

¿Por qué reformar la enseñanza de la física?

Michel Picquart^a y Verenice Fabre^b

^a Departamento de Física, ^b Departamento de Educación en Línea,
UAM-I, Apdo. Postal 55-534, México DF 09340, México.
Correo electrónico: mp@xanum.uam.mx

Resumen

El desarrollo de una cultura científica, a la cual contribuye la enseñanza temprana de las ciencias y tecnología, es una apuesta importante para una sociedad y para sus ciudadanos. Uno de los obstáculos más importantes a la eficacia de la enseñanza científica es que trata de dar respuestas a preguntas que los alumnos, en general, ni siquiera se han planteados. Por una parte, la respuesta es mal apreciada si la pregunta no está ya en la mente del alumno y por otra parte, se da la impresión que la ciencia radica solamente en las respuestas. En estos últimos años algunos países de Europa se plantearon este problema y trataron de ofrecer respuestas a esta problemática. En este artículo listamos los problemas encontrados y las soluciones ofrecidas. Cada uno podrá darse cuenta de las similitudes con la situación que vivimos en la UAM o en México.

Introducción

Preocuparse hoy de la eficiencia de la enseñanza de la física tal vez no es algo muy revolucionario pero es una preocupación de muchos colegas en un contexto donde la necesidad de una formación científica de calidad para los jóvenes no está siempre alentada por las elites que nos gobiernan.

A final de los ochenta y principio de los noventa una reflexión sobre los problemas educativos en Europa, particularmente en Francia y en España dio como resultado el informe de las Universidades 2000 o también conocido informe Bricall en España en el cual se incluyeron, entre otros aspectos importantes, reflexiones sobre la enseñanza de las ciencias en las Universidades.

En Francia, las consecuencias efectivas en las escuelas, los colegios, las preparatorias y las universidades empiezan solamente a ser aplicadas. Fueron diez

años de reuniones, de experimentaciones, de comisiones de evaluación, de informes que finalmente llegaron a tener consecuencias que esperamos sean positivas en el terreno de la enseñanza de la física y de la formación de los jóvenes. A mediados de los ochentas, una de las causas de ese movimiento fue la propuesta del gobierno de F. Mitterrand de que el 80% de una clase de edad obtuviese el bachillerato. Este diploma, en Francia, es también el primer grado universitario permitiendo a todo alumno que lo posea, su entrada a la universidad sin más condiciones. Esa propuesta impone a las universidades, todas públicas; cambios radicales para enfrentar el flujo creciente de estudiantes. Una puesta en marcha rápida era la única salida para evitar graves cuestionamientos sobre la enseñanza de la física. Cabe señalar que así mismo, la preocupación de muchos profesores por la enseñanza de los estudios científicos en Europa y tratar de evitar un cierto abandono por parte de la población estudiantil.

Sin embargo, parece existir unanimidad en la comunidad de profesores sobre la necesidad de desarrollar en los estudiantes, la capacidad de autonomía para el florecimiento de las facultades de creación y adaptación a las nuevas técnicas, para lograr la autonomía, los docentes en el ámbito internacional coincidieron en la necesidad de renovar los métodos de enseñanza. Experiencias puntuales han sido desarrolladas en algunas universidades, pero en su conjunto, la comunidad universitaria se caracteriza más bien por su desinterés a todo lo que se parezca a problemas pedagógicos pareciendo querer olvidar que un docente científico no es solamente un científico que enseña y que, en consecuencia, un experto en contenido, no necesariamente es buen docente.

Una explicación a esa falta de entusiasmo puede ser encontrada en la lógica de un sistema de reclutamiento y de promoción que los docentes investigadores se impusieron ellos mismos y que se basa

casi exclusivamente en el reconocimiento al trabajo de investigación. Pero es también probable que esa inercia tenga un origen en la idea, muy arraigada en Francia, y en muchos otros países, que el curso magistral es la única pedagogía legítima y eficaz; como sucede en la UAM y en muchas otras universidades.

Es con esas prioridades (la investigación y la docencia) donde se centra el papel de los docentes. En las discusiones actuales sobre el papel de las universidades y el desarrollo de una enseñanza científica de calidad para el porvenir de México me parece interesante a partir de lo que pasó en otro país, donde algunos problemas son parecidos, aunque el nivel tal vez sea diferente, ver lo que se podría mejorar aquí para el desarrollo de la física.

