

Integración de las Ciencias Básicas a través de la Resolución de Problemas de Física

Autores

Elías, Silvia E., Palma, Nélica. B., Chirino, Sandra A.
Laboratorio de Innovación en la Enseñanza de la Física (LIEF).
Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de San Juan.
selias@unsj.edu.ar, npalma@unsj.edu.ar, anchir@unsj.edu.ar.

Modelo uno a uno: perspectivas, análisis y experiencias con jóvenes en la educación media.

Resumen

Aprender a resolver problemas es un ingrediente esencial en la enseñanza de las ciencias experimentales. Por otra parte se ha observado que los estudiantes se encuentran con múltiples limitaciones y dificultades para enfrentar problemas de Física, de donde resulta preciso atender tanto a los pasos necesarios para llegar a la solución de un problema, como al desarrollo de las habilidades necesarias para conseguirlo.

Considerando como eje central la etapa de COMPROBACIÓN, diseñamos una propuesta didáctica basada en la Teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel.

Este proceso es de vital importancia pues es aquí donde se resume la solución del problema y es el momento apropiado para aprovechar al máximo las posibilidades que la situación presentada posee. El profesor debe jugar un papel activo, realizando una serie de preguntas complementarias que permitan introducir otras variantes dentro del marco de solución y la respuesta obtenida, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- *Lógica del resultado dentro del modelo adoptado.*
- *Análisis de unidades y dimensiones.*
- *Solución del problema por otra vía activando el pensamiento divergente.*

Analizamos la potencialidad del método en casos concretos en diversos campos de la Física, disponibles en: <http://db.tt/bsCwTS77>, <http://db.tt/0NeoMteM>, <http://db.tt/M8sC7OHX>, <http://db.tt/QH3J5ICl> y <http://db.tt/BY6NZ40X>.

Pensamos que este recurso propicia la integración de los conceptos físicos, matemáticos y geométricos, pilares fundamentales de las carreras científicas.

Palabras claves: *resolución de problemas, Ciencias Básicas, Constructivismo.*

1. Introducción

La computadora provee infinitas posibilidades para crear ambientes lúdicos, motivadores, multisensoriales y dinámicos; pero no podemos olvidar la necesidad de las experiencias de aprendizaje por mediación, el instructor debe procurar lograr una gestión de autorregulación de los aprendizajes, para formar estudiantes cada vez más independientes y capaces.

2. Marco Teórico

2.1. Aprendizaje Significativo

David Ausubel, Joseph Novak y Helen Hanesian, especialistas en psicología de la educación en la Universidad de Cornell, han diseñado la teoría del aprendizaje significativo, el primer modelo sistemático de aprendizaje cognitivo.

Aprendizaje significativo es el proceso a través del cual una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende. En el curso del aprendizaje significativo, el significado lógico del material de aprendizaje se transforma en significado psicológico para el sujeto. Para Ausubel, el aprendizaje significativo es el mecanismo humano, por excelencia, para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas e informaciones representadas en cualquier campo de conocimiento.

No-arbitrariedad y sustantividad son las características básicas del aprendizaje significativo.

No-arbitrariedad quiere decir que el material potencialmente significativo se relaciona de manera no-arbitraria con el conocimiento ya existente en la estructura cognitiva del aprendiz. O sea, la relación no es con cualquier aspecto de la estructura cognitiva sino con conocimientos específicamente relevantes a los que Ausubel llama subsumidores. El conocimiento previo sirve de matriz “ideacional” y organizativa para la incorporación, comprensión y fijación de nuevos conocimientos cuando éstos “se anclan” en

conocimientos específicamente relevantes (subsumidores) preexistentes en la estructura cognitiva. Nuevas ideas, conceptos, proposiciones, pueden aprenderse significativamente (y retenerse) en la medida en que otras ideas, conceptos, proposiciones, específicamente relevantes e inclusivos estén adecuadamente claros y disponibles en la estructura cognitiva del sujeto y funcionen como puntos de “anclaje” a los primeros.

Sustantividad significa que lo que se incorpora a la estructura cognitiva es la sustancia del nuevo conocimiento, de las nuevas ideas, no las palabras precisas usadas para expresarlas.

