

Epistemología para la resolución de problemas en enseñanza a distancia

EJE TEMÁTICO: Procesos de enseñanza-aprendizaje de nivel superior mediados por tecnologías.

[Gustavo Mauricio Bastián Montoya](#)

gmbm@azc.uam.mx

Alejandro Pérez Ricárdez

Abelardo Luis Rodríguez Soria

UAM

Resumen.

La resolución de problemas forma parte de las habilidades que se desean mejorar en los estudiantes de ingeniería ya sea en cursos presenciales o a distancia. La dificultad en los cursos presenciales es de sobra conocida, sin embargo en los cursos a distancia se trata poco y los esfuerzos actuales se dirigen hacia la comprensión de resoluciones ya escritas, como se observan en la red o en cursos abiertos masivos. Esto refleja lo que se realiza en los cursos presenciales, donde presentar soluciones del profesor no funciona. En un curso e-learning es mucho más importante basar una estrategia para mejorar la habilidad de resolver problemas en una investigación epistemológica que presentar resoluciones ya escritas que se basan en la memorización de fórmulas y enunciados similares.

En este trabajo presentamos una estrategia basada en la epistemología para mejorar la resolución de problemas a distancia y en b-learning que hemos trabajado tanto en tutoriales como en cursos virtuales para la enseñanza de física básica.

La epistemología nos permite determinar las dificultades para desarrollar una habilidad de pensamiento en situaciones específicas, en el caso que nos ocupa las situaciones específicas son en primer lugar, la licenciatura, la materia que se estudia, la historia académica de los alumnos, el lugar en que se estudia y por supuesto la modalidad en la que se estudia, además de otras circunstancias específicas.

Hemos determinado las principales dificultades para la resolución de problemas que tienen nuestros alumnos de física en la licenciatura en ingeniería [Bastián, Mora, Sánchez, 2010] en otros estudios y esto nos ha permitido, junto con el análisis de diferentes estudios, desarrollar una estrategia para presentarla a los alumnos en enseñanza a distancia de física básica. Con esta base elaboramos material de estudio, su secuencia, su profundidad, el lenguaje con que se enuncian los problemas e incluso el tipo de ilustraciones que se emplean. Es decir que no se presenta una serie de problemas para que el alumno "practique" los conceptos aprendidos, sino que se trata de actividades apoyadas con tutoriales y cuestionarios que ayudan al alumno a mejorar su habilidad la resolución de problemas.

Palabras clave: educación a distancia, resolución de problemas, epistemología.

Introducción

Las modalidades a distancia como el e-learning y la enseñanza combinada se prestan especialmente para la experimentación y desarrollo de nuevas metodologías para la enseñanza-aprendizaje (Scholze, Wiemann, 2006; Aiello, M., Wilelm, 2004), en particular, en ingeniería y enseñanza de las ciencias se requiere entrenar al alumno en la resolución de problemas, considerada como una habilidad de alto nivel (Resnick, 1987); Existen pocos trabajos que analicen el desarrollo de

metodologías para la resolución de problemas. Lo que muestran algunos autores (Hieggelke, Maloney y O’Kuma, 2002); es que muchas veces el trabajo se basa en presunciones de los profesores acerca de cómo resuelven problemas sus alumnos. En este trabajo vamos a mostrar una estrategia para desarrollar la habilidad de resolver problemas en cursos a distancia.

La mayoría de los cursos a distancia o e-learning que conocemos no explicitan sus características pedagógicas, de dónde proceden las estrategias que utilizan o en qué se basan para seleccionar y presentar los cuestionarios, archivos PDF, presentaciones PP, screencast, videos, ligas y demás apoyos multimedia para lograr que el alumno maneje el contenido del programa de la materia. La mayoría de los cursos que conocemos en red es simplemente una colección de archivos de uno u otro tipo que debe utilizar el alumno y que el docente supone que después de pasar por ellos el estudiante está capacitado para responder un examen, escribir un ensayo, diseñar una presentación final; esto casi nunca ocurre y los índices de eficiencia terminal son en general muy bajos, lo que no es casual pues el voluntarismo no es una buena estrategia para diseñar cursos en EaD (Demirer, 2013). Veamos más de cerca la problemática del desarrollo de cursos de física básica en licenciaturas de ingeniería.

Comencemos con los cursos presenciales: La forma clásica de evaluar a los alumnos son los problemas (Becerra, Gras, Martínez, 2005) los exámenes se forman casi exclusivamente por problemas tipo *fin de capítulo* del libro de texto a los que se extrae todo elemento perturbador para que no cause distracción al estudiante, dando como resultado problemas de artificiales enunciados *sui generis* que pueden ser consultados al final de cada capítulo en los libros de física básica (Sears, Zemansky, 2012), para lograr que el alumno resuelva dichos problemas el docente sigue un camino muy conocido: Presentación del contenido en pizarrón, resolución de problemas-modelo por el docente, tarea de algunos problemas y finalmente examen. Este modelo que ha variado poco, se ha enfrentado a severas y fundamentadas críticas en investigaciones educativas sobre resolución de problemas, Hieggelke y Heuvelen hacen un recuento de algunas de ellas (Hieggelke, Maloney y O’Kuma, 2002; Heuvelen, 1991) otros investigadores se han centrado en especial en la resolución de problemas en la ingeniería (Gangoso et al, 2008). La estrategia para resolver problemas y mejorar esta habilidad en Enseñanza a Distancia (EaD) es simplemente un trasplante de lo que se realiza presencialmente aunque sin la posibilidad de intercambiar puntos de vista en el momento que surge la duda, por lo que la metodología resulta aún más pobre que

en el sistema presencial. Debemos recordar que aún antes que se desarrollara el e-learning investigadores de didáctica de las ciencias ya habían planteado la necesidad de sistematizar la enseñanza de la resolución de problemas (Mathieu. Caillot, 1987). Los resultados de los cursos virtuales así diseñados se toman como parte de las dificultades inherentes a esta modalidad y poco se hace al respecto.