Dificultades de la física

Las dificultades enumeradas a continuación fueron encontradas en Francia. Cada uno podrá darse cuenta de lo diferente o de lo parecido con lo que vivimos aquí. Primero hay que partir de hechos indiscutibles:

- La ruptura brutal que representa para el estudiante, el pasaje del liceo (la preparatoria) a la enseñanza superior toma en física una dimensión preocupante. Esta ruptura puede tomar varias formas pero una de las dificultades se encuentra en la forma de trabajar. En la preparatoria (y en la secundaria) el alumno es bastante pasivo: el maestro dicta su clase, los alumnos escriben, y tienen que hacer las tareas programadas por el maestro. En la universidad se les pide una autonomía que no han podido desarrollar y la adaptación es difícil y toma tiempo. Parece difícil encontrar soluciones satisfactorias dejando de lado esta realidad.
- Tanto la física como la química en la universidad, sufren de la dualidad del sistema francés de educación superior, donde la población estudiantil en las universidades es la que no pudo ir a las grandes escuelas o a escuelas de ingenieros. Se caracteriza por su heterogeneidad y su falta de aptitud al trabajo personal.
- Esta evidencia está duramente sentida por los profesores. No se puede callar que las dificultades en primer ciclo de universidad (los primeros dos años, lo que correspondería en la UAM al TGA) son la causa de abandono de muchos

colegas más cómodos en segundo ciclo (los dos años siguientes, lo que aquí corresponde a la licenciatura) o en tercer ciclo (postgrado) donde encuentran un medio ambiente más propicio a su vocación. Algunos docentes que se encuentran en el primer ciclo consideran su tarea como una carga o una etapa necesaria pero desagradable.

- La situación no es menos angustiante para el estudiante. Su falta de hábitos de estudio, entre otros factores hace que los conceptos fundamentales no estén verdaderamente entendidos. Con el tiempo se familiariza con el lenguaje físico-matemático y desarrolla una aprehensión del conocimiento y de las estrategias de búsqueda de información que le permite llegar a un aprendizaje significativo, es decir, a desarrollar la capacidad para transferir la información que posee a situaciones nuevas; ya que es de todos conocido, que muchos de nuestros estudiantes, en una actitud memorística de información no son capaces de resolver un problema que usa los mismos conceptos.

La opinión de que la física es una ciencia difícil de aprender y de entender es muy común entre los estudiantes; sin embargo, esa idea también es compartida por un gran número de profesores. Lo que no queda claro, es un acuerdo sobre el origen de esas dificultades que presenta la enseñanza y aprendizaje de la física, las cuales son más bien múltiples y complejas. Por eso que trataremos, en primer lugar de catalogarlas, de una manera tan sistemática como sea posible.

Analizar de una manera no superficial los problemas que se plantean en el aprendizaje de una disciplina nos remite a los principales resultados de las investigaciones recientes sobre la estructuración del conocimiento y sus leyes de funcionamiento. En tal sentido, el informe Bricall señala que: al estudiante contemporáneo le hace falta aprender a resolver problemas, saber escuchar, organizarse, analizar críticamente la realidad, por lo que las universidades, deben desarrollar la independencia cognoscitiva (significa que es capaz de conocer y corresponde como término a una de las posturas psicológicas del aprendizaje, llamada cognoscitivismo o constructivismo, donde el sujeto es el responsable de ir construyendo su aprendizaje) la avidez por el saber y una actitud de búsqueda permanente del conocimiento para evitar el temor

de afrontar situaciones nuevas en una sociedad cada vez más cambiante y globalizada. Para alcanzar esos propósitos, hay que buscar vías para mejorar nuestra labor docente, considerando los siguientes aspectos.

1. Se distingue generalmente entre el saber y el saber hacer o el conocimiento declarativo donde los hechos o los conceptos se pueden colocar en listas de conocimientos y competencias que pueden ser formalizadas en reglas de tipo condición-acción. El listado de esa información puede realizarse por diferentes fuentes. Es un hecho que los estudiantes pierden demasiado tiempo para coleccionar en clase los saberes teóricos particulares mínimos para iniciar el estudio y comprensión de la disciplina, limitándose a realizar un trabajo de copista inútil. Ese tiempo no puede ser disminuido pero sería mejor empleado si los estudiantes se dedicaran a un trabajo autónomo de documentación donde el profesor guiará la actividad del estudiante, estimulando su razonamiento para aprender a descubrir los tesoros que encierra el conocimiento.

