

PROGRAMACION E INTERDISCIPLINARIEDAD

Fundamentos de una Programación en Física y Química

Por José FERNANDEZ GONZALEZ (*) y Dominga TRUJILLO JACINTO (**)

INTRODUCCION

Se recomienda en general (1), (2) que todas las tendencias educativas deben ser experimentadas y a ser posible elaboradas por profesores de la materia e investigadores de educación conjuntamente, porque siempre pensamos que las orientaciones dadas por los teóricos de gabinetes didácticos sólo adquieren validez cuando se ensayan o extraen de la práctica, porque los avances en materia educativa no tienen la rapidez con que algunos ingenuamente los dotan.

Las Ciencias de la Naturaleza en E. G. B. tienen que ser presentadas de forma atractiva, ya que en este nivel es donde primordialmente se adquieren unas actitudes para el aprendizaje científico, es decir, presentar una programación de «ciencia integrada», ya que este período debe estar orientado a desarrollar en el alumno una actitud de curiosidad respecto al mundo que le rodea, que le lleve a una serie de conocimientos adquiridos por observación y experimentación, e intentar buscar explicación a sus observaciones; en estas programaciones aparecen unas unidades didácticas globalizadas, y precisamente la mayor dificultad en una «programación de ciencia integrada» está en la elección de las unidades integradas y en cómo introducir en ellas las herramientas conceptuales de cada una de las ciencias que el alumno debe manipular a ese nivel (3).

En el Bachillerato interesan más los métodos de trabajo y las ideas fundamentales que la información científica, así en (1) se insistió en la necesidad, hoy más que nunca, de formar a los alumnos para que sean capaces de buscar la verdad por sí mismos en lugar de acumularles conocimientos.

La tendencia actual en un proceso educativo es llegar a una enseñanza individualizada en la que el es-

tudiante vaya aprendiendo a su propio ritmo según su capacidad y actitudes, guiado y orientado por el docente. «Los métodos de enseñanza serán predominantemente activos y tenderán a la educación personalizada.» Estos supuestos implican modificaciones muy profundas en el trabajo del profesor y en el del alumno; el profesor tiene como objetivo primordial la motivación del interés de los alumnos, prestando su ayuda personal a cada alumno, a grupos reducidos o amplios, mediante diálogos, coloquios o explicaciones generales, según los casos. Esto no es nada fácil y, sobre todo, requiere una gran formación científica en el profesor, para crear situaciones ricas en ideas y resolver decorosamente los problemas (siempre imprevisibles) que susciten los alumnos. Muchos conocimientos y técnicas pueden adquirirse por diversas formas tales como «proyectos» o textos programados (2), (4) que representa una notable economía de esfuerzo para el profesor pero paralelamente aumenta la responsabilidad de éste. Aunque en (1) se insiste en que nunca un profesor debe utilizar y seguir un «proyecto» o una «programación» de enseñanza si no está familiarizado con él y no conoce perfectamente su filosofía; se cree que los «proyectos» no se pueden exportar porque las condiciones de cada país son distintas, aunque sí caben ensayos de adaptación. Los investigadores en pedagogía han preconizado, desde hace mucho tiempo, el principio de actividad en el aprendizaje; pero inexplicablemente el trabajo en las ciencias ha distado mucho de ser activo, estando la actividad en Física y Química reducida en muchos casos a la actividad manipulativa fallando en la actividad mental integradora. Los métodos activos implican, por lo que se refiere al alumno, una intensificación de su aportación personal, debiendo esforzarse más que con los métodos tradicionales. El estudiante debe acostumbrarse a trabajar, a discutir los resultados de la experimentación, a adquirir soltura para exponerlos verbalmente ante sus compañeros y profesor.