Los estudios que se realizan sobre resolución de problemas se pueden utilizar para diseñar estrategias en EaD pues el desarrollo de las habilidades de alto nivel requiere una estrategia adecuada y explicitar las bases psicológicas, epistemológicas y del propio campo de estudio. En particular este trabajo trataremos de presentar la contribución de las investigaciones de orientación epistemológica sobre la forma en que los estudiantes se relacionan con los problemas que tienen que resolver en sus evaluaciones de física básica a nivel superior.

Epistemología

Nos referimos con epistemología al estudio que se realiza para dar cuenta del conocimiento, de su validez, de su lógica interna, del desarrollo del sujeto que conoce y de su psicología, en este análisis utilizamos la orientación de Piaget que en sus obras analiza el contexto psicológico de la adquisición del conocimiento (Piaget, 1975) es decir, aquellas circunstancias que están presentes en el sujeto de conocimiento justo en el acto de conocer, para otros autores la epistemología se ocupa de la lógica del conocimiento, por ejemplo el filósofo Karl Popper (Popper,1973) intenta distinguir las proposiciones científicas de las que no lo son a través de su Criterio de Demarcación falsacionista.

Mucho más importante para nuestro estudio es el punto de vista de G. Bachelard fundamentalmente expresado en el *Espíritu Científico* (Bachelard, 2000), en donde define, fundamenta, analiza y ejemplifica los llamados *obstáculos epistemológicos*, que dificultan la comprensión del nuevo conocimiento, lo más importante es que estos obstáculos no se encuentran en la estructura de un campo científico determinado sino forman parte de los paradigmas con que un sujeto se enfrenta al conocimiento. Cuando un alumno intenta resolver un problema, ya tiene, antes de comenzar, ideas preconcebidas de cómo resolverlo, como plantea Bachelard: *Cuando se presenta ante la cultura científica, el espíritu científico jamás es joven. Hasta es muy viejo, pues tiene la edad de sus prejuicios. Tener acceso a la ciencia es rejuvenecer espiritualmente, es aceptar una mutación brusca que ha de*

contradecir a un pasado. (Bachelard, 2000), esto lo aplica al nuevo conocimiento científico, pero igualmente aplica a la resolución de problemas,

Podemos comparar la idea anterior con el epígrafe del libro de psicología de David Ausubel *"Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Investigue esto y enséñese consecuentemente"* (Ausubel, 1983).

Los dos autores tienen una postura epistemológica semejante, el sujeto es la base del conocimiento y para comprender lo que ocurre con la adquisición de un concepto o una habilidad, como es nuestro caso, debemos partir de lo que él sabe, de cuáles son sus creencias iniciales de partida, que en la mayoría de los casos no están fundamentadas y responden a una manera de ver el mundo compartida con su generación o al menos con su grupo socioeconómico, pues tiene que ver con su nivel medio educativo, sus lecturas, su modo de acceso a la red, el tiempo que le dedica a las redes sociales, el tiempo que le dedica a la televisión, la importancia que le concede a la educación, etcétera.

Entre otras innovaciones este desplazamiento del interés del objeto hacia el sujeto de conocimiento, permitió que se fundamentara la investigación en enseñanza de la física (Viennot, 1986) a partir de este tipo de estudios se mostró la posibilidad de conocer las dificultades detalladas que tiene un alumno para comprender un concepto, incluso se han realizado modelizaciones del pensamiento de los estudiantes que aún no alcanzan un estadio newtoniano de razonamiento, sobre todo después de que ya han estudiado los principios newtonianos básicos.

La crítica a esta orientación en la época moderna, tiene sus orígenes en la crítica a la filosofía de Hegel quien estableció la consistencia óptica del sujeto, sin embargo sus afirmaciones mal comprendidas sobre la física newtoniana (Hegel, 1975) llevaron a sus oponentes a que el sujeto, dentro del conocimiento científico fuese algo prescindible. Esta discusión no ha cesado, pero epistemólogos como Bachelard y Piaget han mostrado las ventajas de utilizar el análisis del sujeto en la enseñanza de las ciencias. Pasemos ahora a establecer algunos resultados emanados de investigaciones sobre los obstáculos que tiene el sujeto en el manejo de la resolución de problemas y cuyo conocimiento es importantísimo en cursos presenciales, pero aún más en cursos virtuales donde las posibilidades de una comunicación sincrónica son bajas.

