

tuvieron científicos de renombre para superar los paradigmas en los que estaban instalados (por ejemplo, Einstein frente a la mecánica newtoniana y Schrödinger frente a la física determinista), hay una gran diversidad de contenidos para el aprendizaje: terminología, relaciones y estructuras conceptuales, habilidades de investigación, estrategias de identificación y resolución de problemas, destrezas comunicativas, formas de pensar y actuar, actitudes ante la repercusión social. Por lo tanto, se requiere de una participación que facilite realmente el aprendizaje de estudiantes que no aprenden de forma automática la información que se les presenta.

Se han realizado numerosos trabajos que dan una idea confiable sobre las dificultades a las que se enfrentan los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos habituales como, por ejemplo, el movimiento, la fuerza, la electricidad, la luz, los cambios físicos, etc. No obstante, se requieren más estudios sobre estos temas y también otros más novedosos sobre las dificultades de aprendizaje de otros temas como la energía, las ondas en la comunicación y los fundamentos físicos de los nuevos aparatos eléctricos.

Por último, es pertinente señalar que, a pesar de los avances en la investigación sobre las teorías de aprendizaje o el procesamiento de la información, hay cuestiones importantes a las que no se ha podido responder con claridad, por ejemplo, por qué gran parte del alumnado tiene facilidad para aprender a "navegar", *chatear*, buscar información, compilar música, comunicarse por Internet y, sin embargo, se les dificulta la realización de una tarea que "huela a física".

IV. Recomendaciones didácticas

En los últimos años han proliferado aportaciones sobre las ideas y experiencias iniciales del alumnado en numerosas publicaciones sobre enseñanza de las ciencias, pero para el profesor esto no es suficiente: ¿qué debe hacerse con ellas?, ¿cómo aprovecharlas para construir conocimientos y lograr que los estudiantes sean conscientes de su utilidad y la importancia de su aprendizaje? En este sentido, es

imperativo el intercambio y la discusión de propuestas concretas que traten de poner en práctica lo que son sólo unos planteamientos bien fundamentados pero aún distantes de la realidad de los salones. ("Las guías del maestro" de *¿Cómo ves?* pueden ser un instrumento para difundir y discutir estos aspectos). Por otro lado, algunas aportaciones de este tipo sobre la naturaleza y evolución del conocimiento científico ponen de manifiesto que la física en la enseñanza no se aborda por temas, lecciones o unidades, sino que suele basarse en la resolución de problemas, mismos que se perciben lejanos del conocimiento conceptual y sin contextos claros para el alumno.

Finalmente, las actividades prácticas (de laboratorio y en el área de la informática) han mostrado ser importantes y deben ocupar un lugar preferente en el proceso de enseñanza, y esto conduce, inevitablemente, a integrar a la enseñanza las aulas de computación y de laboratorio para no quedar rezagados con respecto al avance de la ciencia.

V. Bibliografía

- Campanario, J. M., "La ciencia que no enseñamos" en *Enseñanza de las ciencias*, vol. 17, no. 3, 1999.
- Jiménez, M. P., "El papel de la ciencia en la enseñanza de las ciencias" en Porlan y otros, *Teoría y práctica del currículum*, MEC, Madrid, 1992.
- Pro, A., "Algunas reflexiones sobre la enseñanza y el aprendizaje de la física y química", en *Educación en el 2000*, no. 7, 2003.

Esperamos sus comentarios y sugerencias, que pueden hacer con atención a: Rosa María Catalá, al teléfono 56227297, fax 54 24 01 38, correo electrónico: comoves@universum.unam.mx

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, de modo que se adapte a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso "broche de oro" para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

I. Relación con los temarios de la UNAM

Esta guía está especialmente diseñada para los maestros de física, dado el carácter de este número dedicado por completo a esa disciplina. Sin embargo, pueden utilizarla también profesores de otras áreas como química o biología, por las similitudes en los problemas de enseñanza que aborda.

