
REFLEXIONES SOBRE LA ENSEÑANZA Y DIFUSION DE LA ASTRONOMIA

J. L. SÉRSIC

Observatorio Astronómico, Córdoba; CONICET, Buenos Aires.

INTRODUCCION:

La enseñanza y difusión de la Astronomía es sólo un aspecto de un tema más general: la enseñanza y difusión de la ciencia, particularmente las que denominamos básicas.

Quizás sea conveniente definir lo que entendemos por ciencias básicas: son aquellas que intentan describir las leyes y procesos fundamentales que se hallan implícitos en la naturaleza de las cosas. Su objetivo es, en principio, la prosecución del conocimiento en sí mismo, sin buscar de antemano aplicación alguna, Henri Poincaré resumía así la tarea del científico:

El sabio no estudia la naturaleza porque ella es útil; la estudia porque encuentra placer, y encuentra placer porque es bella. Si la naturaleza no fuera bella, no valdría la pena conocerla, ni que la vida fuera vivida.

Es por la enseñanza y difusión de estas disciplinas que debemos preocuparnos, pues no se hallan suficientemente representadas ni valoradas en la formación de nuestros estudiantes primarios y, sobre todo, secundarios; con más razón aún entre los ciudadanos vinculados a los medios y a las estructuras de poder, a causa de un infortunado equívoco acerca de su supuesta falta de utilidad.

EL PROBLEMA DE LAS DOS CULTURAS

Hace unos treinta años el físico y literato británico C. P. Snow produjo una conmoción en los círculos intelectuales al denunciar la virtual existencia de dos culturas excluyentes e incomunicadas en la sociedad moderna: la cultura humanística orientada hacia las artes y la literatura, y la cultura científica.

En nuestro caso deberíamos hablar mas bien

de una cultura dominante monopolizada por artistas, literatos, y personas de formación humanista, y una sub-cultura integrada por personas vinculadas a la creación y difusión del conocimiento científico. Esta última no ha alcanzado aún aquí, como en otros países, la relevancia social que la equipare a la otra.

Por ejemplo:

- Las encuestas realizadas entre los estudiantes del primer año en Ciencias Químicas de la UNC nos dicen que más de un 75% de éstos ignoraban quiénes fueron Bernardo Houssay y Federico Leloir, premios Nobel argentinos de Fisiología y Bioquímica respectivamente ...
- Un importante diario del interior publica una pequeña sección fija titulada Ciencia y Técnica en la que incluye noticias sobre la Pequeña y Mediana Empresa, Publicidad y Marketing, Derecho Comercial, etc.
- En un conocido programa televisivo de alcance nacional se entrevistó hace un mes a un panel integrado por una antropóloga, una oncóloga, y un físico teórico sobre el papel de la ciencia y la tecnología en nuestro medio. A continuación, y como complemento, se emitió un video donde un astrólogo exponía lo que él decía era el horóscopo del país. El conductor del programa no dio oportunidad para mostrar la reacción de los científicos.

Una auténtica revolución se extiende por el mundo, tanto por sus descubrimientos como en sus aplicaciones, y nuestra comunidad asiste a ella con escasa capacitación para interpretarla, mucho menos seguirla e integrarse

a la misma. La mutua exclusión entre ambas culturas, que se traduce en nuestro caso en un monopolio de los medios y de los centros de decisión por parte de una de ellas, conduce a que la sociedad desconozca la actividad creadora de los científicos con las consabidas consecuencias de olvido y ostracismo social. Leon Lederman, premio Nobel de Física 1988 dice respecto de la situación en los EE.UU.:

... estamos frente a un avance cada vez más acelerado del conocimiento, frente a un estamento cada vez mayor de ciudadanos incapaces de comprenderlo lo suficiente como para dar forma a las decisiones necesarias. Aquí incluyo al Congreso, a los responsables de la Administración del estado, a los ejecutivos, a los presidentes de las universidades y al profesorado de las facultades de ciencias sociales y humanidades. ¡Con cuanta frecuencia he oído a distinguidos literatos confesar con orgullo su analfabetismo científico! Esa es una forma barata de ganar popularidad con su auditorio. Pero ese analfabetismo científico amenaza tanto al sistema democrático como a la comunidad científica y por ello, a la larga, se pone en peligro la salud económica de la nación. Se están tomando cada vez más decisiones nacionales importantes que afectan el conocimiento científico, basadas en la ignorancia y falsos conceptos ...

Pero tampoco los científicos están exentos de culpa: ellos tienden a rehuir la exposición pública, sea por timidez, por temor a la manipulación, al desgaste, o a la crítica de sus pares. Acostumbrados por formación a pensar en términos de leyes objetivas y universales, usualmente fracasan en el ejercicio de la política, cuyas leyes son flexibles y fluctuantes: por eso generalmente la rehúyen. Sin embargo está sólo en ellos recuperar terreno en el contexto social mediante una perseverante y paciente acción de enseñanza y difusión del conocimiento científico en todos los estamentos sociales. Si la comunidad científica no toma la iniciativa, difícilmente encontramos hoy personas de la otra cultura que lo hagan, de suerte que el espacio vacante en la sociedad acabará llenado por burdos remedos de ciencia, y quienes se hallen en los centros de decisión carecerán de la formación mínima necesaria para ejercer correctamente su función.