Obstáculos cognitivos para la resolución de problemas

Ya hemos establecido que antes de diseñar una estrategia para resolver problemas se requiere conocer con qué paradigma la aborda un estudiante, si ello es importante en la enseñanza tradicional, es mucho más importante en la EaD pues aquí no hay modo de entablar un diálogo directo, en el que incluso las inflexiones de voz, juegan un papel importante. En los cursos virtuales es especialmente importante proveer al alumno de herramientas para que pueda mejorar por sí mismo su habilidad de resolver problemas. Realizamos un estudio sobre el marco cognitivo que tiene un estudiante para abordar problemas de física básica (Bastién, Mora, Sánchez, 2010) lo enfocamos a determinar las creencias erróneas específicas con que se aborda la resolución de problemas que denominamos *obstáculos cognitivos*, y son los que presentan una parte importante de la población de alumnos de ingeniería en los primeros dos años de la licenciatura [Bastién, Mora, Sánchez, 2010], esta determinación se llevó a cabo mediante el análisis de resoluciones de problemas por escrito y entrevistas semiestructuradas a alumnos de primer y segundo trimestre de ingeniería, se encontraron varios tipos de obstáculos que fueron agrupados en las siguientes categorías y de las que reelaboramos su análisis para este artículo con el fin de hacerlas más comprensibles para los lectores no especializados:

Falta de comprensión lectora. Este es un problema conocido, incluso a nivel superior, que impacta en la lectura del enunciado de un problema. Si bien se han reducido al mínimo las palabras para enunciar un problema, quitándole toda información sobrante, es notable que aun así haya equivocaciones en la lectura. Se emplearon varios enunciados típicos que no fueron interpretados correctamente, por ejemplo este problema está copiado palabra por palabra de un libro de texto (Sears, 2012).

Un cohete que lleva un satélite artificial acelera verticalmente alejándose de la superficie terrestre. 1.15 s después del despegue, el cohete libra el tope de su plataforma, 63 m sobre el suelo; después de otros 4.75 s, está 1.00 km sobre el suelo. Calcule la magnitud de la velocidad media del cohete en a) la parte de 4.75 s de su vuelo; b) los primeros 5.90 s de su vuelo.

Este es el primer problema que se presenta en el capítulo de cinemática, un tema conocido por los estudiantes desde la educación secundaria. Las dificultades para comprender el enunciado incluyeron falta de comprensión de frases como "libra el

tope de su plataforma" o conceptos técnicos "magnitud", "velocidad media", hasta la interpretación de las preguntas a) y b), *por qué 5.90 y no 6 ?*

Empleo de datos escritos. Incluso con dificultades de comprensión lectora, los datos numéricos escritos, de acuerdo con los alumnos, son la base única para resolver el problema. Lo cual casi nunca es cierto, por ejemplo en el problema anterior la frase "después del despegue" se debe interpretar como una velocidad inicial cero, es decir que estaba en reposo inicialmente, la frase no está enunciada numéricamente y sin embargo es esencial para resolver el problema.

Encontrar la fórmula del problema. Tal vez esta sea la nueva característica definitoria de los alumnos de bajo rendimiento universitarios: para resolver un problema buscan la "fórmula" que lo resuelve, como llave a cerradura, sin intentar comprender el problema en una teoría completa. Ahora los alumnos privilegian estrategias de memorización y análisis por reducción al absurdo, de tal manera que la primera estrategia para resolver el problema es encontrar la "fórmula que resuelve el problema" incluso muchos de ellos la preguntan al docente como si se tratara de una falla de memoria y no de razonamiento.

Algunos alumnos piensan que cada problema tiene una fórmula, la mayoría de las veces se trata de una expresión que se obtiene de una más general. Te vamos a mostrar varias ecuaciones particulares que se obtienen de la ecuación general de movimiento de una partícula. En los siguientes problemas escribe la ecuación para las condiciones particulares que se te dan, ten cuidado de colocar el origen de coordenadas en el cruce de dos avenidas, justo en el semáforo.

Un auto se encuentra a 6.00 m antes de llegar al semáforo, parte del reposo y acelera con $a = 3.00 \text{ m/s}^2$. Determina su ecuación de movimiento.

Un ciclista pasa por el semáforo con una velocidad de 2.50 m/s, en ese momento acelera con $a = 1.2 \text{ m/s}^2$. Determina su ecuación de movimiento.

Contexto. enunciados en ingeniería, identificación con las palabras. Por qué es importante discutir lo que el profesor desea que se discuta. Si sólo hay problemas entonces denme las fórmulas, esto implica encontrar problemas en que no sea suficiente saber las fórmulas, sino analizar para determinar cosas relevantes, no sólo incorrectas, es decir con interés académico solamente.

Camino único. Al igual que encontrar la fórmula, el camino único, es otra de las suposiciones del alumno, imaginan que la trayectoria de solución que sigue el

docente es la única posible y cuando ellos mismos encuentran otro, se sorprenden y no saben si esto es posible, en EaD es un requisito de un curso virtual que desarrolle la habilidad para resolver problemas mostrar que existen varias opciones para solucionar un problema.

El género también es un aspecto que se debe cuidar pues en la enseñanza de la ingeniería los docentes masculinos tienden a utilizar experiencias de su trabajo en la industria y no siempre son comprendidos por alumnas que por no demostrar desconocimiento no preguntan sobre el enunciado, esta es una de las razones que en lugar de escribir *...la velocidad angular de un molino de martillos es...* preferimos escribir *...la velocidad angular de un dispositivo es* Es el mismo caso de las magnitudes: en una asesoría una alumna preguntaba (*aunque mis compañeros si lo sepan...*) sobre la factibilidad de alcanzar una aceleración de 50 m/s^2 para un automóvil, (lo cual es imposible para un vehículo normal), preguntamos a los hombres sobre esta aceleración y ninguno de ellos pudo decir que era una aceleración fuera de toda proporción para un auto comercial, incluso para uno de carreras. Esto nos confirma que las estudiantes femeninas piensan que sus compañeros dominan no sólo el lenguaje sino incluso los órdenes de magnitud de las cantidades involucradas y no se atreven a preguntar sobre ellas. Es decir que no sólo se requiere cuidar el enunciado sino el género.