Un objetivo importante será establecer coordina-

(*) Catedrático de Física y Química del I. B. del Puerto de la Cruz.
(**) Encargado de Cátedra de Física de la E. U. I. T. A. de La Laguna.

ciones coherentes entre la Física y Química siendo un programa común, y entre las restantes materias afines como las Ciencias Naturales (Biología y Geología) y la Matemática (utilización de modelos matemáticos). En cuanto a los programas se creen que deben ser los propios profesores y no las autoridades los que elijan los temas a tratar, que a nivel de primaria (E. G. B.) y secundaria (B. U. P.) procurarán que estén relacionados con los temas de la vida diaria.

FUNDAMENTOS

Las bases de una programación de Física y Química que proponemos se basan en situaciones reales experimentadas con resultado positivo, aunque la presentación conjunta y estricta de todas las actitudes descritas sea un caso ideal, no creemos que debamos abandonar nuestra esperanza en llegar a esta enseñanza, de ahí que se pretenda (5):

- 1.º Desarrollar a los estudiantes la capacidad de:
 - a) pensar por sí mismos frente a cuestiones de reflexión,
 - b) aprender por sí mismos de documentos científicos de información (fichas, apuntes, libros, etc.).
- 2.º Reducir la pasividad de la enseñanza; facilitando para ello los intercambios entre estudiantes y entre profesor-estudiantes.
- 3.º Aumentar el rendimiento académico del estudiante.

Como puede verse, se trata de un método que se describe por medio de las siguientes características fundamentales:

— El profesor prepara el acceso a los conocimientos fuera de las horas de clase por una programación detallada: contenido programa, bibliografía para el alumno, prácticas y problemas, fichas, etc.

— Durante la clase hace una superposición de la «clase magistral» tradicional y el «método activo» moderno, actuando algunas veces de animador, ayudando a los grupos retrasados.

— Los ejercicios suministrados previamente se intenta corregirlos a nivel particular, siempre que sea posible, a medida que cada estudiante va encontrando las dificultades.

— El trabajo personal del alumno se lleva a cabo en clase y fuera de las horas de clase, procurando que el alumno una vez finalizada la clase tenga acceso al profesor para resolverle cualquier duda.

Para ello consideramos que los puntos básicos a tener en cuenta para el desarrollo de nuestra programación, con vistas a obtener una guía didáctica de trabajo son:

- (1) Titulación.
- (2) Presentación.
- (3) Objetivos.
- (4) Contenido del programa:

{	mínimo general
---	-------------------
- (5) Motivación y enfoque.
- (6) Conocimientos previos.
- (7) Proceso didáctico.
 - Tema teórico. Resumen. Bibliografía del alumno.
 - Sugerencias metodológicas.
 - Cuestiones.
 - Problemas.
 - Prácticas.

- Distribución horaria.
- Actividades complementarias adecuadas al tema.

8. Mecanismos de aprendizaje.
9. Material pedagógico y metodológico.
10. Evaluación.
11. Bibliografía.

siendo básicamente esenciales: el contenido del programa, los objetivos, el proceso didáctico, el mecanismo de aprendizaje y la evaluación. Hemos de tener en cuenta que se debe poner en antecedentes al alumno, antes de empezar a estudiar el tema, de la presentación, del contenido del programa, los objetivos y los mecanismos de aprendizaje disponibles.

(1) Título del tema

Para aquello que vamos a estudiar se ha de buscar aquella denominación más representativa y sugestiva de su temática.

(2) Presentación

Hemos de hacer observaciones generales dentro del contexto del programa, para lo cual conviene usar cuadros sinópticos con esquemas muy generales. Así mismo, hemos de relacionar el tema con el mundo que rodea al alumno, sobre todo con aquellos temas científicos de dominio público.

(3) Objetivos o propósitos

En conocimiento: son las ideas generales que pretendemos adquiera el alumno.

En comprensión: aquellos aspectos que su comprensión profunda le pueda llevar a sacar consecuencias posteriores tanto teóricas como prácticas.

En aplicación a casos prácticos: proyectar los conocimientos del tema en algunas situaciones de laboratorio o de la vida real (6).