La transmisión del saber en la forma sencilla de una enumeración de hechos, de leyes, de conceptos, de teoremas o de ejercicios, aún lógicamente ordenados, pide un tiempo enorme y si no se emplean las estrategias didácticas pertinentes se queda en un conocimiento enciclopedista. Su eficacia es débil en la medida en que el éxito del proceso depende principalmente de los esfuerzos personales hechos por los alumnos. La estructura de los cursos actuales no se aleja mucho de la realidad enunciada anteriormente, reproduciendo un aprendizaje de simulación y una solución fácil para todos (este método que viene de la época medieval revela el peso de la tradición en las prácticas cotidianas de los profesores). Como ya mencionamos, la intervención de los profesores en esta estrategia, debería limitarse en ayudar a los estudiantes en su trabajo poniendo a su disposición los documentos que constituyeran más una guía de lectura colectiva al conjunto de los grupos que versiones personalizadas, por el estilo de cada profesor, de un mismo programa.

2. La adquisición del conocimiento se hace de manera activa en oposición a la simple acumulación. Es una etapa importante para la memoria a largo plazo. Los estudios han demostrado

que la memoria a largo plazo se favorece por el contexto, es decir, que esta ligada en gran parte a la similitud de las condiciones de adquisición y ordenación del conocimiento. El más sencillo mecanismo que responde a estas condiciones es el basado en la retroactividad, muy eficaz para conducir a la automatización. Es una etapa totalmente despreciada por los estudiantes, alentados por el desprecio del hombre moderno hacia la memoria (facultad estimada secundaria con respecto a la inteligencia) y las tareas repetitivas. No obstante es una necesidad inevitable de cualquier entrenamiento aún intelectual. El resultado de un enfoque memorístico mal empleado, es que un gran número de estudiantes tiene conocimientos teóricos insuficientes y lo que es peor inciertos, lo que da como resultado una incompetencia en la utilización de los procedimientos fundamentales para un aprendizaje significativo.

La intervención de los docentes en el mecanismo de adquisición del conocimiento, particularmente en clases, de una manera puntual, demasiado directiva, y con poca interactividad (características de la enseñanza usual, la de exposición) hace del trabajo personal un elemento determinante. Pero la ayuda de una tercera persona (como el docente tutor) es importante y sirve para asegurar un control del trabajo, conducir el proceso además de estimular el esfuerzo y logro del estudiante. Este tipo de intervención define más el cuadro de un sistema de tutoría que el del sistema actual, demasiado escolar en la medida en que toma en carga tareas que el estudiante debería asumir el mismo. Los postulados pedagógicos que subyacen a la propuesta didáctica del docente como guía o tutor, se encuentran en la psicología constructivista de Vigotsky y en la metodología de aprendizaje basado en problemas como estrategia de enseñanza, donde el papel del profesor, además de contar con una preparación científica y pedagógica, deja de lado la clase magisterial, para permitir en el estudiante un despliegue de procesos de redescubrimiento y reconstrucción del conocimiento en función afectiva, informativa y reguladora.

3. De hecho lo que caracteriza el conocimiento no es tanto la acumulación de datos sino su organización en paquetes estructurados que se llaman según los casos esquemas, cuadros o ma-

pas de conocimiento. Esta organización se hace de manera progresiva, por modificaciones sucesivas de estos paquetes aprovechando las experiencias personales, es decir, gracias a la actividad desplegada por un individuo para alcanzar un objetivo usando los conocimientos que tiene.

A diferencia de la etapa de memorización, la eficacia del trabajo de los estudiantes es aquí muy dependiente de la participación de un experto (que les ayudará a tomar una actitud de búsqueda hacia el conocimiento, a disminuir los errores y aumentará los aciertos en el proceso de aprendizaje). Serias dificultades surgen de la rigidez de sus relaciones con los docentes y de la falta de disponibilidad de estos. Comparada con los esfuerzos desenvueltos en las etapas anteriores, la contribución, en la actualidad, de los profesores en esta organización de los conocimientos es relativamente débil. Ni el curso magistral ni las clases de problemas cumplen actualmente este papel de manera satisfactoria. No se trata de negar las iniciativas individuales de profesores hechas en este sentido, sino reconocer que este aporte es insuficiente cuando aquí las competencias y el saber hacer del docente pueden realmente practicarse con la eficacia más grande ayudando a construir una visión de conjunto del programa de física, estableciendo lazos entre sus elementos, situándolo en la historia de la evolución de las ideas, mostrando relaciones con otras materias y sobre todo, considerando la experiencia del alumno. No se puede omitir que la falta de coordinación entre los cursos de matemática, física y química constituye un obstáculo a una organización rápida y eficaz. Un ejemplo, en el primer ciclo de ciencias de la Universidad Paris VI, la mecánica era enseñada en el primer semestre, las ecuaciones diferenciales en el segundo, la termodinámica en el primer semestre en química pero en el segundo en física.