El mismo concepto o la misma proposición pueden expresarse de diferentes maneras a través de distintos signos o grupos de signos, equivalentes en términos de significados. Así, un aprendizaje significativo no puede depender del uso exclusivo de determinados signos en particular.

La esencia del proceso de aprendizaje significativo está, por lo tanto, en la relación no arbitraria y sustantiva de ideas simbólicamente expresadas con algún aspecto relevante de la estructura de conocimiento del sujeto, esto es, con algún concepto o proposición que ya le es significativo y adecuado para interactuar con la nueva información.

De esta interacción emergen, para el aprendiz, los significados de los materiales potencialmente significativos (o sea, suficientemente no arbitrarios y relacionables de manera no-arbitraria y sustantiva a su estructura cognitiva). En esta interacción es, también, en la que el conocimiento previo se modifica por la adquisición de nuevos significados.

Queda entonces claro, que en la perspectiva ausubeliana, el conocimiento previo (la estructura cognitiva del aprendiz) es la variable crucial para el aprendizaje significativo.

Cuando el material de aprendizaje es relacionable con la estructura cognitiva solamente de manera arbitraria y literal, que no da como resultado la adquisición de significados para el sujeto, el aprendizaje se denomina mecánico o automático.

La diferencia clave entre aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico está en la capacidad de relación con la estructura cognitiva: no arbitraria y sustantiva versus arbitraria y literal. Se trata, pues, de un continuo en el cual éstas ocupan los extremos.

El concepto de aprendizaje significativo es compatible con otras teorías constructivistas pero su mayor potencial, en la perspectiva de la instrucción, está en la teoría original de Ausubel, complementada por Novak y Gowin.

2.2. Condiciones para el Aprendizaje Significativo

En general, los requisitos para que se produzca un aprendizaje significativo son más exigentes. Comprender es más complejo que memorizar. Es necesario que, los contenidos como los aprendices, cumplan ciertas condiciones para que los aprendizajes realizados por el alumno deben incorporarse a su estructura de conocimiento de modo significativo, es decir que las nuevas adquisiciones se relacionen con lo que él ya sabe, siguiendo una lógica, con sentido, y no arbitrariamente. Según Ausubel, es preciso reunir las siguientes condiciones:

a) El contenido propuesto como objeto de aprendizaje debe estar bien organizado, de manera que se facilite al alumno su asimilación, el establecimiento de relaciones entre aquél y los conocimientos que ya posee. Junto con una buena organización de los contenidos, se precisa además de una adecuada presentación por parte del docente, que favorezca la atribución de significado a los mismos por el alumno. Recordando que el aprendizaje debe ser congruente con el nivel de desarrollo del educando, se toma como punto de partida el hecho fundamental e incontrovertible de que hay una relación entre determinado nivel de desarrollo y la capacidad potencial del aprendizaje.

b) Es preciso además que el alumno haga un esfuerzo por asimilarlo, es decir, que manifieste una buena disposición ante el aprendizaje propuesto. Por tanto, debe estar motivado para ello, tener interés y creer que puede hacerlo.

c) Las condiciones anteriores no garantizan por sí solas que el alumno pueda realizar aprendizajes significativos, si no cuenta en su estructura cognoscitiva con los conocimientos previos necesarios y dispuestos (activados), donde enlazar los nuevos aprendizajes propuestos. Se requiere una base previa suficiente para acercarse al aprendizaje en un primer momento y que haga posible establecer las relaciones necesarias para aprender.

2.3. Enseñanza de las ciencias

La enseñanza de las Matemáticas, al igual que otras áreas, tiene un doble carácter: formativo e instrumental. El primero de ellos contempla el desarrollo de las distintas capacidades intelectuales, el razonamiento lógico, la reflexión, la generalización, el análisis, la ordenación, los razonamientos por analogías. El trabajo adecuado en esta línea contribuye a la formación de estructuras mentales y hábitos de trabajo cuya utilidad e importancia no se limita al ámbito de las matemáticas. Este componente formativo se

favorece especialmente mediante la resolución de problemas. La flexibilidad para no encerrarse en una única vía de solución o para encontrar la adecuada, acrecienta la creatividad y originalidad, ayudándonos así a explorar nuevos caminos y superar bloqueos.