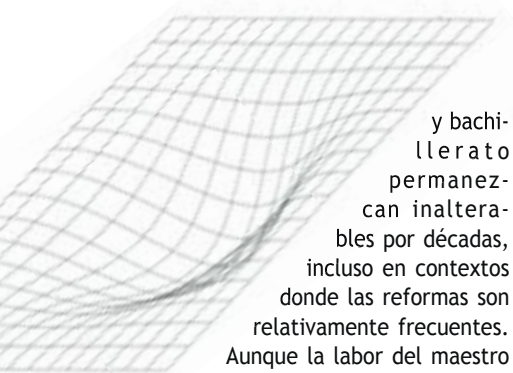
II. Los contenidos a enseñar

Un punto de partida de cualquier propuesta de enseñanza de una disciplina es la relación de contenidos a enseñar, es decir, el programa o currículum. La selección y secuenciación de los contenidos (conocimientos, habilidades, actitudes) hace manifiestas creencias y plan-

teamientos que van más allá de una simple gestión administrativa de "ponga juntos todos los conocimientos deseables". Incluso hoy en día se habla de capacidades que se desarrollan en los estudiantes, pero éstas pueden referirse a muchas cosas. Revisemos algunas.

La física como ciencia

Hay ámbitos de la investigación que han sido prioritarios a lo largo del siglo XX: la teoría de la relatividad, la mecánica cuántica, los avances en astrofísica y el desarrollo de la electrónica. Si preguntáramos hoy a físicos de prestigio, cuáles son las preocupaciones actuales en esta materia, seguramente sus respuestas nos agobiarían, pues nos daríamos cuenta de que cada vez se amplía más la distancia entre lo que sabemos y lo que desconocemos. Si admitimos, entonces, que la física está en constante evolución, habría que preguntarse si deben cambiar también los conocimientos que se enseñan en las aulas; si existe alguna alternativa a los "contenidos de siempre" y si los programas actuales responden a la formación que necesitarán los estudiantes como ciudadanos o como científicos dentro de 15 años (por no ir más lejos). Resulta difícil entender que los índices de muchos de los libros de física que usan los estudiantes de secundaria



y bachillerato permanezcan inalterables por décadas, incluso en contextos donde las reformas son relativamente frecuentes. Aunque la labor del maestro no exige un nivel de conocimientos semejante al de cualquier especialista en todos y cada uno de los temas, un profesor de asignatura debe actuar como puente entre la disciplina científica y los estudiantes, que tienen unas capacidades desarrolladas y otras por desarrollar.

Si para el maestro resulta difícil aprender algunos conocimientos nuevos, para los alumnos lo es aún más. Asimismo, hay que recordar que la mayoría de los alumnos de bachillerato no acabarán siendo físicos y que, aunque lo fueran en el futuro, no requieren “estar completamente al día” sino aprender de manera que “puedan ponerse al día” cuando lo necesiten. No se trataría, por tanto, de abordar más contenidos ni de sustituir algunos básicos por otros más complejos; hay que trabajar simplemente otros diferentes. En este sentido, debemos conocer mucho más sobre la física en el nivel de divulgación; la que puede ser útil para resolver problemas cotidianos.

Las necesidades sociales

Hoy en día hay muchas cuestiones que inquietan a la ciudadanía y guardan alguna relación con conocimientos de física; por ejemplo, la naturaleza no renovable, algunos recursos energéticos y el impacto ambiental que generan; si afectan o no a la salud las antenas de telefonía, las radiaciones de los teléfonos celulares o la exposición prolongada a los rayos solares; el ahorro en el consumo de electricidad; el funcionamiento de un lector de CD, DVD o un microondas; la contaminación acústica; si son físicamente posibles algunas escenas de películas de acción (como los viajes en el tiempo o las velocidades y trayectorias asignadas en los dibujos animados); si usando

la física se pueden mejorar algunos estándares o tiempos deportivos; la manera y el por qué se mantienen en órbita el *Discovery*, el Hubble o los satélites de comunicaciones; si es confiable la información sobre un tema de física encontrada en la red, etc. De estas preguntas surge la inquietud inmediata sobre si los contenidos de nuestros programas permiten a los alumnos encontrar las respuestas.

El futuro a mediano y largo plazos

A través de los distintos medios y de las experiencias recientes, se sabe que en el mundo habrá cada vez más efectos de la globalización, de la multiculturalidad o de la migración; que deberán tomarse decisiones sobre cuestiones que afectan al desarrollo sustentable y la mejora de la calidad de vida. Habrá, además, una presencia notable e influyente de la publicidad y de los medios de comunicación y aparecerán nuevas tecnologías que no somos capaces de imaginar. Pero no sabemos cómo o en qué medida todas estas variables afectarán la cotidianidad de quienes hoy son estudiantes.