4. La última etapa de esta organización es la construcción de los conocimientos generales, es decir, la emergencia de estructuras abstractas despojadas de particularidades ligadas a cada situación. Esta disposición es característica del sistema humano de tratamiento de la información que transforma las informaciones de naturaleza física en informaciones que tienen dentro de nuestro cerebro, un sistema de represen-

taciones, que nos permite almacenar la información en la memoria a largo plazo. Hay que subrayar que el desarrollo en el tiempo del modo de exposición hipotético-deductivo es el inverso del que marca naturalmente la construcción del conocimiento. La formalización extrema asociada explica probablemente la imposibilidad en la cual se encuentran los estudiantes para abordar los conceptos, concretizarlos, encontrar interés en las preguntas que se plantean los físicos. Faltan lazos con las experiencias particulares de cada uno que permitan ilustrar o descubrir los conceptos.

Esta etapa y la anterior deberían constituir la parte principal de un curso de síntesis que a diferencia de los cursos actuales no sería una introducción relativamente estandarizada sino una precisión, la más pertinente posible, en la cual la personalidad del profesor encontraría realmente la ocasión de florecer para el beneficio de sus estudiantes y aprovechar así el potencial de los alumnos.

5. Se llama proceso de cálculo todos los modos de razonamiento que tienden a extender la información disponible más allá de la información entregada, por ejemplo encontrando una solución a un problema dado. Esta definición se aplica particularmente al tratamiento aritmético de los números pero también a toda manipulación de símbolos según algunas reglas. En este sentido incluye el cálculo algebraico o el análisis matemático cuyas reglas están contenidas en algoritmos, pero también la intervención de las palabras, de las frases, de los conceptos por el intermediario de heurísticas, es decir, de principios programables de conducción del proceso de enseñanza, que facilitan la eliminación de posibilidades poco prometedoras (errores) en la búsqueda de una solución a un problema dado.

En este último caso, se trata de una forma de inteligencia y de pensamiento pero diferente de la racionalidad positiva. Implica un conjunto complejo pero muy coherente de actitudes mentales, de comportamientos intelectuales que combinan la intuición, la sagacidad, la previsión, la flexibilidad del espíritu, el ingenio, la atención, el sentido de las oportunidades, diversas habilidades y una experiencia largamente adquirida. Parece que estas cualidades son las que se reconocen en los que tienen el "sentido físico", este es

difícil de adquirir, tal como el dominio de esta sutil mezcla entre rigor y aproximación; que desconcierta al novato y facilita el trabajo al experto.

6. La actividad desarrollada en la búsqueda de una solución, está en general sometida a un control de carácter autorregulador; que interviene en la elección de los procesos de cálculo y en la verificación de lo que se ha hecho. Parece que la experiencia adquirida por el sujeto, a partir de problemas resueltos anteriormente, constituye el factor determinante en la búsqueda de la solución. Dicho de otra manera, el razonamiento humano utilizaría pocas reglas de deducción, como se hace en lógica, sino muchos conocimientos siguiendo un proceso analógico donde la experiencia juega un papel determinante.

Prácticamente, el sujeto busca casi siempre adaptar la situación dada a un proceso ya conocido (para abordar el problema en forma parecida). Esta manera de proceder es común al experto y al novato. No obstante, el experto tiene todas las ventajas (conocimientos, experiencia, habilidades, etc.) para determinar rápidamente una estrategia para llegar a la solución pero, el novato acumula todas las dificultades cuando sus conocimientos son inciertos, pocos organizados, su juicio inseguro y su forma de proceder con base a su experiencia es limitada. El novato debe contentarse con los conocimientos que posee, de los “procedimientos” que conoce, que tal vez no son los más útiles para resolver el problema planteado, pero de manera natural trata de hacerlo. Este comportamiento errático es observado frecuentemente y traduce tanto la ineptitud del sujeto al resolver el problema como la inadecuada naturaleza del problema al nivel de competencia del sujeto.