El tratamiento y desarrollo de otras áreas científicas a partir de las Matemáticas, necesita unas herramientas mínimas. En este sentido se entiende la dimensión instrumental de las Matemáticas. Al igual que en otras áreas del currículo, las diferentes necesidades educativas de los alumnos determinará la elección de la adaptación apropiada en los materiales a utilizar.

En el caso de la Física, a través de la resolución de problemas, se pretende que los alumnos logren una mayor comprensión de los conceptos y sus aplicaciones, y por ende un mayor motivación hacia la asignatura, lo que finalmente permitirá mejorar el rendimiento académico; en este sentido podemos señalar que el diseño del problema debe comprometer el interés de los alumnos y motivarlos a examinar de manera profunda los objetivos que se pretenden cumplir. El problema debe estar en relación con los objetivos del curso y con problemas o situaciones de la vida diaria y/o contextualizada en la profesión, para que los alumnos encuentren sentido al trabajo que realizan y se incremente el interés por solucionarlo.

Una de las quejas más comunes de los profesores de todas las disciplinas consiste en que los alumnos carecen de la habilidad o motivación para ir más allá de los hechos descritos en los materiales, y no quieren profundizar en los temas del curso. Las razones del desinterés y la superficialidad son muchas, y los profesores somos los primeros responsables.

Las formas de evaluación, los materiales que utilizamos, los problemas que planteamos tienden a reforzar la imagen del aprendizaje como un proceso mecánico de memorización. Los alumnos rápidamente adquieren la habilidad de recapitular los textos y preparar las tareas en casa. Es suficiente una buena memoria de los hechos, definiciones y ecuaciones para tener éxito en el curso.

Los problemas típicos ofrecidos en los textos rara vez estimulan en los alumnos el desarrollo de sus habilidades del pensamiento crítico y razonamiento lógico.

Para ello, es necesario que el profesor sea un creador, un guía que estimule a los estudiantes a aprender, a descubrir y sentirse satisfecho por el saber acumulado, lo cual

puede lograrse si aplica correctamente la enseñanza problémica, pues precisamente sus funciones son:

- Garantizar que, paralelamente a la adquisición de conocimientos, se desarrolle un sistema de capacidades y hábitos necesarios para la actividad intelectual.
- Contribuir a la formación del pensamiento dialéctico/materialista de los estudiantes, como fundamento de la concepción científica del mundo.
- Propiciar la asimilación de conocimientos al nivel de su aplicación creadora y que no se limite al nivel reproductivo.
- Enseñar al alumno a aprender, dotándolo de los métodos del conocimiento y del pensamiento científico.
- Contribuir a capacitar al educando para el trabajo independiente, al adiestrarlo en la revelación y solución de las contradicciones que se presentan en el proceso cognoscitivo.
- Promover la formación de motivos para el aprendizaje y de las necesidades cognoscitivas.
- Contribuir a la formación de convicciones, cualidades, hábitos y normas de conducta.

La metodología de resolución de problemas o la heurística moderna, fue introducida por George Polya. Con la publicación de su obra "How to solve it", trata de comprender el método que conduce a la solución de problemas, en particular las operaciones más usuales en este proceso.

Muchos autores a nivel mundial enmarcan la metodología para la solución de problemas en las distintas disciplinas, en cuatro momentos claves: comprensión del problema, análisis de la solución, solución y comprobación.

Con respecto a la solución de un problema, Polya responde las siguientes preguntas:

“¿Puede comprobar el resultado?; ¿puede verificar el razonamiento?”

Una buena respuesta a estas preguntas reafirma nuestra confianza en la exactitud de la solución y contribuye a consolidar nuestros conocimientos ya obtenidos.

Aunque la solución que hemos encontrado sea satisfactoria, siempre es interesante encontrar otra. Es deseable convencerse de la validez de un resultado teórico por medio de dos razonamientos diferentes al igual que es deseable percibir un objeto material por medio de dos sentidos diferentes. Habiendo encontrado una demostración, deseamos encontrar otra, del mismo modo que queremos tocar un objeto después de que lo hemos visto. Esto equivale a decir que dos pruebas valen más que una.”