Estudiar para olvidar.

Los alumnos actuales son capaces de aprobar un examen, pasar al siguiente curso y olvidar lo que aprendieron en dos o tres meses, esto es lo que denominamos "estudiar para olvidar". En las entrevistas que realizamos con nuestros alumnos hemos detectado que ocurre en parte porque no se distingue lo que es importante de lo que no, además de que el alumno se sumerge en un mar de fórmulas del que quiere salir lo antes posible y sabe que siempre está a su disposición la red. Como si encontrar en google la solución de cualquier problema fuese equivalente a comprender el problema y estar preparado para resolver problemas abiertos más complejos.

El alumno tiene un criterio funcionalista que indica que si ocupa la fórmula adecuada y obtienen la solución numérica pedida el problema está bien resuelto y él tiene derecho a aprobar. Por lo que la memoria juega un papel muy importante, sin embargo las ecuaciones y estrategias completas de solución de problemas permanecen poco tiempo en la memoria si no se refuerzan continuamente, por esta razón desaparecen rápidamente en cuanto el alumno no ejercita ese tipo de

problemas. Esto ocurre en días o un par de meses según sea el caso, es la razón de que este conocimiento se olvide en poco tiempo y el resultado es “aprender para olvidar”.

La única forma de que un estudiante de ingeniería se motive para aprender un tema de física con la idea de manejarla e incorporarla en su bagaje académico es que reconozca su importancia para el análisis de situaciones reales.

Enunciado del profesor y del alumno

Un aspecto muy importante es la diferencia entre enunciados del profesor y del alumno ¿Utilizamos enunciados escritos por el docente o por el alumno? Por ejemplo en el curso introductorio de electricidad y magnetismo una pregunta que retoma las palabras de estudiantes puede ser la siguiente:

a) Un estudiante afirma que el campo eléctrico es una especie de barrera que se sitúa a una distancia r del centro de la carga y que la rodea por completo, como la superficie de una burbuja de jabón, o un domo de un parque de beisbol, fuera de la cual el campo no existe. ¿Estás de acuerdo con esta afirmación? Si, No.

En cambio una pregunta que refleja lo que los estudiantes piensan y redactada por el profesor es:

a')¿Cuándo calculas el campo eléctrico de una carga puntual, éste tiene un valor definido a una cierta distancia r y sólo a esa distancia r tiene existencia física?, es decir que fuera de esa superficie el campo no existe. Si, No.

Algunos autores se hacen esta misma pregunta (Yerushalmi, Polingher, 2006) la respuesta que han dado es que es mejor utilizar las palabras o afirmaciones de los estudiantes dado que se pueden motivar para contestar las preguntas. Nosotros estamos de acuerdo con ello dado que en las entrevistas es mucho más fácil evitar la polisemia si se utilizan frases del alumno que si se utilizan frases, aparentemente más precisas, pensadas por el profesor para reflejar las dificultades, por esta razón las preguntas pueden parecer un poco coloquiales en algunas situaciones, pero permiten que el alumno se sienta atraído por el enunciado y lo responda más fácilmente. Observe que para un docente de electricidad, la frase “la magnitud del campo tiene un valor definido” significa algo preciso, no así para alumnos que en su mayoría, como hemos visto, tienen problemas de lectura y comprensión.

Con estos obstáculos queda claro que el alumno no inicia su proceso de resolución de problemas desde cero, no podemos hacer tábula rasa y mostrar una estrategia

sin que sea filtrada por las suposiciones, falsas o no, de los alumnos. Más aún debemos mostrarle al alumno que son errores comunes.

Habilidades de alto nivel

La habilidad de resolver problemas forma parte de las denominadas habilidades de alto nivel (High order skills) abreviadas HAN, éstas se resisten a definiciones simples (Resnick, 1987) y es más claro enunciar varias de sus características, como por ejemplo:

Son complejas; Proponen caminos múltiples de solución; Requieren autorregulación y Son no-algorítmicas, lo mismo que incluyen conocimientos y habilidades de diferentes campos.

La complejidad a que se hace referencia está subordinada a la complejidad en sentido de Morin (1989), pues al poner en acción una HAN se activan habilidades y conocimientos de varios campos desde las sensoriomotoras hasta los cognitivos visuales o numéricos, además de que no son algorítmicos y esta es la razón por la cual no se pueden enseñar, sino solamente mejorar a través de diferentes estrategias.

