado en una enseñanza basada en competencias.

El concepto de competencias ha reformulado la forma como se evalúa a los estudiantes (Estrada y Boude, 2015; Moreno, 2012) e incluido perspectivas socioconstructivistas (Perrenaud, 2010), algunas de ellas basadas en hipótesis epistemológicas (Jonnaert, 2001).

La introducción de la tecnología ha llevado a muchas universidades a dictar cursos no presenciales y ofrecer carreras virtuales que obedecen a las demandas del mercado. De hecho, de acuerdo con un artículo reciente: “El número de matrículas de educación superior, modalidad virtual, ha evidenciado una tasa de crecimiento desde el 2011 (13,6 %) hasta el 2014 (90 %). Aunque en 2015 la tasa de crecimiento de las matrículas se moderó, en 2016 volvió a repuntar hasta llegar a 98,9 %” (Díaz, 2018). Este y muchos otros hechos han convertido la generación de estrategias de enseñanza virtual en un objetivo primordial en las instituciones educativas.

El objetivo principal de este documento es analizar cómo una herramienta como la que está implementando el Departamento de Física de la Universidad de los Andes puede ser usada para hacer frente a estos retos. Esta revisión se basa en el estudio de los ejercicios y sus competencias asociadas, así como en las experiencias propias al coordinar la creación de esta estrategia. Se expondrán algunas conclusiones sobre la forma como se están evaluando los cursos de Física en nuestras instituciones, en qué competencias se está o no formando a los estudiantes y cómo el uso de TIC puede contribuir en este ámbito.

Metodología

Antecedentes

El Departamento de Física de la Universidad de los Andes ha ido consolidando un banco de preguntas sobre los cursos de Física 1 y Física 2: el primer curso cubre los temas de física mecánica y el segundo, los de termodinámica y electromagnetismo. Este banco ha sido alimentado por los profesores de planta de la institución.

En el año 2019, el Consejo del Departamento aprobó un documento que enumera las competencias que deben ser priorizadas en el curso de Física 1. Aunque estas no se están evaluando de manera directa, es el propósito de algunos docentes hacer énfasis en ellas, con el objetivo de hacer una transición gradual hacia

los nuevos estándares educativos y de evaluación promovidos por las entidades reguladoras. Mientras que la Oficina Internacional de Educación de la Unesco (2016) ha elaborado documentos que analizan un marco conceptual para la evaluación por competencias, el Gobierno de Colombia firmó el Decreto 1290 de abril 16 de 2009, que les da autonomía a las instituciones de educación básica y media para definir sus propios sistemas de evaluación (*Dinero*, 2018 Colombia, Presidencia de la República, 2009).

Con el fin de formar a los estudiantes que toman cursos de Física en la Universidad de los Andes en competencias, el doctor Carlos Andrés Flórez, profesor de tiempo completo, tomó la iniciativa de crear herramientas para ello. A partir de agosto de 2019 se nombró un equipo de trabajo encabezado por el doctor Alejandro Ferrero, en colaboración con un grupo de estudiantes de Física y otras dependencias de la Universidad.

Dinámica

Inicialmente se hizo una depuración del banco de problemas existente mediante la plataforma virtual *Overleaf*, donde los ejercicios son revisados y escritos con el editor de texto LaTeX; las figuras se elaboran en formato vectorial y se cargan como archivos de extensión *.eps. Los ejercicios se clasifican por objetivos, competencias y dificultad; esta información se consolida en un reporte estadístico. Con base en este análisis estadístico se determinan las competencias que están siendo subevaluadas, con el fin de proponer ejercicios adicionales para evaluarlas. Una vez validados los ejercicios se cargan a la plataforma *Moodle*, donde se implementará la herramienta.