3. Objetivos

- Valorar especialmente el carácter instrumental de las Matemáticas en otros campos del conocimiento.
- Estimular el desarrollo de las capacidades de reflexión, síntesis, relación, argumentación y trabajo en equipo, por parte del alumno.
- Potenciar que el alumno logre un mayor grado de autosuficiencia en el aprendizaje.
- Propiciar la autoevaluación del alumno en sus logros.

4. Metodología

La estrategia diseñada comprende los siguientes pasos:

- Proponer una nueva situación problemática de un tema de Física, mediante la cual el alumno pueda consolidar y ampliar los conceptos básicos estudiados en Matemáticas.
- Analizar las preguntas y formulación de respuestas por parte del estudiante, en base a sus conceptos previos, intuiciones y elementos teóricos adquiridos.

Es específicamente en esta etapa en la que la intervención oportuna del docente puede colaborar a resolver las rupturas conceptuales cuando ellas se den y que orientan a la adquisición de conocimientos significativos, en el sentido válido de la teoría.

En relación con la propia resolución de los problemas, es importante que los cálculos de unidades no sean una complicación para los alumnos, deben verlo como una aplicación de la simplificación de fracciones. Si las unidades y los cálculos son correctos, pueden funcionar a modo de una primera comprobación de sus resultados.

- Presentar un tutorial a modo de presentación multimedia interactivo, en el que se integren numerosos elementos dotados de gran dinamismo visual y sonoro.

En el mismo se introduce y guía al alumno en la resolución del problema propuesto de un modo diferente al requerido como aplicación de la teoría impartida en el curso correspondiente.

- Por último, el profesor debe procurar hacer una síntesis de los procedimientos físicos como matemáticos y geométricos utilizados y de la dinámica de trabajo seguida a modo de conclusión.

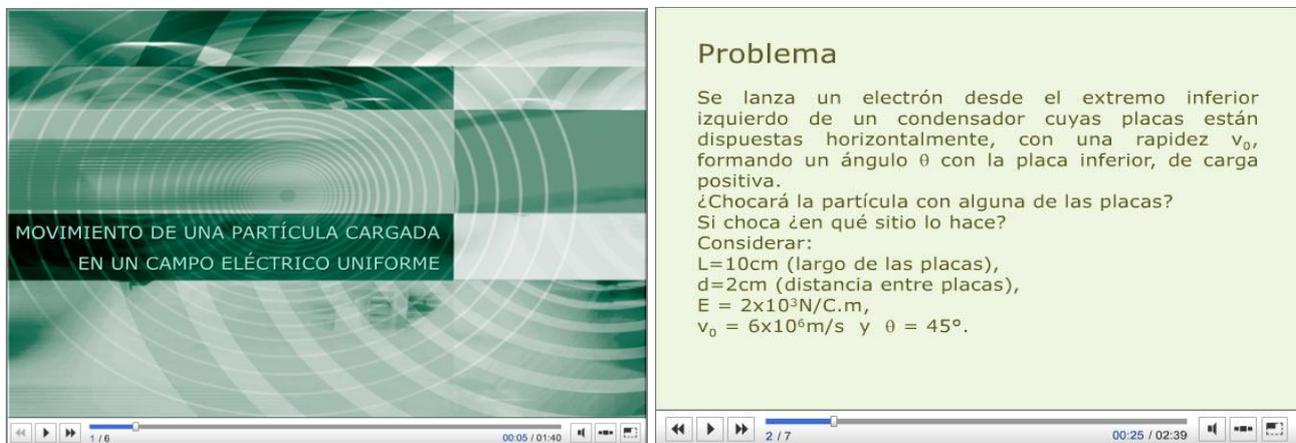
También sería oportuno propiciar en los alumnos la reflexión de cómo, a partir de una fórmula principal se pueden derivar de ella tantas fórmulas como número de variables

aparecen y de que para su resolución es necesario aplicar conocimientos trabajados anteriormente en Matemáticas.