Elementos de solución

La organización tradicional de la enseñanza tiene que ser replanteada con los objetivos principales siguientes:

1. Una mayor eficacia gracias a una mejor gestión del tiempo
 - respecto a los ritmos de aprendizaje, se prefiere en un primer tiempo, un proce-

so constructivo personalizado, a un proceso analítico impuesto a todos;

- eliminación de los procesos pasivos, sustituir en una parte de los cursos, la actividad personal, cuando puede ejercerse con provecho sin ayuda exterior, y la participación en los grupos de trabajo informales;
- privilegiar las tareas más estimulantes, reservar la intervención de los profesores a los dominios esenciales en su carácter de expertos.

2. Una mayor autonomía de los estudiantes

- convencerlos que nada es posible sin un importante trabajo personal;
- formarlos en el uso y aplicación de los métodos modernos de información electrónica;
- desarrollar la autoevaluación, en particular la enseñanza asistida por computadora.

3. Una redefinición del papel de los docentes

- implantar la tutoría como guía de los procesos de enseñanza;
- dar una parte más importante a las tareas de síntesis;
- diversificar y mejorar las evaluaciones.

La organización de la docencia podría ser basada en una serie de secuencias, que traten de una parte homogénea del programa pero con una estructura permanente.

1. Fase de recolección y adquisición de la información con eventualmente, los otros miembros de un grupo de trabajo

- trabajo personal con la ayuda de una guía, reducido a lo que es necesario y suficiente; es decir, los elementos que le permitan al estudiante transferir la información a otros casos (reglas de uso) y no casos anecdóticos.
- hacer evaluaciones cortas.

2. Fase de organización y de síntesis del conocimiento

- iniciación en clase de problemas y laboratorio, en manos de físicos que utilicen las matemáticas como un instrumento útil para resolver problemas concretos. No dar un lugar demasiado importancia a los métodos rigurosos del análisis matemático, en detrimento de los algoritmos del análisis numérico; al cual el desarrollo de la informática da cada vez una importancia mayor;
- evaluar con ejercicios;
- organización y síntesis en curso magistral;
- evaluación final con problemas, ninguna indicación seria puede ser obtenida fuera de la organización de una evaluación común a todos los grupos del primer ciclo. La evaluación con problemas, incluso a libro abierto, permite al estudiante, en diferencia de exámenes memorísticos, demostrar que es capaz de manejar, aplicar, y transferir la información que ha adquirido.

Encontrar soluciones locales para un problema determinado siempre es posible; se necesita solamente un poco de buena voluntad, y el reconocimiento por parte de nuestros colegas y de las autoridades a esta dedicación. No hay que olvidar que tienen que existir cambios río arriba. Esto significa, que la enseñanza de la física, tiene que modificarse en las etapas anteriores: preparatoria, secundaria y primaria.

El mensaje esencial de tres siglos de física es que el comportamiento de la naturaleza se puede representar en un pequeño número de leyes universales, es decir, independientes de la persona que las enuncia. El hecho que esas leyes sean un pequeño número, implica que hay un “invisible sencillo” detrás del “visible complejo” según las palabras de Jean Perrin y que es posible buscar lo idéntico en lo diverso. Es esta idea que habría que desarrollar en los alumnos.

Tomemos dos ejemplos: Uno de los aportes fundamentales de Newton, al afirmar el carácter universal de las fuerzas de gravitación; estas fuerzas no se ejercen solamente entre objetos celestes sino entre cualquier par de objetos macizos. Lo que permite ver la caída de una manzana y los movimientos de los planetas de un mismo punto de vista. Pensamos que cualquier alumno puede ser sensible a esta forma de pensar, aun si no tiene la vena científica.

Igualmente, cualquier alumno puede asomarse como Galileo y observar que todos los objetos sometidos solamente a la gravedad caen de la misma manera. Se pueden entonces, organizar experimentos y debates alrededor de temas como los anteriormente planteados que pueden llevar a observar a la resistencia del aire, al vacío, o a la transferencia de energía, etc.