Esto es especialmente importante para el diseño de los cursos e-learning que hemos desarrollado, especialmente en la plataforma Moodle, pues una pregunta inevitable es ¿Cómo enseñar a los alumnos a resolver problemas en una materia específica? Muchos educadores, voluntariosos pero ingenuos, dedican mucho tiempo a convertir su curso virtual en un repositorio de ejercicios, cuestionarios, videos, textos, notas screencast y todo lo que imaginen que puede servir para atraer a un alumno y ejercitarlo en

A partir de los cursos on line y su estructura podemos inferir que los docentes realizan una especie de *trasplante* de la estructura del curso presencial a una aula virtual, sin tomar en cuenta las diferencias básicas entre exponer el material grupalmente y trabajar individualmente a distancia, lo mismo podemos decir del desarrollo de las bases de conocimiento procedural, estas se afianzan con el énfasis que el docente pone en algunos conceptos (Rittle, Koedinger, 2005), por tal razón la exposición a lecturas y ejercicios no es suficiente para desarrollar una habilidad cognitiva de alto nivel como la resolución de problemas. Por supuesto también hay

que considerar la aportación del alumno, que en algunos casos es más importante que el material y su diseño (Arbaugh, 2014)

Cada docente aplica alguna estrategia para "enseñar" la resolución de problemas, algunos muestran como resolver diferentes partes de un problema, otros presentan un problema simple y lo van complicando hasta llegar a un problema del grado de dificultad que se desea (Polya, 1960), otros más intentan un análisis lógico desde el punto de vista de la materia a enseñar (Chi, Feltovich, Glaser, 1981), nosotros hemos desarrollado una metodología basada en el análisis del razonamiento de los alumnos que denominamos "Paso a Paso" y consiste básicamente en distinguir los elementos que emplea un novato para tratar de resolver un problema y planteamos una estrategia que ayuda a mejorar el desempeño en cada uno de estos pasos (Bastián, 2010), a partir de cada "paso" se construye una base declarativa y procedural que se consolidará en el alumno a través de reactivos elementales. El modelo consiste en entradas y salidas, cada salida es la entrada del siguiente:

Enunciado verbal - Representación del problema

Representación del problema – Representación esquemática

Representación esquemática – Planteamiento de ecuaciones

Planteamiento de ecuaciones – Solución de ecuaciones

Solución de ecuaciones – Verificación de soluciones

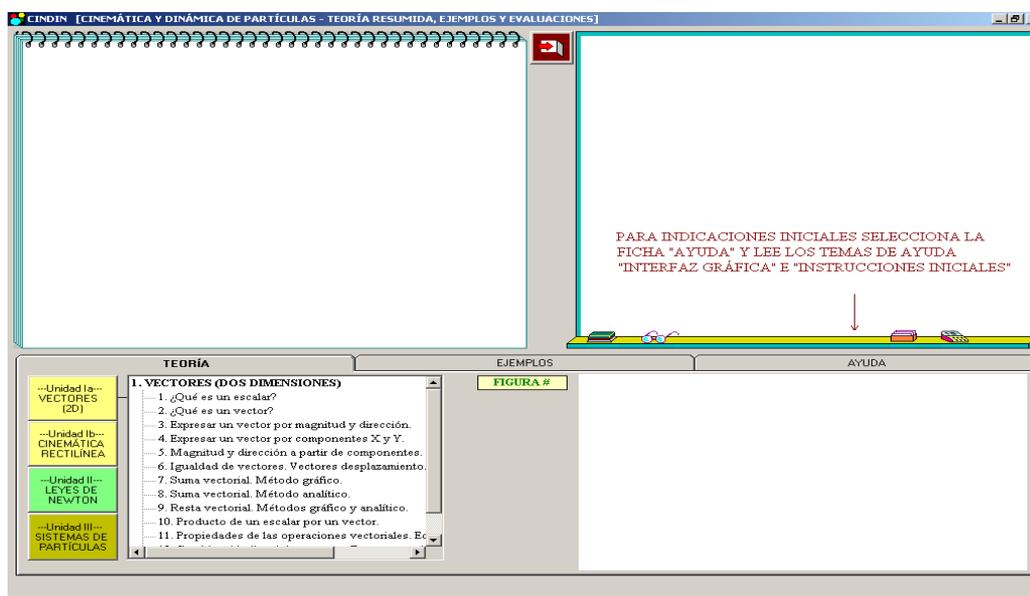
Este modelo se aplica, como mostramos más adelante en los tutoriales que hemos diseñado. Más aún otros autores reconocen la modelización por etapas de la resolución de problemas en alumnos de ingeniería (Gangozo, 2010). No describiremos aspectos muy estudiado como las teorías pedagógicas de la enseñanza y el aprendizaje, baste con decir que los resultados nos indican que es posible desarrollar la comprensión de un concepto si se plantean situaciones de aprendizaje que lleven al alumno a una situación de reflexión donde confronte sus concepciones alternativas y no realice una de sustitución mecánica que tanto preocupan a los profesores por los pobres resultados que se alcanzan.

Aplicaciones a Tutoriales

Hemos desarrollado varios tutoriales, uno de ellos lo denominamos CINDIN en referencia a la parte de cinemática y dinámica de los cursos de física. Con base en las investigaciones de corte epistemológico elaboramos material de estudio del

tutorial, su secuencia, su profundidad, el lenguaje con que se enuncian los problemas e incluso el tipo de ilustraciones que se emplean. Es decir que no se presenta una serie de problemas para que el alumno "practique" los conceptos aprendidos, sino que se presentan problemas que han sido analizados y desglosados en las etapas que usualmente emplean los alumnos, estas actividades ayudan de modo efectivo al alumno a mejorar su habilidad la resolución de problemas.