Además, los alumnos también deben interiorizar el hecho de que cada vez se puede ser más consciente de las decisiones tomadas en la resolución de las tareas encomendadas de manera que les permita optimizar su rendimiento.

5. Tutoriales utilizados

5.1. Animación en flash: <http://db.tt/bsCwTS77>



MOVIMIENTO DE UNA PARTÍCULA CARGADA EN UN CAMPO ELÉCTRICO UNIFORME

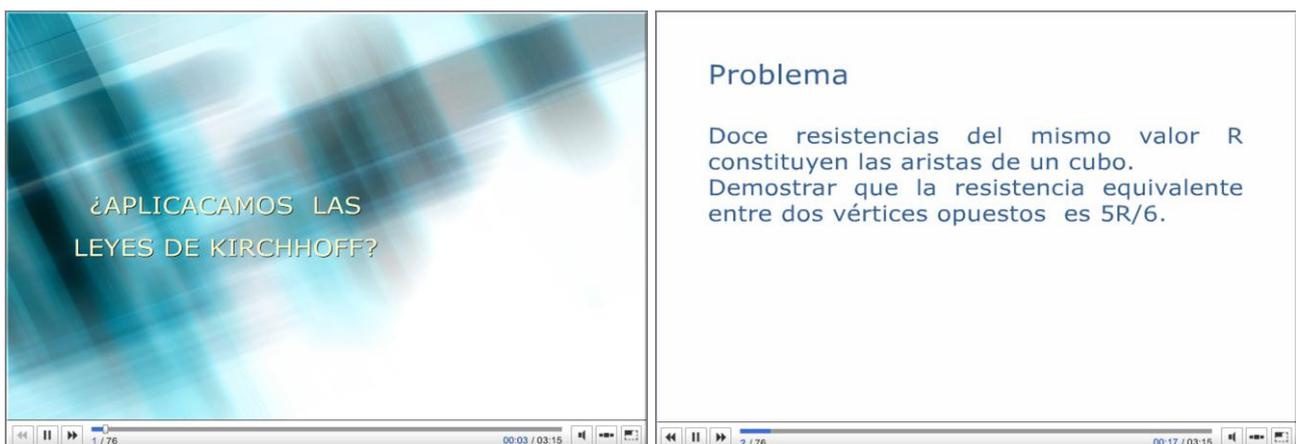
Problema

Se lanza un electrón desde el extremo inferior izquierdo de un condensador cuyas placas están dispuestas horizontalmente, con una rapidez v_0 , formando un ángulo θ con la placa inferior, de carga positiva.

¿Chocará la partícula con alguna de las placas?
Si choca ¿en qué sitio lo hace?

Considerar:
 $L=10\text{cm}$ (largo de las placas),
 $d=2\text{cm}$ (distancia entre placas),
 $E = 2 \times 10^3 \text{N/C.m}$,
 $v_0 = 6 \times 10^6 \text{m/s}$ y $\theta = 45^\circ$.

5.2. Animación en flash: <http://db.tt/0NeoMteM>



¿APLICAMOS LAS LEYES DE KIRCHHOFF?

