

# CONCURSO PERMANENTE

*El concurso permanente de artículos para el mes de diciembre sobre el tema "Excursiones y paseos en la enseñanza de las Ciencias Naturales" ha sido declarado desierto. Publicamos en estas páginas el artículo original de don Emilio J. Donado Urigoitia, Maestro de Ochandiano (Vizcaya), que obtuvo el premio en el mes de noviembre juntamente con el de don José Martínez de Castro, ya publicado.*

## LA CONEXION DE LAS ENSEÑANZAS DE LA GEOMETRIA Y LA FISICA

Por EMILIO J. DONADO URIGOITIA

### RENOVACION DOCENTE

"El lanzamiento por los rusos del primero de los "Sputnik" tuvo también una extraordinaria repercusión en el campo docente de los Estados Unidos. Ahora nos estamos enterando de ello, al exteriorizarse los nuevos planes de estudio que, como consecuencia de aquel hecho, se están implantando en todos los planos educativos del país más potente del mundo."

"Tales planes, aunque nos parezca extraño, responden a la meditada reflexión de que los progresos técnicos de un pueblo no se improvisan y han de arrancar desde la propia escuela primaria. Menos teoría sobre la libertad del niño en la escuela—de la que ha venido viviendo la pedagogía estadounidense—y más planes coordinados de enseñanza hacia el prototipo de ciudadano de los Estados Unidos de cara al momento del mundo y a las exigencias de la vida." (*Boletín de la Inspección Provincial de Enseñanza Primaria*, número 1, enero-febrero 1960).

La moderna pedagogía tiende a dar mayor amplitud a los conocimientos básicos de los alumnos en Ciencias y a encauzar estos estudios hacia una formación más concreta y eficaz.

Todo ello hace necesario un enfoque práctico de los métodos docentes. Esto exige que el programa de las Ciencias y su contenido se organice como parte integrante del programa total dando un sentido de unidad y armonía.

De ahí la importancia de la conexión entre las enseñanzas de la Geometría y la Física en la escuela primaria.

### CRITERIOS QUE ABOGAN POR LA CONEXION

Pero, si deseamos satisfacer las exigencias más rigurosas, no podemos aceptar sin más dicha conexión. Es necesario que nos volquemos críticamente sobre la misma para aceptarla o rechazarla con la reciedumbre que exige el presente didáctico, ya que una de las misiones específicas de la escuela es la selección de saberes. Varias razones o criterios, de diversa índole, abogan por esta conexión.

**CIENTÍFICO.**—La Geometría nos ofrece: certeza, exactitud e inteligencia. No cabe opinión discutible y el error se aprecia con facilidad. Al progreso de las Matemáticas, muy principalmente, se deben los adelantos de la Física; en múltiples casos su intervención ha invertido el método científico, al anticiparse, mediante sus abstracciones y cálculos, a la realidad de las cosas, dejando a la observación y a la experimentación el papel secundario de meras comprobaciones.

**SOCIOLÓGICO.**—En nuestra época todo se mide por su proyección en lo social. Es la época del "criterio vital". La sociedad exige, cada vez más, una preparación eficiente de sus individuos llamados a elevar el nivel del país. Pues bien, para todo país que se tecnifica el interés por las cuestiones científicas y su conocimiento es fundamental. No sólo para las personas que profesionalizan la técnica, sino para todo el país. La escuela primaria constituye la fundamentación elemental del ámbito científico nacional.

**PSICOLÓGICO Y PAIDOLÓGICO.**—Es sabido de todos el espíritu de curiosidad y de investigación que existe en todos los niños. La conexión de la Geometría con la Física des-

arrolla y disciplina la observación y acostumbra al niño a contar con la realidad. Este estudio corresponde tanto a la petición de la sociedad como al desenvolvimiento psicológico del niño rodeado por lo social.

**DIDÁCTICO.**—La Ciencia es, además de conocimiento, educación. Pero en la Geometría concurren circunstancias especiales. Ante todo, la de constituir algo así como el molde primigenio de todas las ciencias del espíritu. Consciente o inconscientemente utilizamos "patrones geométricos"; parece como si para asimilarnos nuevas verdades y extender nuestra cultura necesitásemos concretar también "ideas geométricas" más profundas. Por esto no dudamos en afirmar que una fuerte cultura matemática y especialmente geométrica es una ayuda de las más poderosas para el desarrollo intelectual y la efectividad científica en cualquier rama del saber de cuantos pertenecemos al género humano.