Estado actual y perspectivas

Al día de hoy se cuentan con 755 ejercicios de Física Mecánica, distribuidos en las siguientes categorías: 1) análisis dimensional; 2) vectores; 3) cinemática en una dimensión; 4) cinemática en dos dimensiones; 5) movimiento circular uniforme; 6) movimiento relativo; 7) dinámica; 8) trabajo y energía; 9) conservación de energía; 10) momento lineal; 11) cinemática rotacional; 12) dinámica rotacional; 13) estática; 14) momento angular; 15) gravitación, y 16) oscilaciones.

Para comienzos del segundo semestre de 2020 se pretende contar con aproximadamente 868 ejercicios. Además, se espera contar con videos virtuales sobre explicaciones de conceptos fundamentales, solución de ejercicios y experimentos

demostrativos asociados con los siguientes temas: 1) cinemática en una dimensión; 2) cazador y mico; 3) gravitrón; 4) cerbatana; 5) colisiones en una dimensión; 6) carrera de objetos; 7) giroscopio, y 8) péndulo simple. También se podría contar con algunas opciones adicionales, como la de permitir discusiones, chats y foros entre los estudiantes, así como la formulación de preguntas abiertas que otros miembros de la comunidad podrían resolver.

Análisis y resultados

A continuación, trataremos de resolver algunas preguntas importantes.

¿Cómo se están evaluando las competencias?

Una vez depurados los problemas y clasificados por objetivos, se pueden deducir situaciones interesantes respecto a la forma como se viene evaluando a los estudiantes que toman un curso de Física 1. Primero que todo, se muestra un alto desbalance en las competencias que se están examinando, lo que obliga a crear nuevos ejercicios paso a paso, progresivos y guiados. Analicemos en detalle algunos ejemplos:

1. En el tema de vectores, las competencias a) “usar vectores para ubicar y representar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo” y b) “usar vectores gráfica y matemáticamente para realizar balance de fuerzas en problemas sencillos de estática” no cuentan con ejercicios asociados.

De este hecho se podría inferir que los estudiantes no están siendo introducidos al tema de vectores a partir de ejercicios que usarán más adelante. Esto podría crear un vacío entre los temas de vectores y dinámica. Un acercamiento a ejercicios de vectores aplicados a fuerzas desde semestres tempranos ayuda a usar apropiadamente cantidades vectoriales. Es retador aprender a sumar cantidades vectoriales; incluso, en semestres avanzados, muchos estudiantes presentan problemas para descomponer vectores y encontrar magnitudes y direcciones.

2. La competencia “usar la información para realizar gráficas de movimiento”, asociada al tema de cinemática en dos dimensiones, es muy poco evaluada.

Esto puede deberse a la dificultad de examinar ejercicios de preguntas abiertas de manera virtual, pues la evaluación de competencias en la que los estudiantes deban graficar o hacer esquemas de situaciones reales se torna muy complicada. No obstante, se deben encontrar mecanismos como crear preguntas de apareamiento entre situaciones físicas y sus posibles gráficas representativas.

3. Las competencias “establecer si un marco de referencia es inercial o no inercial” e “interpretar la solución de un problema de dinámica mirando las implicaciones al variar los parámetros correspondientes”, asociadas al área de dinámica y leyes de Newton, también presentan una gran falencia en su evaluación. Si bien es cierto que la primera competencia es más importante para estudiantes de ciencias exactas, el desarrollo de la segunda es de bastante utilidad para estudiantes de todas las carreras, pues permite desarrollar capacidades analíticas e intuitivas. Saber lo que sucede físicamente cuando los parámetros relevantes son modificados puede ayudar a determinar la viabilidad de una respuesta, su sentido físico y el comportamiento en casos extremos, como cuando la masa de un objeto tiende a ser insignificante o muy grande. Para crear este tipo de problemas, sin embargo, se deben formular ejercicios que usen variables abstractas en vez de valores numéricos.
4. El uso de diagramas de energía es prácticamente desechado en un proceso de evaluación en el tema de conservación de energía. Con diagramas de energía se entienden gráficas de energía potencial en función de la distancia o gráficas que muestran el comportamiento de fuerzas disipativas. Se puede inferir que el desarrollo de esta competencia es de bastante utilidad para entender íntegramente los conceptos de energía mecánica y expresarse en las propias palabras del estudiante.
5. En el tema de momento de lineal hay un gran énfasis en los problemas que implican su conservación en colisiones. Sin embargo, dos competencias que carecen de ejercicios apropiados para su valoración son “la explicación de las leyes de Newton a través del cambio del momento lineal”, y el “cálculo del impulso a través de gráficas”. La escasez de ejercicios en la segunda ratifica lo dicho en casos anteriores. Respecto a la primera, cabe preguntarse si los estudiantes aprenden el concepto de que una fuerza es generada por el cambio de movimiento de una partícula. Los ejercicios de este tipo deben ser del ámbito conceptual, donde se limite el uso de ecuaciones lo máximo posible, por ejemplo, ejercicios donde se pregunte cualitativamente cómo la