El proceso científico empieza cuando se busca y se nota que hay cosas idénticas en la diversidad. De esta manera la formulación de hipótesis puede conducir a leyes físicas generales. Los experimentos no verifican siempre hipótesis teóricas, sino que se hacen siempre para responder a preguntas previas. Estas respuestas no son verdades universales, ni absolutas, ni definitivas. El punto de partida de la ciencia no es una observación sin pregunta. Los alumnos no perciben este aspecto de la ciencia, sobre todo porque los resultados están impuestos como una verdad establecida, que tiene el profesor y que es solamente un pretexto a problemas de exámenes calificados. Lo importante no es solamente resolver problemas dados por el maestro, sino por lo menos entender que hay problemas que resolver. El obstáculo más grande a la eficacia de la enseñanza científica es que da respuesta a preguntas que los alumnos no se han generalmente planteado y que por lo tanto no pueden incluir en su acervo de experiencias, sino hasta después de un largo proceso.

La enseñanza de la física en el nivel de preparatoria podrían resumirse en algunos objetivos a la vez ambiciosos y limitados. Ambiciosos porque deben responder a una triple exigencia:

- ofrecer a cada uno, futuro científico o no, una cultura mínima en un dominio del conocimiento indispensable para la comprensión del mundo que nos rodea en una época donde todos estamos confrontados a opciones de sociedad más o menos difíciles, en materia ambiental en particular;
- hacer comprender lo que diferencia la ciencia de otros dominios del conocimiento, por una práctica del proceso científico;
- permitir a cada alumno orientarse, según sus inclinaciones, hacia estudios científicos hasta el bachillerato y después, continuar la universidad con esa formación científica.

Es preciso señalar, que los objetivos antes mencionados, son también limitados porque los alumnos no disponen todavía de una estructura lógico-matemática necesaria para el desarrollo formal de las teorías físicas.

La enseñanza de la física en preparatoria debe privilegiar la experimentación y la comprensión cualitativa de los fenómenos. En ese nivel educativo será necesario regresar a las nociones ya vistas en secundaria, de manera solamente instrumental (la presión es lo que se mide con el barómetro, la temperatura es lo que se mide con el termómetro,...) sino incluir y explicitar el contenido científico de la ciencia física. Por ejemplo, con la temperatura, una discusión cualitativa sobre la agitación térmica microscópica permite obtener una comprensión bastante profunda de lo que es el cero absoluto.

La educación científica tiene que empezar temprano, en la escuela primaria. Se tiene que empezar por la observación de objetos o de fenómenos del mundo real, cercano y experimentar sobre él. La actividad no debe de ser puramente manual sino ser acompañada de la expresión del pensamiento y contribuir a la dominación del idioma tanto escrito como hablado. El objetivo mayor es una apropiación progresiva del conocimiento por parte de los alumnos y de las técnicas operatorias, acompañado de una consolidación de la expresión escrita y oral.

La formación de los maestros es el punto fundamental de cualquier reforma de la enseñanza científica. El papel de las universidades es de lo más importante en esto, ya que cuentan con profesores que hacen investigación y “manejan estas ideas todos los días”. La universidad podría organizar en acuerdo con las autoridades responsables, estancias de formación, reconocidas, y gratuitas para los maestros, para el mejoramiento de la enseñanza científica a todos los niveles.

Algunas estrategias docentes

Para mejorar nuestro desempeño frente a nuestros grupos de estudiantes parece necesario cambiar poco a poco nuestra manera de actuar y a continuación proponemos algunas ideas, sobre todo en los primeros años:

- Al inicio de la clase mencionar y explicar los objetivos de ésta, que se va a estudiar, para que y cuales son las habilidades y destrezas que se espera de los alumnos.

- Explicar el concepto o el principio a través de ejemplos de la vida real, de preguntas o a través de un experimento demostrativo. Construir conexiones entre las descripciones físicas y las experiencias diarias y si es posible mostrar esas relaciones a través de un mapa conceptual (los mapas conceptuales son representaciones gráficas de la construcción de diferentes conceptos o elementos).
- Luego, entregar al alumno un problema para que lo discuta, analice y resuelva en la sala de clases (en grupo, máximo tres alumnos); durante la discusión realizar un seguimiento en cada grupo, después de 20 o 30 minutos, un grupo expone la solución o posibles soluciones al resto del grupo discutiendo en conjunto la solución o las posibles soluciones.
- Finalmente, dar a los estudiantes una tarea extra aula: un problema para que lo resuelvan individualmente. Además deben buscar al menos dos problemas prácticos y una situación que pueda resolver a través de los conceptos y principios que se está estudiando (problemas que le permitan transferir la información que ya posee a situaciones nuevas). Estos se entregan en la clase siguiente, con la obligación de revisarlos por parte del docente, e incluir las notas o comentarios pertinentes que le permitan al alumno verificar sus aciertos e identificar cuales fueron los errores cometidos, ya que de no hacer esto, el alumno no se sentirá lo suficientemente motivado en el desarrollo de la tarea.