La pantalla principal del tutorial CINDIN es la siguiente:



Los elementos de que consta el tutorial y la forma de trabajo se desprende de las investigaciones que hemos mencionado, por ejemplo en la parte izquierda se encuentra un espacio de "cuaderno" donde se expone de manera muy simple la teoría que se supone el alumno estudia en sus clases presenciales. Es un compendio de fórmulas explicadas que requieren de la exposición previa del docente.

En la parte de la derecha se encuentra un espacio en blanco tipo "pizarrón" donde se presentarán las gráficas y figuras del problema. Ahí se cuenta con una calculadora y un borrador.

Más abajo se encuentra el fichero, en el que el alumno puede seleccionar el tema que desea estudiar, si gusta puede revisar la teoría o pasar directamente a resolver problemas por "pasos".

Para ello escoge la Unidad del curso que se desea estudiar, oprimiendo alguno de los botones de comando situados en el extremo izquierdo de la ficha *teoría* (Son los botones *Vectores*, *Cinemática rectilínea*, *Leyes de Newton* y *Sistemas de partículas*. Una vez en la unidad puede resolver problemas específicos que le son planteados por etapas.

Hemos encontrado que esta es la forma en que el estudiante decodifica mejor la información contenida en un texto y en los problemas, es la que empleamos para presentar la teoría y los problemas no sólo en tutoriales sino también en los cursos a distancia a los que nos enfocamos enseguida.

Cursos a distancia

En los cursos a distancia y en los b-learning utilizamos estos resultados, los cursos que ofrecemos son de tres tipos: de apoyo a un curso presencial, curso b-learning y curso a distancia. La utilización del material varía según el curso, vamos a mostrar los cuestionarios para la resolución de problemas que se tienen en un curso b-learning en una modalidad de estudio semipresencial denominada Aprendizaje individualizado.

Nos vamos a enfocar a una parte de cinemática porque el curso es extenso y contiene varios temas [Cindin, 2015]

UNIDAD 2

CINEMÁTICA 1-D

Recuerda estudiar las siguientes secciones del Capítulo 2
2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 pp 36-5, del Sears-Zemansky, Vol 1.

- Dificultades de los alumnos al resolver problemas
- Errores comunes al leer enunciados
- "Pasos" para resolver problemas
- Concepto velocidad y rapidez
- Concepto aceleración
- Concepto velocidad
- Problemas del SEARS ZEMANSKY
- Soluciones de los problemas anteriores
- Optativo 2 cine 2-D
- Optativo 3 Cine 1-D
- Obligatorio 1 Cine 1-D
- Obligatorio 2 Cine 1-D
- Obligatorio 3 Cine 1-D
- Examen "a" cinemática 1-D
- Examen "b" Cine 1-D
- Examen c cinemática 1-D

Esta es la pantalla correspondiente a la Unidad de cinemática donde se desarrolla la estrategia de solución de problemas. Como se observa los alumnos disponen de varias actividades, los cuestionarios constan de tres preguntas las ligas llevan a materiales que hemos desarrollado en you tube de acuerdo con esta metodología. En otros archivos se presenta información pertinente a la resolución de problemas.

A continuación mostramos una pantalla que nos muestra el tipo de preguntas, que contesta el alumno, la siguiente es una muestra de que las palabras se interpretan algunas veces numéricamente y que al menos dan información que debemos analizar.

Cin y Din de Partículas SAI15-i Usted se ha autenticado como [Gustavo Mauricio Bastén Montoya](#)

fisicaenlinea ▶ 15i ▶ Cuestionarios ▶ cuestionario 22 ▶ Intento 1 Actualizar Cuestionario

[Información](#) [Resultados](#) [Vista previa](#) [Editar](#)

Vista previa del cuestionario

[Comenzar de nuevo](#)

Nota: Sus estudiantes no pueden acceder en este momento a este cuestionario

1 Un alumno afirma que cuando en un problema se dice que: *el movil parte desde el reposo* esto se debe interpretar como velocidad inicial es igual a 0 m/s

Puntos: --/1

Respuesta:

Verdadero

Falso

[Enviar](#)

[Guardar sin enviar](#) [Enviar página](#) [Enviar todo y terminar](#)

Recordemos que los alumnos no tienen una interpretación muy clara de los enunciados de los problemas y es necesario enfatizarles donde están los errores más comunes, de preferencia con enunciados comunes, como los que va a utilizar en sus exámenes.

2. 2. Un objeto mantiene una velocidad v_1 durante un tiempo t_1 y una velocidad v_2 durante un tiempo t_2 . La velocidad media es:

A. $\frac{v_1 + v_2}{t_1 + t_2}$

B. $\frac{\text{distancia total}}{t_1 + t_2}$

C. $\frac{\text{desplazamiento total}}{t_1 + t_2}$

D. $\frac{v_1 + v_2}{2}$

3. Un automóvil viaja 80km en 2h y enseguida 120km en 2h. La velocidad media es:

Como se observa, las operaciones matemáticas juegan un papel secundario, nos enfocamos, en este caso, a uno de los problemas de interpretación más comunes

entre los estudiantes de física básica, la confusión entre semisuma de las velocidades y velocidad media, que en muchos casos coinciden pero no siempre son iguales. Este tipo de preguntas ayuda al alumno a plantearse las dificultades usuales a que se va a enfrentar en problemas completos más adelante.