lluvia afecta el movimiento de un carro, ya que el leve aumento de la masa del carro debido a un agente externo (el agua) genera una fuerza externa que cambia su momento lineal.

6. Sin duda, uno de los temas de mecánica que más trabajo les cuesta a los estudiantes es el de dinámica rotacional. La poca insistencia en el concepto de momento de inercia y de centro de masa contribuye a estas falencias.

Es necesario preguntarse: ¿Los estudiantes realmente entienden estos conceptos? Quizá no; aun su explicación puede tornarse difícil para el docente. Algunos docentes tienden a ilustrarlo por medio de ecuaciones, pero la idea intuitiva detrás de él puede quedar rezagada a un segundo plano. Es necesario diseñar ejercicios que mejoren el entendimiento de estas nociones.

¿Cuál es el grado de dificultad en las evaluaciones? La gran mayoría de los ejercicios propuestos eran de dificultad media (53 %), mientras que los de baja están alrededor de un 40 % y los de alta, 7 %. Esto obedece a que los ejercicios se han usado en las evaluaciones finales, que constan de alrededor de veinticinco ejercicios, con un promedio de cinco minutos para resolver cada uno. Las evaluaciones finales han mostrado que a los estudiantes estos ejercicios les cuesta trabajo. Como los ejercicios conceptuales y procedimentales se distribuyen casi equitativamente, podríamos preguntarnos: ¿estamos enfocándonos en que los estudiantes entiendan los conceptos? Quizá debemos puntualizar más en ellos, al fin y al cabo, son los que soportan la parte procedimental y permiten al estudiante entender los temas tratados. A partir de la coordinación de este trabajo es posible indagar sobre las falencias y fortalezas de los estudiantes de pregrado de Física: evidencian un gran dominio de las matemáticas y la capacidad de resolver ejercicios procedimentales; sin embargo, se quedan muy cortos en la parte conceptual, tal como los estudiantes de otras carreras. De hecho, muchos ejercicios conceptuales de dificultad baja son respondidos de manera incorrecta por los colaboradores del equipo del banco. Esto también refleja que los actuales estudiantes de Física parecen percibir la evaluación como la resolución de ejercicios, mas no como la verificación y el uso de conceptos básicos. Esto es respaldado por el hecho de que la gran mayoría de ejercicios que proponen los estudiantes de Física son de carácter procedimental.

¿Cómo podría ayudar esta herramienta en la virtualidad?