**HUMANO.**—Debemos de "dar" sólo aquello que llegue al trasfondo personal del escolar para formarlo en plenitud. En todo el mundo se ha despertado el afán de la técnica, pero no cabe técnica sin ciencia. Ahora bien, nuestro afán de ciencia no es exclusivamente técnico, sino humano. Primero el hombre, luego el técnico. El camino real que la escuela ha de seguir es éste: forjar hombres que luego puedan transformarse en técnicos de la especialidad que sea necesaria.

Las Ciencias, Geometría y Física, fortalecen la atención, enseñan a observar, desarrollan el espíritu de investigación y, sobre todo, constituyen un medio eficaz para despertar en el alumno el amor a la verdad, la seguridad en la inteligencia que Dios le ha concedido y la confianza en la veracidad y validez de sus esfuerzos.

### PROBLEMAS FUNDAMENTALES

Todos estos criterios parecen aconsejar la conveniencia de la conexión de la Geometría con la Física en el ámbito de la escuela primaria.

¿Cómo se logrará este objetivo?

Los problemas que se nos plantean son los siguientes:

- Preparación geométrica.
- Textos.
- Madurez discente.
- Realización de la conexión.

#### a) Preparación geométrica.

El conocimiento de la Física no puede nunca preceder al geométrico; eran absurdas aquellas definiciones *a priori* que han atormentado a tantas mentes infantiles, esquemas sin contenido. Se han de tener en cuenta los estudios geométricos anteriores del niño para evitarle demostraciones que difícilmente pudiera comprender.

Es imposible desarrollar, por ejemplo, el estudio de las fuerzas de direcciones paralelas o de los espejos, sin tener noticia de la semejanza de triángulos, proporcionalidad de segmentos; sin haber hablado de las relaciones que determinan las bisectrices interior y exterior en el lado opuesto. En la Física, a cada paso se presentan ejemplos de magnitudes cuyos valores dependen o son función de las otras magnitudes: el tiempo necesario para recorrer 40 kilóme-

tros con una velocidad constante  $X$  es función de la velocidad  $Y = \frac{40}{X}$ . El método más intuitivo y más al alcance

de todo el mundo es hacer el estudio de estas funciones por el método gráfico.

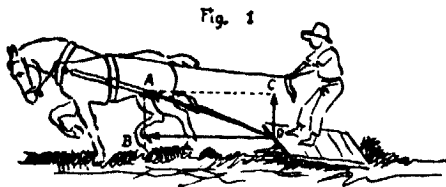
Ahora bien, en la enseñanza de la Geometría nos hemos de poner a la altura de las circunstancias.

En el mes de noviembre del año pasado 1959, en el Congreso Luso-Español para el Progreso de las Ciencias, celebrado en Madrid, se hizo, entre otras, la siguiente consideración:

"En la enseñanza de la Geometría el problema formativo es más hondo, porque antes que la cuestión del método está el problema del ser o no ser. No es enseñar Geometría, limitarse a introducir una nomenclatura de figuras sencillas y a manejar unas pocas fórmulas para el cálculo de sus áreas y volúmenes. En la escuela debieran enseñarse a cultivarse las relaciones más elementales de posición, forma y magnitud que constituyen la esencia del espacio euclidiano; relaciones que en los primeros grados serán intuídas más que demostradas, pero que deben dejar preparado el terreno para la eventual estructuración racional posterior."

b) Textos.

Una parte de la deficiencia de la enseñanza de la Geometría y de la Física proviene de los errores que aparecen en los libros actuales.



La fuerza OA con que tira el caballo del trillo, se descompone en la OC que se anula por el peso de éste, y la OB que produce el movimiento.

Sin libros adecuados seguiremos en la triste situación actual en que la Física y la Geometría han sido convertidas en unas disciplinas que parecen no servir para otra cosa que para aburrir a los estudiantes.

Es demasiado urgente una solución para no intentar un avance por todos los medios. En el alud de premios y concursos que es característica de la vida intelectual española, quizá se pudiera encontrar un hueco para los libros de Física y Geometría. O quizá la iniciativa de algún organismo oficial ayudará a resolver este difícilísimo problema.

Resumen: libros modernos por su contenido y por su forma; libros adecuados.

c) Madurez discente.

Es en la consideración de la madurez discente para la conexión de la Geometría con la Física donde apreciamos mayores divergencias.

En los estudios experimentales realizados en nuestra Patria se ha podido comprobar que los niños no dominan la Geometría antes de los doce años de edad.

Concuerda con otros resultados en diversos países, para los cuales la enseñanza de la Geometría debe iniciarse de un modo sistemático en la enseñanza media.

¿Hay verdadera incapacidad para la comprensión geométrica antes de los once o doce años, o se debe a ineptitud casual originada por deficiencias metódicas?