Otro ejemplo de la interpretación de los obstáculos cognitivos es el cuestionario siguiente, donde al alumno se le pide únicamente identificar la ecuación correcta:

Cin y Din de Partículas SAI15-i Usted se ha autenticado como Gustavo Mauricio Bastián I

fisicaenlinea ▶ 15i ▶ Cuestionarios ▶ Obligatoria 2 Cine 1-D ▶ Intento 1 Actualizar

[Información](#) [Resultados](#) [Vista previa](#) [Editar](#)

Vista previa del cuestionario

[Comenzar de nuevo](#)

Nota: Sus estudiantes no pueden acceder en este momento a este cuestionario

1 Puntos: 1

Desde una altura de $22m$, con respecto al suelo, se lanza hacia abajo un objeto con velocidad inicial de $4.5\frac{m}{s}$. Si el origen de coordenadas lo colocamos en el suelo y la dirección positiva es hacia arriba, entonces su ecuación de movimiento es: ($g = 9.8\frac{m}{s^2}$ con dirección hacia el suelo)

Seleccione una respuesta.

- a. $y(t) = 22 + 4.5t^2 + 4.9t^2$
- b. $y(t) = -4.5t - 4.9t^2$
- c. $y(t) = 22 - 4.5t - 4.9t^2$
- d. $y(t) = 22 + 4.5t - 4.9t^2$

Este tipo de problemas está ligado con la dificultad que tienen para identificar variables matemáticas con variables físicas y antes de resolver problemas completos es conveniente, para la mayoría de los alumnos, darse cuenta de la forma en que se identifican las variables e incluso los ejes de coordenadas como se muestra en el ejemplo de arriba.

Una vez que se han revisado las etapas para resolver este tipo de problemas, se van a plantear problemas integradores sin ayudas, porque esa es la finalidad, que el alumno pueda resolver los problemas que se le van a plantear en el examen. Enseguida se muestra una pantalla en la que aparece el tipo de problemas que debe resolver en una dimensión:

Información Resultados Vista previa Editar

Vista previa del cuestionario

Comenzar de nuevo

Nota: Sus estudiantes no pueden acceder en este momento a este cuestionario

- 1**  Puntos: 1
Un atleta da un salto hacia arriba y alcanza una altura de 65 cm ¿Con qué velocidad inicial saltó? Realiza tus cálculos en SI. Supón que es un salto totalmente vertical.
Escribe tu respuesta con dos decimales.
(Sin escribir m/s)

Respuesta:

- 2**  Puntos: 1
Un automovilista está a 25 m del cruce, lleva una velocidad de 54 km/h y de repente se pone la luz amarilla, decide frenar y su auto lo hace a 5.0 m/s² ¿A cuantos metros antes o después del cruce se detiene?

Seleccione una respuesta.

- 4.5 m después del cruce
 2.5 m después del cruce

En otros temas como el de la segunda ley de Newton las etapas que reflejan estos obstáculos cognitivos comienzan desde la identificación de las fuerzas en los dibujos del enunciado del problema. El alumno resuelve varios ejercicios que lo van preparando para enfrentarse a los problemas completos y por supuesto más complejos, un ejemplo de esta etapa:

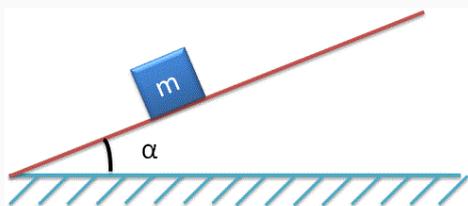
Información Resultados Vista previa Editar

Vista previa del cuestionario

Comenzar de nuevo

Nota: Sus estudiantes no pueden acceder en este momento a este cuestionario

- 1**  Puntos: 1
Un bloque de masa $m = 2.00\text{ kg}$ resbala sobre un plano inclinado que forma un ángulo $\alpha = 25^\circ$ con respecto a la horizontal. La fricción entre las superficies es despreciable.
¿Cuáles son las fuerzas que actúan sobre el bloque?



Seleccione una respuesta.

- fuerza de gravedad, fricción, normal
 fuerza de gravedad, normal, peso
 fuerza de gravedad, normal

Esta es una muestra de la forma de abordar la resolución de problemas basada en investigaciones de corte epistemológico que nos permiten reconocer la forma en que un alumno se sitúa frente a problemas de física básica.

Conclusiones

Los cursos a distancia también pueden utilizarse para desarrollar la habilidad de resolver problemas, pero se requiere tener en cuenta la forma en que los alumnos los abordan y cuáles son sus creencias y obstáculos epistemológicos, solo así se puede establecer una secuencia que pueda incidir en su forma de pensar y resolver problemas. En general las actividades que se plantean en cursos e-learning requieren al menos de un sustento didáctico y otro comunicacional para poder cumplir con su función a distancia.

Los cursos a distancia y b-learning así como los tutoriales que hemos diseñado están basados en investigaciones con alumnos de nuestra universidad que tienen, en general, bajo rendimiento, pero que no son muy diferentes de los alumnos medios de otras universidades latinoamericanas que han sufrido una expansión masiva a partir de 1970.

Los docentes que utilizan e-learning como una más de las modalidades de enseñanza tienen ahora el problema del diseño de un curso, para lo que existen estrategias de orden general que manejan los diseñadores instruccionales y que son indispensables en una primera etapa, pero para el desarrollo de habilidades específicas de una materia se requiere no sólo de conocimiento pedagógico general, sino de la manera en como un alumno ha desarrollado sus esquemas de razonamiento relativas a los conceptos y problemas propios de una materia específica.