A pesar de que esta no ha sido implementada aún (se pretende estrenar durante el segundo semestre de 2020), vale la pena discutir el impacto que podría tener en los estudiantes. La iniciativa de poseer bancos de problemas no es nueva; de hecho, el Departamento de Ciencias Básicas de la Universidad Católica de Colombia posee bancos de problemas destinados a las evaluaciones virtuales. Sin embargo, estos bancos tienen una cantidad limitada de ejercicios y solamente son usados por los docentes de planta de esta institución; estos repositorios no son una herramienta que los estudiantes pueden usar para complementar su aprendizaje. Si bien es cierto que las aulas virtuales de aprendizaje (AVA) asociadas a cursos de ciencias básicas poseen enlaces a videos explicativos, estos videos no son creados por profesores de la institución. Algunas posibles ventajas de contar con videos propios de la institución, además de los derechos de autor, podrían ser la conexión que se genera entre los docentes y estudiantes y el énfasis en el grado de exigencia y en contenidos propios de la institución. Una iniciativa importante es la producción de videos sobre experimentos demostrativos, cuyo uso ya ha sido implementado y su incidencia en estudiantes de secundaria ha sido bien estudiado (Bellot et al, 2007). Por otro lado, los currículos de varias universidades contemplan su uso extensivamente. La grabación de estos videos posibilita verlos en cualquier momento y se espera que sean de gran ayuda para resolver ejercicios teóricos comprendidos en el repositorio.

Aunque opciones básicas como el acceso a los videos explicativos y de experimentos demostrativos pueden ser ofertados de manera libre, algunas opciones avanzadas como el acceso a problemas con soluciones, guía de ayudas, análisis estadísticos que muestren las fortalezas y falencias de los usuarios, así como la formación de grupos de ayuda pueden ser habilitadas con el pago de una membresía con el fin de generar recursos para los departamentos. Esta última opción marcaría una gran diferencia con un AVA, cuyo objetivo es el complemento a los procesos de enseñanza mediante una plataforma virtual de uso libre.

Sin duda, la herramienta descrita es muy útil en los espacios de virtualidad, que pueden surgir en situaciones extraordinarias como la actual epidemia. Encuestas realizadas en la Universidad de los Andes muestran algunas ventajas y desventajas sobre la impartición de clases virtuales, por ejemplo: 1) poder revisar las grabaciones de las clases; mostrar videos con solución de problemas por parte de los profesores fortalece este punto; 2) mejor administración del tiempo; la posibilidad de usar la herramienta en cualquier momento permitirá a los estudiantes

hacer un mejor uso de su tiempo; 3) mayor tiempo de descanso, y 4) disminución del estrés; se puede suponer que una reducción del estrés es consecuencia de los puntos anteriores.

Algunos aspectos positivos reportados por los estudiantes son: 1) la importancia de la comunicación entre docentes y estudiantes, y 2) amplia variedad de buenas prácticas identificadas. Mientras la flexibilidad de la plataforma aborda el segundo punto, el primero puede ser tratado mediante herramientas como foros, preguntas abiertas a otros miembros de la comunidad o chats.

Ciertas oportunidades de mejora que pueden ser consideradas son: 1) mayor participación de los estudiantes; esta herramienta los hará partícipes directos de su proceso de aprendizaje; 2) alta carga académica; aunque no de manera directa, esta plataforma presentará la información de una forma más organizada y estructurada, lo que hace más eficiente el manejo del tiempo, y 3) difundir el uso de herramientas virtuales adicionales; pese a que no pretende sustituir las clases, esta estrategia sirve como complemento. Muchos cambios y mejoras se incorporarán gradualmente, con el fin de adaptarse a las nuevas dinámicas y exigencias de los estudiantes.

En el campo docente, algunas ventajas son: 1) la oportunidad de planear evaluaciones; 2) envío de refuerzos mediante videos; 3) seguimiento de la evolución de los estudiantes por medio de los informes estadísticos que la plataforma pretende introducir; 4) son la supervisión de las opciones de comunicación entre los estudiantes, retroalimentar los temas que muestran fortalezas y debilidades, y 5) mayor orden de los materiales y contenidos de clase.

Conclusiones

La evaluación por competencias propone un gran reto en la enseñanza y evaluación de cualquier curso. Tras el análisis de un conjunto de ejercicios se evidencia un desbalance significativo en las competencias que son evaluadas, que es necesario equilibrar.