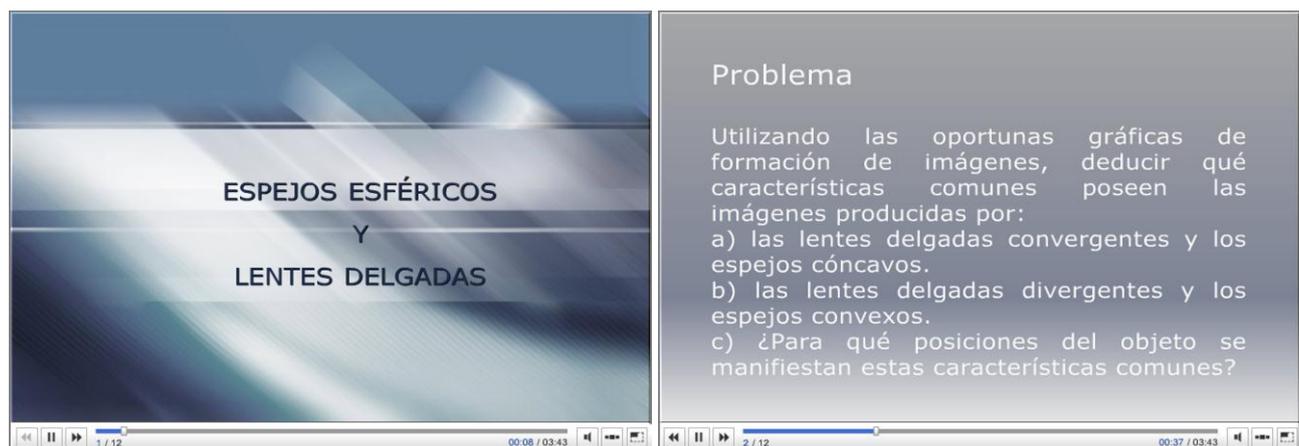
Problema

Doce resistencias del mismo valor R constituyen las aristas de un cubo. Demostrar que la resistencia equivalente entre dos vértices opuestos es $5R/6$.

5.3. Videos: <http://db.tt/M8sC7OHX>, <http://db.tt/QH3J5ICl>



5.4. Animación en flash: <http://db.tt/BY6NZ40X>



6. Conclusiones

Tanto como un organizador de currículo y estrategia instruccional, la solución de problemas fomenta el aprendizaje activo, apoya la construcción de conocimiento, integra disciplinas y, naturalmente, combina el aprendizaje de la escuela con la vida real.

En lo que respecta al ciclo básico de las carreras de ingeniería, las dificultades que más comúnmente se presentan son: la falta de dominio de los conceptos básicos, la falta de habilidades para el análisis y resolución de problemas, una deficiente capacidad de aplicación, y un insuficiente desarrollo de la capacidad creadora.

En muchos casos todos hemos experimentado situaciones en las cuales el alumno recurre directamente a herramientas distintas a las que pretendemos para solucionar un problema dado. En estos casos debemos orientarlo para que procure resolver tal problema utilizando los principios y conceptos propios de la asignatura, ya que la

evaluación así lo requiere. Sin embargo en estas situaciones es muy recomendable alentarlos a aprovechar esos otros métodos como un modo de corroboración de sus propios resultados.

Esta estrategia ha sido aplicada en cursos del ciclo básico, en carreras de ingeniería, sin embargo, podría ser perfectamente adaptada a cursos de nivel medio de escuelas técnicas.

Esperamos que, estrategias como la que presentamos aquí, adaptadas al contexto de aprendizaje, sean consideradas como un estímulo para identificar necesidades de aprendizaje y para el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, a la vez que favorezcan el pensamiento crítico y permitan formar estudiantes más motivados y reflexivos.

Referencias Bibliográficas

- Ausubel, David Paul; Novak, Joseph Donald; Hanesian, Helen (1983), "Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo", Trías Ed., México.
- Duch, Bárbara, Groh, Susan y Allen, Deborah, (2006), Reseña de "El poder del aprendizaje basado en problemas", en Innovar, Revista de ciencias administrativas y sociales, vol. 16, número 028, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, Pag. 244-246.
- Monereo Font, Carles (Cord); Badia, Antoni; Baixeras, María Victoria; Boadas, Elena; Castelló, Montserrat; Bertrán, Ester Miquel; Monte, Manuel; Sebastiani, Enric M., (2006), Ser estratégico y autónomo aprendiendo: Unidades didácticas de enseñanza estratégica, Ed. Graó, de IRIF, S. L.
- Polya George, (1957), "How to Solve It", 2nd ed., Princeton University Press.
- Portela, Otoniel Riverón; Martín Alfonso, Juan A.; Gómez Argüelles, Ángel y Gómez Morales, Carlos, (2007), Aprendizaje Basado en Problemas: una alternativa educativa. http://www.4shared.com/file/237276052/f8c10655/Portela_et_al_2007_Aprendizaje.html
- Sánchez Iniesta, Tomás, (1995), "La construcción del aprendizaje en el aula", Ed. Magisterio de Río de la Plata, Bs. As.