Referencias bibliográficas

- AIELLO, M., WILELM, C. (2004). Blended learning como práctica transformadora, *Pixel-bit*, No. 23, 2004, pp 21-26. Recuperado de: <http://www.sav.us.es/pixelbit>
- ARBAUGH, J., B. (2014). System, scholar or students? Which most influences online MBA course. *Jour, Comp. Ass.* 30:349-362. doi: 10.1111/jcal.12048
- BACHELARD, G. (2000). *La formacion del espíritu científico*, S. XXI editores, México, 23ª edición.
- BASTIÉN M. G. M. (2010). *Desarrollo y aplicación de una metodología de resolución de problemas de física elemental universitaria para enseñanza combinada*. Tesis doctoral. México D. F. : Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y tecnología Avanzada, IPN.

- BASTIÉN M.,G.,M., MORA C., SÁNCHEZ-GUZMÁN D., Obstáculos en la resolución de problemas en los alumnos de bajo rendimiento. *Lat. Am. J. Phys. Ed.* Vol. 4, No. 3, sept. 2010, pp. 727-731
- BECERRA, C., GRAS, A., MARTÍNEZ, J. (2005) ¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria? La resolución de problemas de "lápiz y papel" en cuestión, *Rev. Bras. Ensino Fís.* vol.27 no.2 São Paulo Apr./June
- CHI, M.T.H., P.J. FELTOVICH and R. GLASER (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- DEMIRER, V. And SAHIN, I. (2013), Effect of blended learning environment on transfer of learning: an experimental study. *Jour. Comp. Ass.* 29: 518-529. doi: 10.1111/jcal.12009
- GANGOSO Z., TRUYOL M. E., BRINCONES I., GATTONI A., Resolución de problemas, comprensión, modelización y desempeño: Un caso con estudiantes de ingeniería, *Lat. Am. jour.Phys. Ed.* Vol. 2 (3) Sept. 233-240, 2008.
- HEGEL G. W. F. (1975). *Geschichte der Philosophie*. Suhrkamp, Frankfurt, Vol II, pag. 193. Citado por Miranda, J. P. *Hegel tenía razón*, UAM, México, 1986, pag. 41.
- HIEGELKE C, MALONEY D y O'KUMA T. (2002). *TIPERs Tasks Inspired by Physics Education Research*. Recuperado de : <http://tycphysics.org/TIPERs/magnetismtipers.htm>
- KILICAY-ERGIN, N., LAPLANTE, P. A., (2013), An online Graduate requirements Engineering Course, *Education, IEEE Transactions on*, 56: 208-216, doi: 10.1109/TE.2012.2208461
- MATHIEU,J., CAILLOT, M. (1987). "L'Enseignement de la resolution de problemes" , *Annales de didactique des sciences*. V 1,1, 26-35.
- PIAGET (1975). *Introducción a la Epistemología Genética*. Vol. 2 El pensamiento físico, Buenos Aires, Paidós.
- POLYA, G. (1970). *Como plantear y resolver problemas*. Trillas, México.
- POPPER, Karl (1962). *La lógica de la investigación científica*. Traducido por Víctor Sánchez de Zavala (1ª edición). Madrid: Editorial Tecnos.
- RESNICK, L., B. (1987). *Education and Learning to think*, National Academies Press, Washington, D.C.
- SCHOLZE, T., WIEMANN S., Successful Blended Learning Projects in 2006: Experiences in different formal, non-formal and informal learning environments, *elearning papers* No 3, Recuperado de: <http://www.elearningpapers.eu>.

SEARS, F. W., ZEMANSKY, M. W., YOUNG, H. D. y FREEDMAN, R. A. (2010). *Física Universitaria*, Vol. 1, 12ª ed. Pearson educación, México.

VIENNOT, L. (1979). *Le raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. Hermann, Paris.

YERUSHALMI E., POLINGHER C. 2006. *Phys. Ed.* 41(6), november, IOP.

Gustavo Mauricio Bastián Montoya.

Estudió física en la Universidad Nacional Autónoma de México, realizó estudios de especialización en enseñanza de las ciencias en la U. De Paris 7, Denis Diderot. Por concurso de oposición comenzó a trabajar a tiempo completo en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) en México en 1997, más adelante realizó una maestría en Enseñanza Superior en la U. LaSalle y finalmente el doctorado en ciencias, con especialidad en enseñanza de la Física en el Instituto Politécnico Nacional. Asesoró diversas compañías en el área de capacitación, Ericsson (1998), Ralston-Purina (1997), Bacardí (2000), autor de 4 libros de texto y artículos de investigación publicados en diversas revistas y capítulos de libros, dirigió el diseño y construcción de tres Tutoriales para el aprendizaje de la Física del Tronco General de Ingeniería.

El área de su especialidad es la epistemología aplicada a la enseñanza de las ciencias, con énfasis en e-learning. En la UAM ha desempeñado varios cargos, Jefe del área de Física, Coordinador de la Modalidad de Aprendizaje individualizado, Coordinador de Enseñanza a Distancia y Actualmente (2015) Coordinador de Planeación de Ciencias Básicas e Ingeniería, donde estudian 7 800 alumnos alguna de las 10 licenciaturas en Ingeniería que se ofrecen en la UAM.

Universidad Autónoma Metropolitana. Grupo de enseñanza de la física.

[Subir](#)