(4) Contenido de programa

Guión detallado de los aspectos teóricos del tema destacando los conocimientos en categorías según sean mínimos (lo que podíamos denominar «núcleo del tema»), básicos o generales.

(5) Motivación y enfoque del tema. Vocabulario nuevo

Hemos de tratar de motivar al alumno hacia el tema en cuestión por cualquier forma disponible a nuestro alcance, procurando llamar la atención sobre algún aspecto interesante, bien por el momento social o por circunstancias ambientales. El material a disposición es variado, pero fijemos nuestra atención en los aspectos citados como material pedagógico y metodológico.

Así mismo, se ha de establecer cuál es la filosofía que subyace en la metodología a seguir para introducir determinados conceptos; ante posibles alternativas, fijar una de ellas, que deben seguir todos los miembros del seminario o departamento, para tratar de la misma forma el contenido del programa.

También hemos de resaltar la terminología y vocabulario nuevo para el alumno en este tema, para que de esta forma el profesor lo tenga presente en todo momento e insiste en él de forma más acusada, procurando evitar malas interpretaciones en sus primeras aplicaciones de estos conceptos.

(6) Conocimientos previos

Son toda aquella serie de conocimientos que el alumno ha estudiado en otro momento; ahora se repasan y se disponen de forma adecuada y ordenada para su inmediato uso en el estudio del tema en cuestión. Muchas veces sirve para corregir falsas interpretaciones y otras para recordar algo que se había olvidado o que no se estudió nunca por diversas circunstancias.

De la misma forma incluimos también «tabla de datos», es decir, toda aquella serie de datos que se van a necesitar en este tema en concreto y que puede ser por ejemplo: la tabla periódica, nomenclatura y formulación, relaciones matemáticas usuales, tabla de unidades del sistema S. I., factores de conversión, constantes universales, etc.

(7) Proceso didáctico

Se trata del plan de trabajo del profesor para poder realizar los objetivos del tema y consta de los siguientes puntos:

Tema teórico. Resumen. Bibliografía para el alumno.

El tema teórico debe estar a disposición del alumno y del profesor y ha debido estar redactado bajo los objetivos y enfoque que se ha propuesto en esta programación; sería ideal que estuviera en un texto, pero casi en ningún caso las líneas de programación de un determinado profesorado se ajustan a texto alguno; por motivos tales como ambiente, educación social, documentación, profesorado, etc. Se ha de elaborar este «tema teórico» previamente por el profesorado, que posee las ideas principales del tema, desarrollada con detalle, estando al nivel de los libros de texto para el curso objeto de estudio, siguiendo en su redacción un guión estrictamente pedagógico aunque tengamos que apartarnos algo de los programas oficiales. Debe suplir la falta de tiempo y material (libros de texto) que caracteriza a los alumnos, lo que impide asistir a las bibliotecas dentro del horario escolar recargado.

El resumen del tema es otro instrumento didáctico que se debe disponer con antelación al estudio y que sirve al alumno para facilitar la visión global y el repaso del tema.

La bibliografía al alcance del estudiante y de su nivel se debe poner a su disposición para que pueda tratar, modificar o completar ampliando distintos aspectos del guión.

Sugerencias metodológicas

Consiste en el método pedagógico de cómo abordar determinados conceptos para que sea más fácil la captación del alumno, así como reseñar aquellos puntos de más importancia y destacar los fallos más frecuentes del alumno al interpretar determinadas ideas. Se han de hacer sugerencias metodológicas y

destacar las minucias pedagógicas de que nos valemos, para todos los aspectos del programa.

Cuestiones

Serie de cuestiones íntimamente ligadas con el tema y orientadas a asegurar la comprensión de los conocimientos; a hacer pensar y reflexionar al estudiante deductivamente, para lo cual se procurará que sean sencillos y que los pueda resolver personalmente con la consulta del tema teórico.