Se deben plantear nuevas actividades para potenciar el aprendizaje de los conceptos básicos, ya que los estudiantes muestran falencias en estos. Al parecer, los alumnos que se están formando en física ven el proceso de evaluación como algo procedimental y algorítmico, situación que debe revisarse.

Aunque no se cuenta con datos que muestran cómo responden los estudiantes a una evaluación más orientada hacia las competencias mediante una herramienta virtual, su implementación puede ayudar a resolver varias preguntas pendientes, por ejemplo: a) ¿Es mejor evaluar cada competencia de manera individual o tener ejercicios que examinen la mayor cantidad de competencias posibles? b) ¿Incluir más ejercicios de dificultad alta ayudará a un mejor entendimiento de los conceptos de física? c) ¿Darle un mayor énfasis al aprendizaje de los conceptos propicia una mejora en la capacidad matemática y de desarrollo procedimental de los estudiantes? d) ¿Hay competencias más relevantes que otras o todas tienen igual importancia? e) ¿La construcción de ejercicios por pasos y detallados mejora las habilidades de los estudiantes en la resolución de problemas? f) ¿Cuán conveniente es crear ejercicios que los estudiantes deban resolver desde cero, con el mínimo de ayuda?

Referencias

- Bellot, D., Cantero, A., Losada, J. y Menéndez, A. (julio-diciembre, 2007). El experimento demostrativo en las clases de ciencias naturales de secundaria básica: una variante metodológica para su desarrollo y perfeccionamiento. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 9(2), 290-304.
- Colombia, Presidencia de la República. (2009). *Decreto 1290 de 2009*, “Por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media”. Bogotá: *Diario Oficial* núm. 47322, 16 de abril de 2009.
- Díaz, M. (enero 29, 2018). Una educación cada vez menos física. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elespectador.com/noticias/educacion/una-educacion-cada-vez-menos-fisica-articulo-735695>
- Dinero*. (noviembre, 2018). ¿Entiende usted cómo los colegios evalúan a sus hijos? Recuperado de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/caratula/articulo/como-evaluan-los-colegios-a-sus-estudiantes-en-colombia/264387>
- Estrada, E. y Boude, O. R. (2015). Hacia una propuesta para evaluar ambientes virtuales de aprendizaje en educación superior. *Academia y virtualidad*, 8(2), 14-23.
- Falco, M. (2017). Reconsiderando las prácticas educativas: TICs en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *Tendencias pedagógicas*, 29, 59-76.
- Fernández, J. (diciembre, 2014). eLearning, TIC and the New Teaching. *La Pensée*, 76(12), 51-56.

- Henao, O. (2002). *La enseñanza virtual en la educación superior*. Bogotá: Instituto colombiano para el fomento de la educación superior.
- Jonnaert, P. (diciembre, 2001). *Competencias y socioconstructivismo. Nuevas referencias para los programas de estudios*. Ponencia presentada en la Segunda conferencia anual de inspectores de la enseñanza media, Bobo Dioulasso, Burkina Faso.
- Maenza, R. (2016). *Indicadores de evaluación para plataformas virtuales empleadas en educación*. doi: 10.13140/RG.2.1.3545.8804
- Moreno, T. (julio-diciembre, 2012). La evaluación de competencias en educación. *Sinéctica* (39), 1-20.
- Oficina Internacional de Educación de la Unesco. (2016). *Marco conceptual para la evaluación de competencias. Reflexiones en curso N° 4: sobre cuestiones fundamentales y actuales del currículo y el aprendizaje*. Recuperado de http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/resources/ipr4-roegiers-competenciesassessment_spa.pdf
- Parra, C. (abril, 2012). TIC, conocimiento, educación y competencias tecnológicas en la formación de maestros. *Nómadas* (36), 145-159.
- Perrenaud, P. (2010). *Construir competencias desde la escuela*. Santiago: J. C. Sáez editor.