

PARA UNA REVISIÓN CRÍTICA DE LOS TEXTOS DE E. G. B.

A Melcion Rosselló.

por JOSE LUIS BALLESTER

Entre las conclusiones de las I Jornadas sobre Didáctica de la Física y Química, celebradas en Granada el pasado mes de Octubre, figuraba la necesidad de una revisión de los textos de E. G. B., tanto en lo que hace referencia a la terminología científica usada como a las experiencias propuestas en ellos, su viabilidad práctica y su adecuación al nivel escolar para el que están aconsejadas. Sin embargo, se hace necesario también un análisis crítico de los contenidos científicos, la validez de los cuales es uno de los criterios que deben seguirse a la hora de seleccionar un libro de texto. Owen, en sus normas para seleccionar libros científicos de texto, cita entre otras:

- 1) Adaptabilidad de los contenidos a los objetivos previstos para el curso.
- 2) Fluididez de expresión y sencillez de lectura.
- 3) Valor de las ilustraciones como elemento de refuerzo del aprendizaje.
- 4) Grado de actualidad de las materias y los temas incluidos.

Por su parte, Fernández Uría añade, citamos textualmente "Validez del material incluido. En numerosas investigaciones se ha puesto de manifiesto que abundan los libros de texto escritos por profesores con una formación deficiente, lo que supone, la inserción de errores conceptuales de gran calibre. Dado que debería existir una calidad global, tanto en lo que se refiere a los contenidos como a la metodología didáctica reflejada en el libro, es importante tomar en consideración este último punto".

Teniendo en cuenta todo lo expuesto anteriormente, he considerado conveniente iniciar una revisión de los textos de 8.º de E. G. B. del área de la Natura-

leza, centrándome concretamente, en una primera etapa, en el capítulo "El Universo conocido". La elección de este capítulo no ha sido arbitraria, ha venido motivada, en primer lugar, por el hecho de que su contenido (Astronomía y Astrofísica) no es parte obligada de una Licenciatura en Ciencias Físicas y, evidentemente, tampoco para Químicas, con lo cual, los autores habrán tenido ciertas dificultades a la hora de redactar el contenido, dificultades que se reflejan en el resultado y repercuten en quien debe asimilarlo, y, en segundo lugar, por constituir mi campo habitual de trabajo.

Los textos utilizados pertenecen a las siguientes editoriales: Somosaguas, Casals, Miñón, Bruño, Vicens Vives, Anaya y Santillana.

Una lectura minuciosa de los contenidos, correspondientes al capítulo "El Universo conocido", de los diversos textos pone de relieve una serie de errores conceptuales que se repiten y otro conjunto de errores propios de textos determinados. Entre los primeros podemos citar:

1) Explicación confusa e inexacta de la evolución estelar (Somosaguas, Miñón, Santillana).

2) Estado de la materia en el interior estelar y reacciones nucleares (Miñón, Vicens Vives).

3) Confusión entre Meteoros, meteoritos, "estrellas fugaces" (Casals, Anaya). La confusión entre meteoros, meteoritos, estrella fugaz, es muy habitual, utilizándose de forma indistinta estas palabras para designar fenómenos que son diferentes. Aclaremos los conceptos: se llama Meteoroides a los aglomerados de materia que se mueven en el espacio interplanetario alrededor del

Sol. Al penetrar en la atmósfera terrestre, los meteoroides sufren colisiones con átomos y moléculas transformándose su energía cinética en energía de ionización y excitación de las partículas del aire, lo que se observa, sobre todo de noche, es una partícula que se acerca a la Tierra y deja tras de sí una estela luminosa, son las moléculas de aire que emiten la energía adquirida por colisión, este es el fenómeno de meteoro o estrella fugaz. Finalmente, si una porción sólida del meteoroides consigue alcanzar la superficie terrestre, he aquí al Meteorito. En el texto de Anaya, se incluye una fotografía en la que se observan partículas de materia viajando por el espacio intergaláctico y se las denomina meteoritos y estrellas fugaces, en realidad, son meteoroides. En Casals se diferencia a los meteoros de los meteoritos por su aspecto y origen, la única diferencia es el lugar de ocurrencia del fenómeno, uno en la atmósfera, el otro en la superficie terrestre.

En lo que se refiere a la explicación de la evolución estelar, la vida de una estrella, veamos algunos ejemplos de lo que afirman los textos anteriormente citados: En el de Somosaguas, se relaciona la fase de "Gigante roja" de una estrella con el proceso de transformación del Helio en elementos más pesados hasta llegar a los del pico del Hierro. La fase de "Gigante Roja" corresponde a la época de la vida de una estrella en que el Helio se empieza a transformar en Carbono mediante la reacción 3ϵ , es decir, $3\text{He}^4 \longrightarrow \text{C}^{12} + n\gamma$, de hecho, la estrella empieza a dilatarse en una fase anterior conocida como Combustión del Hidrógeno en capa. Además, esta es la única fase de la vida de una estrella en

que se dilata, salvo expansiones posteriores bruscas motivadas por fenómenos de "Nova" o "Supernova".

El texto de Miñón, tal como explica la evolución, induce a pensar que las estrellas siempre disminuyen de volumen, lo cual no es cierto, y además, las clasifica en gigantes y enanas, clasificación ambigua y, evidentemente, muy general. Por su parte, el texto de Santillana, en su contenido, parece indicar que el consumo y agotamiento del hidrógeno implica el que la estrella se transforme en "enana blanca", en realidad, existen un gran número de estados intermedios por los que pasa la estrella desde que se agota el hidrógeno de su núcleo hasta que se transforma en "enana blanca", incluso puede no llegar a convertirse en "enana blanca", dependiendo esto de su masa.