Problemas

Serie de cuestiones y problemas sobre cuestiones nuevas y originales fuera del contacto teórico, cuyo objetivo es desarrollar la capacidad de aplicar los conocimientos teóricos muy generales a un caso particular.

Para ello usamos cuestiones y problemas:

- a) Resueltos y que sean de tipo «standard» y representativos.
- b) Sin resolver en progresiva dificultad.

Prácticas

Se pretende completar la comprensión de algunos conceptos teóricos o edificar el conocimiento teórico sobre la base de los datos experimentales o simplemente que el alumno aplique el método científico a la explicación.

Algún tema elegido por el profesor se debía empezar inicialmente por una práctica y hacer una recopilación de observaciones y preguntas de los alumnos, que surjan durante el experimento, procurando sacar la mayor cantidad posible de conclusiones inductivas. A continuación, combinando la clase magistral y el método activo de trabajo del alumno, hacer una elaboración del tema teórico.

En cualquier caso, disponer también de una serie de guiones de prácticas de laboratorio, con su material correspondiente sin instalar (pero del que se ha comprobado previamente el funcionamiento), que sirvan para comprobar en casos reales los objetivos del tema. Así el profesor a cada alumno o grupo de alumnos, suministrándole guión y material de una práctica determinada, puede animarlos a conversar con él sobre aspectos estudiados e incluso a excitar su imaginación para situaciones distintas a las experimentadas; estas discusiones de los resultados experimentales son sumamente instructivas.

Distribución horaria del tiempo invertido en cada uno de los apartados

Se ha de destacar en cada apartado cuál es el tiempo que se debe invertir en cumplir las sugerencias metodológicas, para que el profesor conozca de esta forma la extensión e insistencia de cada cuestión.

Actividades complementarias

Entre las distintas actividades complementarias que podemos citar con vistas a la formación del alumno, muchas de ellas pueden valerlos como excelentes motivadoras para introducirnos en el estu-

dio del tema, como así mismo para completar los conocimientos del alumno sobre algunos aspectos; tal es el caso de:

- — Diapositivas.
- — Películas.
- — Lecturas y anécdotas.
- — Conferencias.
- — Visitas a fábricas e instalaciones industriales.

(8) Procesos científicos de mecanismos de aprendizaje. Guía del trabajo personal del alumno

Mediante fichas, análisis, desarrollos, valoración de aspectos, etc., vamos a constituir la pauta de trabajo del alumno; con ello dirigimos indirectamente al alumno hacia los objetivos del tema. En la elaboración de esta guía del alumno hemos de tener muy en cuenta las experiencias anteriores analizando con detalle los resultados y contribuciones positivas que pueda tener cada herramienta utilizada en el mecanismo de aprendizaje del alumno.

(9) Material pedagógico y metodológico

a) Clase

Intentaremos que las clases no posean un número de alumnos superior a 20 y que su ejecución esté en un lugar tal que se pueda simultanear.

- La clase magistral.
- El trabajo activo del alumno.
- «Experiencias de Cátedra», que mediante una pequeña tarima-laboratorio instalada en el aula se puedan destacar aspectos de la explicación.
- Equipo audiovisual.

Esto se podrá conseguir con un diseño arquitectónico en que esta clase estuviera muy próxima al laboratorio, y que los desplazamientos fueran muy cómodos e incluso lo pudieran realizar parte de los alumnos sin interrupción de la clase. Con esta intención se esquematiza en la Figura 1.