Ante unas necesidades tan impredecibles, los conocimientos que se seleccionen ahora, además de atender a los problemas actuales, deben ofrecer herramientas para buscar información, generar nuevos conocimientos, ser críticos y elegir entre diversas opciones, así como mantener y aumentar el interés por conocer más de lo que se sabe.

Los estudiantes

Los estudiantes serían en este caso lo primero a tomar en cuenta, pues se debe entender que no es lo mismo la ciencia de los científicos que la del profesorado o la escolar, porque los *usuarios* son diferentes (véase tabla).

A pesar de estas diferencias, la física exhibe aspectos particulares cuyo conocimiento favorece el desarrollo de las capacidades personales y colectivas, más allá del ámbito de esta disciplina. De hecho, podemos encontrar abundantes ejemplos entre las investigaciones de la psicología cognitiva que usan contenidos y experiencias de esta materia para fundamentar o apoyar sus hallazgos.

Diferencias entre físicas: como ciencia y como disciplina de estudio

La de los físicos

- Los físicos eligen libremente su trabajo como actividad profesional.
- Los físicos no suelen ser especialistas en todos y cada uno de los ámbitos de la física, y dedican todo el día a trabajar en un campo limitado de investigación.
- Los científicos –y los físicos en particular– defienden sus ideas con vehemencia, usando argumentos que han sido fruto de la reflexión y la experiencia.
- Los físicos suelen tener un notable desarrollo intelectual en el ámbito de la abstracción.

La de los estudiantes de física

- En la educación formal, se “obliga” a los estudiantes a estudiar física.
- El alumnado debe aprender “todas” las físicas y, además, estudiar paralelamente asignaturas con las que parecen tener pocos puntos de encuentro.
- Los estudiantes normalmente no se involucran en la defensa de sus creencias científicas y, cuando lo hacen, resultan cambiantes, inestables y poco sólidas.
- Los estudiantes van creciendo intelectualmente desde primaria a bachillerato, pero tienen aún importantes limitaciones cognitivas.

Pero obviamente en esos estudios no se usa “cualquier física”. En ellos, por ejemplo, no resulta prioritario si el alumnado sabe o no definir un concepto, si es capaz de aplicar o no una expresión matemática o si ha memorizado mejor o peor una demostración. Dicho de otra manera, los valores formativos no están en las definiciones, las fórmulas o las demostraciones, por lo que debemos considerar otras reglas en la selección de los contenidos que favorezcan el desarrollo de las potencialidades de los alumnos: que éstos puedan trasladar las preguntas sobre los contenidos a diferentes situaciones (cuantas más mejor), posibilitar un aprendizaje continuo.

III. Principales dificultades para aprender

La mayoría de los maestros de física tienen actualmente la idea de que ésta no es sólo un cuerpo teórico estructurado y en constante crecimiento, sino que en ella también intervienen los procesos y métodos de trabajo que han llevado a la construcción de productos intelectuales y a la forma de pensar o desarrollar valores culturales deseables que, por desgracia, no siempre coinciden con la realidad. Por ello, cuando se habla de dificultades

de aprendizaje en los estudiantes no se hace referencia solamente a las de tipo conceptual, sino también a las derivadas de otra clase de contenidos como los procedimientos y las actitudes. En los últimos años, la investigación educativa ha puesto en evidencia la necesidad de que los profesores de física enseñen a identificar problemas y emitir hipótesis, diseñar experiencias para contrastarlas, observar e interpretar, analizar situaciones, inferir conclusiones, valorar la importancia social de un descubrimiento y la provisionalidad de los modelos, usar la argumentación y ser rigurosos y precisos.

Hasta que no se contemplen estas posibilidades de manera comprometida, no se podrá hablar de dificultad de aprendizaje, pues simplemente no se habrá intentado enseñar los contenidos adecuadamente. Por ejemplo, si un profesor sólo aborda la ley de Ohm de manera tradicional, no puede afirmar que éste es un conocimiento difícil de aprender, pero se hará evidente, como con cualquier otro conocimiento de física, que éste no se aprende por casualidad y no es innato.

Esta situación se antoja titánica para los maestros, pues, además de que muchas veces se suelen olvidar las dificultades que