El niño es capaz de activar mentalmente en las Ciencias exactas con un dominio fantástico, según está demostrado en las clases experimentales que se realizan desde hace cinco años por la Comisión Internacional para el Mejoramiento de las Clases de Matemáticas. Su dinamismo para percibir las relaciones no tiene límites y avanza con plena seguridad en todas las situaciones matemáticas asequibles a él, que lo son siempre que la exposición de la relación de elementos sea lógica, clara y precisa. No es posible en este caso precaver hasta dónde es capaz de llegar con su ágil y rápida percepción.

d) Realización de la conexión.

¿Y cómo puede ser en la práctica una clase?

Supongamos, por ejemplo, que se trata de una lección de descomposición de fuerzas. Su objetivo no podrá ser otro más que el siguiente: Que los niños sepan aplicar a la vida práctica los problemas de la descomposición de fuerzas.

El Maestro tiene dispuestos varios dibujos en el encerado (fig. 1). Estos dibujos son necesarios para que el niño pueda colocar junto a los términos geométricos y físicos una imagen concreta del fenómeno correspondiente y para que, en el futuro, estos términos le sugieran una imagen precisa.

Los niños hablan con el Maestro, que formula preguntas que orientan la observación y reflexión de los niños.

Observan los dibujos y se fijan que tenemos dos casos de descomposición de fuerzas: a) Fuerzas concurrentes, y b) Fuerzas paralelas.

a) Guiados por el Maestro, deducen que el problema de fuerzas concurrentes se reduce: conocida la diagonal de un paralelogramo, determinar los lados del mismo.

Los problemas los resolverán por el método gráfico y por cálculo, partiendo del principio: en todo triángulo los lados son proporcionales a los senos de los ángulos opuestos, o lo que es lo mismo: entre dos fuerzas existe la misma relación que entre los senos de los ángulos formados por las otras dos fuerzas. Así:

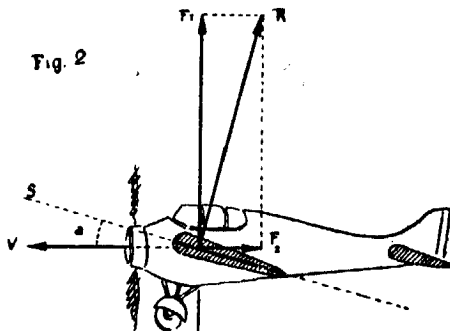
$$\frac{\text{Fuerza, A}}{\text{Fuerza R (resultante)}} = \frac{\text{seno del ángulo } \beta}{\text{seno del ángulo } (\alpha + \beta)} \quad (1)$$

b) Por medio de la imagen geométrica se hacen idea de descomposición de paralelas. La fuerza a descomponer es la OR. Se traza por O la perpendicular AB y por R la perpendicular RC; se une C con B; esta recta corta a la fuerza OR en P. Las fuerzas OP aplicada en A ( $F_1$ ) y PR, aplicada en B ( $F_2$ ), son la solución que se busca. Se les hace ver:  $OR = F_1 + F_2$  y por comparación de los triángulos OPB y CPR que demuestran  $F_1 \cdot OA = F_2 \cdot OB$ .

Además hay que tener en cuenta que una lección no está terminada cuando los niños han "aprendido", retenido en su memoria aquellas cosas que deben poseer con claridad, sino cuando son capaces de aplicar a la vida, las nociones contenidas en ella. Por eso en seguida a resolver problemas. Así se llega al objetivo de la lección.

Dos hermanos transportan un peso de 90 kg. colgado de un palo de 1,50 metros, apoyado en sus hombros. Calcular dónde debe colocarse el peso para que el hermano menor cargue con 30 kg.

La lección de Física en conexión con la Geometría se construye pues, mediante la colaboración, a través del diálogo, entre el Maestro y los alumnos.



Las alas del avión con la horizontal forman un pequeño ángulo  $\alpha$ . La resistencia R originada al avanzar el aparato con velocidad  $v$ , se descompone en dos fuerzas:  $F_1$  vertical, y  $F_2$ . Esta se anula por la fuerza  $F_1$  del propio motor y la  $F_2$  es de sentido contrario al peso P del aparato, y si su valor es superior al peso, produce la elevación del avión.

(1) "En la Escuela Primaria deberá introducirse el estudio de... 4.—Las relaciones trigonométricas elementales." (Lección expuesta en el XXIV Congreso luso-español para el Progreso de las Ciencias por el ilustrísimo señor don Joaquín Tena Artigas.)