De esta forma se podría dar la clase simultaneando en parte la *lección magistral* con la *audición de lecciones grabadas* en cintas magnetofónicas que los alumnos pueden oír en cualquier momento y tantas veces como quieran, e incluso llevar a su casa; el *trabajo personal del alumno* estudiando por sí mismo e intentando por su cuenta la captación del tema, bajo la guía siempre del profesor que tiene muy cerca para poder en cualquier momento consultar algún aspecto; un *pequeño laboratorio* de «experiencias de Cátedra» donde el profesor dispondrá de todo el material que considere oportuno para hacer más llamativa la exposición (tizas de colores, compás, reglas, tablas, modelos, material fungible, etc., para ver alguna cosa sencilla tal como una valoración) y un *equipo sonoro* donde el profesor pueda grabar la lección con sus compañeros de seminario, cuidando mucho los intervalos de tiempo y procurando intercalarle en el cassette música regional, clásica o moderna para relajarlo en lo posible; esta cinta puede usarse para la clase globalmente o bien a grupos reducidos o individuos más retrasados, siendo muy efectivo este medio sonoro para las clases de recuperación, para las que el profesor no dispone de tanto tiempo como para poder dedicárselo a grupos



muy reducidos; a veces dentro de la lección magistral sólo es conveniente grabar algunos aspectos para completar aquella, o bien hacer llegar alguna parte del tema mediante *colecciones de diapositivas*, para lo cual la sala de proyecciones debe estar muy próxima para simultanearlo con las demás actividades. Para preparar estas colecciones de diapositivas se podría disponer de un *equipo fotográfico* con una máquina tal que permita hacer diapositivas de cualquier grabado y un laboratorio de revelado que al mismo tiempo pueda servir para despertar aficiones formativas en los alumnos. En esta misma línea, además del *equipo de proyección* para diapositivas, es interesante el poseer un *proyector* y un *filmador* de super 8 ó 16 mm. para poder comprar y filmar (copiando otras existentes) películas científicas educativas que abundan en el mercado, siendo excelentes motivadoras para el alumno en las Ciencias de la Naturaleza.

Laboratorio

Actividad que puede despertar vocacionalmente a algún alumno hacia las ciencias Físicas o Químicas por su contacto directo (7).

Actividades complementarias

Toda la serie de actividades complementarias enumeradas en el proceso didáctico tales como:

- Trabajo de lecturas bibliográficas y anecdotario, que tan atractivo es por cuanto acercan a los alumnos a la vida cotidiana de los científicos más célebres así como descubrir las anécdotas y humanidades que rodean a los grandes descubrimientos, al mismo tiempo que se tiene una evolución histórica de algunas ideas científicas.
- Conferencias planificadas y estructuradas tanto en contenido como en forma de discutir los resultados interpretativos de los alumnos.
- Visitas a fábricas de interés industrial (8).

(10) Evaluación

Consiste en una serie de cuestiones, ejercicios y preguntas deductivas (9). No se debe realizar una vez estudiado algún aspecto o tema parcial de una unidad didáctica, sino que conviene que el alumno tenga una visión global de la unidad que engloba nuestra explicación.

Sabiendo qué conocimientos deben dominar los alumnos para poder afrontar con éxito nuestras pruebas, hemos de discutir:

- ¿Qué queremos evaluar a nuestros alumnos?
- ¿Cómo tienen que ser nuestras pruebas?
- Posibles pruebas tipo.

La evaluación es el proceso a través del cual se puede juzgar si los objetivos han sido alcanzados; de ahí que nos propongamos examinar los criterios generales de evaluación para comprobar que los objetivos trazados se han conseguido. La finalidad de la evaluación es:

1.º Determinar en qué medida se ha desarrollado su capacidad de razonamiento y comprensión de los conceptos adquiridos, para ello se ha de determinar su capacidad de utilizarlos y extrapolarlos a situaciones no típicas para ellos.

2.º Evaluación de los *conocimientos* adquiridos como conceptos físico-químicos asimilados.

3.º Utilización precisa del lenguaje científico.

Se ha de ser consciente que estos objetivos de la evaluación no se pueden introducir de forma total y brusca; el alumno y quizá el profesorado no están habituados a ello; la docencia se les ha dado de otra forma (memorística, los problemas se resuelven mediante la utilización de fórmulas en lugar de conceptos, etc.) y no se puede intentar cambiar su mentalidad y disposición en poco tiempo, pero sí marcarles cuál es la línea a seguir. Por lo tanto, esta forma de evaluar hay que introducirla poco a poco en principio (según opinión de algunos profesores) coexistiendo con la manera tradicional de evaluar.