El profesor, para introducir un concepto de física a través de preguntas, debe preocuparse que éstas sean muy sencillas y que tengan un significado práctico para el alumno; es decir, que tengan un referente con su mundo cotidiano; como ejemplo, veamos el concepto “presión”:

- ¿Por qué es más fácil clavar un clavo de punta que de cabeza?
- ¿Por qué se afila un cuchillo para que corte?
- ¿Por qué en la arena mojada de una playa se hunde más el tacón de los zapatos de una mujer que los de un hombre?

Para dar respuestas a estas preguntas, vamos a hacer un análisis cualitativo de las situaciones. Si clavamos un clavo de cabeza, vemos que prácticamente

no se clava, pero si ahora lo hacemos de punta, preocupándonos que la fuerza que se aplica a través del martillo sea la misma que la anterior, vemos que el clavo entra sin problemas. Pero, ¿qué sucede? Estamos aplicando una misma fuerza a través del martillo en ambos casos. Al analizar el clavo podemos constatar que la punta tiene una superficie menor que la cabeza, podemos decir que el efecto que produce la fuerza no sólo depende de la fuerza, sino también de la superficie sobre la cual se aplica. Esto se puede comprobar en el caso de un cuchillo; al afilarlo, estamos disminuyendo la superficie, por eso corta fácilmente si le aplicamos una fuerza.

Los tacones de la mujer en general tienen una menor área que los del hombre por eso se hunde más, a pesar que en general la mujer pesa menos que un hombre. Si la mujer se coloca tacones de aguja, no puede caminar en la playa, tiene que sacarse los zapatos. Analizando estas preguntas, podemos concluir que: el efecto que produce una fuerza depende de la superficie sobre la cual se aplica, a menor superficie mayor es el efecto. Por lo tanto, a las preguntas anteriores se les pueden dar la misma respuesta: “que el efecto que produce una misma fuerza, depende del área de la superficie sobre la cual se aplica.” Este análisis se hace con los alumnos. Luego se define el concepto de presión cuantitativamente y el profesor deduce algunas ecuaciones de utilidad. En todo caso se privilegia la participación de parte del alumno: “El aprendizaje no es un deporte de espectadores”.

Conclusión

Una formación científica básica será en el porvenir un elemento importante del funcionamiento de la sociedad. La puesta en práctica tecnológica de los descubrimientos científicos y los efectos globales que genera plantean el problema del control democrático de esta puesta en práctica (un ejemplo actual es el problema de las plantas genéticamente modificadas). Se puede contestar que son problemas de expertos, pero ¿quién y como se valora el debate de expertos? Se necesitan mecanismos democráticos de control que funcionaran mejor si se dirigen a una población que tiene una formación mínima en cuanto a las condiciones de la producción científica. Esperamos con este artículo haber participado de manera constructiva al debate actual sobre la docencia.

Fuentes de información

1. Ausbel, D. Novar, M. *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. México, Trillas, 1997.
2. Barrows, H. S., Tamblyn, R. M. *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. New York: Springer Publishing Company, 1980.
3. Barrows, H. *How to Design a Problem-based Curriculum for Pre-clinical Years*. New York: Springer Publishing Company, 1985.
4. Barrows, H. *The Tutorial Process*. Springfield, IL: Southern Illinois University School of Medicine, 1988.
5. Bricall, J. M. Informe Universidad 2000 en: <http://www.suc.unam.mx/bricall/>
6. García Ramis, L. La creatividad en la actividad del maestro. *Revista Iberoamericana de Pedagogía*, Año 1, No. 1: 21-23, 2000.
7. Lesourne, J. *Education et société: les défis de l'an 2000*. La Découverte Le Monde-Éditions, Paris, 1988.
8. Perrin, J. *Les atomes*. 3ra éd. PUF, Paris, 1948.
9. Prost, A. *Education, sociétés et politiques*. Seuil, Paris, 1989.