En lo que se refiere al estado de la materia en los interiores estelares y a las reacciones nucleares en ellos, figuran en algunos textos afirmaciones tales como "los átomos de hidrógeno se unen para formar átomos de helio", o bien, "se consume gas hidrógeno y se produce gas helio". En el núcleo del Sol, que podemos considerar como una estrella típica, la temperatura es de, aproximadamente, $15 \cdot 10^6$ °K, en esas condiciones difícilmente puede hablarse de átomos y de gas, en todo caso de un plasma de hidrógeno y de helio, los átomos están totalmente ionizados y lo que interviene en las reacciones nucleares de fusión son los núcleos de hidrógeno, helio, etc. También se afirma en un texto que para 10^6 °K se inicia la fusión nuclear del hidrógeno, en realidad, se necesitan 10^7 °K.

Como hemos dicho anteriormente, existe un conjunto de afirmaciones, algunas dudosas y otras erróneas, específicas de algunos textos. Por ejemplo, en el de Casals se afirma que una de las contribuciones a la energía estelar proviene de la contracción de la estrella, lo cual sólo es cierto, cuando la estrella no se encuentra en equilibrio y su radio disminuye, esto ocurre en los momentos en que las reacciones nucleares de fusión de

su interior han agotado el combustible y la temperatura debe elevarse para que se reanuden las reacciones con otro combustible. También se afirma, en el mismo texto, que el ciclo de 11 años de las manchas solares coincide con ciclos climáticos en la Tierra, esta afirmación no ha podido verificarse, y a este respecto L. Oster en su libro "Modern Astronomy" dice: "Es evidente que las manchas no ejercen una influencia directa sobre los acontecimientos terrestres; por consiguiente, las relaciones tan frecuentemente señaladas entre la actividad de las manchas en una fecha determinada y, por ejemplo, el tiempo atmosférico en una región pertenecen al dominio de la astrología y demás ciencias ocultas".

En el texto de Bruño, se afirma que las manchas solares causan alteraciones magnéticas que afectan a nuestro planeta y que provocan auroras boreales y perturbaciones de las comunicaciones, no son las manchas las responsables de estos fenómenos sino las fulguraciones, que se producen en la cromósfera solar. Las partículas cargadas emitidas en las fulguraciones alcanzan la atmósfera terrestre y producen los fenómenos citados anteriormente.

En el texto de Miñón, se confunde, en su fotografía, la nebulosa de Orión con una galaxia, la diferencia es evidente, esta nebulosa está en la constelación del mismo nombre y es un objeto de nuestra galaxia.

En el texto de Anaya, aparece una foto con un pie que reza "Colisión de Galaxias", la foto corresponde en realidad a una conocida nebulosa de nuestra galaxia, la nebulosa Trífida que se encuentra en la constelación de Sagitario (Cf. El Sistema Solar, p. 127, Salvat GT), por otra parte, en otra foto, el pie dice que en el Sol, observado a través de un telescopio, puede verse el núcleo, lo cual es absolutamente imposible, el núcleo es la parte más interna del Sol, inobservable sea cual sea el método o instrumento utilizado.

En el texto de Vicens-Vives, aparece una fotografía en la que dice que se observa la corona y una protuberancia,

lo que sí se observa claramente es la cromósfera y una protuberancia que puede ser o eruptiva o un "surge", pero no se observa la corona. La fotografía está tomada con un filtro $\text{He}(\lambda = 6563 \text{ \AA})$, se ve el color rojo de la cromósfera, y la corona no emite en esa longitud de onda, son necesarios otros tipos de filtro para observarla.

El texto de Santillana también afirma que las protuberancias solares se producen como consecuencia de reacciones termonucleares bruscas, nada más lejos de la realidad, una protuberancia tiene un origen complicado y no muy claro todavía, en el que tiene mucho que ver un área de la Física llamada "magneto-hidrodinámica", que estudia la interacción campo magnético-plasma.

Por otra parte, se advierte la necesidad, en todos los textos, de una actualización de los datos, por ejemplo, de los planetarios a la vista de los resultados obtenidos por las recientes sondas espaciales.

Todos los defectos mencionados hasta ahora entran de lleno en las normas de Owen/Fernández Uría, sin embargo, son fácilmente subsanables. Otro aspecto, tan importante como el anterior, y no tan fácilmente subsanable, es el de la formación de los maestros que deben impartir, enseñar, etc. estos contenidos, los cuales no se explican en las Escuelas de Profesorado. En los Programas Renovados para la E. G. B., en el Ciclo Superior y concretamente en 7º aparece un tema de trabajo titulado "Sobre la exploración del espacio exterior", estos contenidos van a figurar, pues, en nuestros programas escolares futuros y, sin embargo, la formación de los futuros maestros en estos temas es, como mínimo, muy defectuosa.

Estados Unidos ha comprendido hace ya tiempo la importancia de la frase: "Si el cielo hubiera estado cubierto siempre, la Humanidad se encontraría todavía en la Prehistoria" y ha dedicado un gran esfuerzo a la mejora y a la extensión de la enseñanza de la Astronomía al nivel elemental.