Un punto de suma importancia es que creemos que el alumno debe conocer de antemano los conocimientos que le vamos a evaluar así como el método para hacerlo. Como orientación indicamos las características generales que debería tener una prueba tipo e incluimos una de ellas a título orientativo en cada tema estudiado.

a) Preguntas conceptuales cuya contestación no implique cálculo.

b) Preguntas cortas y concretas sobre determinados conceptos, que requieran un pequeño razonamiento y evite la repetición memorística.

c) Problemas numéricos, que sean interesantes desde el punto de vista conceptual, y cuyo desarrollo matemático sea muy simple. Es interesante que tengan diferentes apartados, interconectados y de dificultad creciente.

d) Alguna pregunta dentro de la metodología clásica.

e) Darles un párrafo científico «clásico», Newton, Copérnico, Planck, etc., y que lo comenten para ver su capacidad de crítica y de razonamiento.

f) Ponerles algo inesperado, pero relacionado con los contenidos desarrollados, y ver cómo reaccionan.

Capacidad de aplicación de los conceptos desarrollados a situaciones no típicas.

Al final se debe poseer, por una parte, juicio del alumno sobre el desarrollo del tema, y por otra, juicio del alumno sobre su propio aprendizaje y trabajo personal (autoevaluación); además se deben recopilar los datos siguientes:

- resumir las opiniones de los alumnos sobre el desarrollo del tema;
- impresión del propio profesor;
- tiempo real empleado por los alumnos en la unidad y causas de las desviaciones respecto al tiempo previsto;
- estadística del rendimiento del grupo, y
- análisis del logro de los objetivos.

(11) Bibliografía

Se debe disponer de una bibliografía por temas que se pueden clasificar en grandes grupos:

a) Bibliografía del nivel del curso en estudio asequible y dirigida al alumno.

b) Bibliografía de contenidos fundamentales del tema, que sea el material de trabajo del profesor y que pueda servir de consulta para el alumnado.

c) Bibliografía de aspectos parciales del tema, o que incidan sobre el desarrollo histórico de los conceptos estudiados, o de aplicación de los conceptos a situaciones prácticas, o de temas de actualidad relacionados con los estudiados, etc.

d) Proyectos metodológicos que existen en los diferentes países para la enseñanza de la Física y la Química, o de la parte de éste relacionada con el contenido del tema.

Revistas de orientación didáctica nacionales e internacionales en la materia. Agrupaciones que existen en el mundo preocupadas por la didáctica de las Ciencias.

e) Prácticas de estas materias, para las cuales existen varias publicaciones específicas que facilitan la labor del laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

1. Congreso del GIREP (UNESCO), Oxford, julio 1978.
2. LAHERA CLARAMONTE, J.: «Vida Escolar», 145-146, 13-18, enero-febrero (1973).
3. FERNÁNDEZ CASTAÑÓN, M. L.: «Vida Escolar», 155, 13-18, enero (1974).
4. JOSEPH, A., y LEAHY, D.: «Física Programada», 5 vol., Ed. Limusa, Méjico (1969).
5. MAVALÓN MORENO, M. y VARGAS VERGARA, M.: Revista Bachillerato, Servicio Publicaciones del M. E., 44-66, julio-septiembre (1977).
6. BLOOM, B. S.: «Taxonomía de los objetivos de la educación», Edit. El Ateneo, Buenos Aires (1972). Edit. Marfil (1975).
7. FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J.: «El laboratorio en la Física y la Química», pte. publicac.
8. «Excursiones de trabajo». Curso de didáctica de las Ciencias II. Inst. de Técnicas Educativas. Universidad Laboral de Gijón (1973).
9. RUBIO ROYO, F., y col.: «Seminario Permanente de Física». Dpto. Física, Universidad de La Laguna (1979) (comunicación no publicada).