Esto no fue siempre así: en el pasado las dos culturas no estaban separadas y un hombre culto era versado tanto en ciencias como en humanidades y artes, bástenos recordar a Franklin en los EE.UU. y a Sarmiento en Argentina. Fue el rápido crecimiento de la ciencia en este siglo el que impulsó la especialización y el surgimiento de las dos culturas.

UNA CULTURA INTEGRADA

Resulta pues claro que una sociedad moderna debe poseer por lo menos una formación básica en ciencias debidamente actualizada, ya que sólo así sus integrantes podrán

- Satisfacer la genuina curiosidad que existe entre los humanos, curiosidad que se incentiva cuanto más se la intenta llenar.
- Constituir una ciudadanía informada sobre las ciencias, capaz de tomar decisiones serias y armónicas con la naturaleza y con nuestros semejantes.
- Ser menos emocionales y más racionales en su accionar como comunidad.
- Elegir mejor sus representantes.

El cosmólogo británico Fred Hoyle reflexiona en uno de sus libros que si el Congreso de la Unión Americana hubiera tenido como senadores a uno o dos físicos en la década del 50, no habría prosperado el McCartismo, pues esos físicos habrían podido demostrar a sus colegas senadores que las leyes científicas, al ser universales, habrían conducido inexorablemente al desarrollo de una tecnología nuclear en otros países.

- Poseer una formación suficiente como para que una fracción de la sociedad elija dedicarse vocacionalmente sea a la docencia (como transmisores de conocimientos), sea a la investigación (como creadores de nuevos conocimientos).
- Generar una realización positiva conducente a una cultura científica seria y continuada que impulse aquí un fenómeno social que Poincaré describió con elocuencia hace ya un siglo:

Es suficiente abrir los ojos para ver que las conquistas de la industria que han enriquecido a tantos hombres prácticos no habrían existido jamás (...) si no hubieran sido precedidos por locos desinteresados que murieron pobres, que jamás pensaron en la utilidad y que sin embargo tenían otra meta, además de su solo capricho.

Un caso típico es aquél del matemático francés Radon quien investigó, a fines del siglo pasado, abstractos y aparentemente inútiles problemas geométricos. Sus teoremas se publicaron en revistas especializadas y parecía que perdurarían allí por siempre como testimonio de la

laboriosidad e ingenio que pone el hombre en la búsqueda del saber por el saber mismo. Hace pocos años sin embargo, los resultados de Radon condujeron al desarrollo de la tomografía computada, de cuyas concretas aplicaciones y utilidad nadie tiene la menor duda. Ningún funcionario de aquellos que sólo buscan transferencias a priori habría podido prever este desenlace ...!

Una cultura integrada, que salve el abismo entre las dos culturas, que combine humanismo y ciencias, es un ideal clásico que debemos volver a recrear. Es un imperativo para el siglo XXI.

ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA

Permítaseme comenzar evocando ciertos hechos del pasado:

- El entonces Observatorio Nacional Argentino fue creado por Sarmiento hace 120 años. Su primer trabajo de envergadura fue la Uranometría Argentina, el primer catálogo homogéneo de las estrellas visibles a simple vista en el hemisferio sur. Este proporciona coordenadas y brillos de miles de estrellas, delinea las constelaciones australes, y esboza el contorno de la Vía Láctea y las Nubes Magallánicas con criterio científico. Esta fue la primera contribución a una imponente serie de 38 volúmenes en cuarto que condensa la obra astrométrica del Observatorio de Córdoba a lo largo de un siglo.

El Ministerio del que dependía el Observatorio entendió que una obra tal era digna de darse a conocer a la comunidad y confeccionó una prolija edición reducida del Atlas de la Uranometría Argentina que fue distribuida en 1905 entre las escuelas primarias y secundarias y las bibliotecas populares de todo el país.

- Tres fueron los institutos fundacionales de la Universidad Nacional de la Plata: uno de ellos era su Observatorio Astronómico.
- En 1942 la grandes naciones del globo se debatían en una guerra cruel y deshumanizada. En ese mismo año nuestro país ponía en operaciones en las sierras de Córdoba un genuino cañón de la paz: un telescopio reflector que se contaba entonces entre los mayores del mundo:

Así nació la astrofísica observacional en Argentina.

- Al promediar el presente siglo aparecen los primeros astrónomos formados en el país, fruto de sendas escuelas en La Plata primero y Córdoba después. También se crean sucesivamente los Observatorios de San Juan, El Instituto Argentino de Radioastronomía, el Instituto de Astronomía y Física del Espacio, y la Estación Astronómica del Leoncito.
- Desde 1929 la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía enseña y difunde la astronomía a nivel popular desde Buenos Aires, siendo seguida por varias otras organizaciones en el interior: Bahía Blanca, Resistencia, etc.
- Hasta hace unos años se impartían nociones de astronomía en la mayoría de los colegios secundarios del país bajo el nombre de "Cosmografía". En las escuelas primarias se continúan impartiendo nociones elementales aún ahora.
- Desde hace un cuarto de siglo no se toman iniciativas de envergadura para el crecimiento y desarrollo de la Astronomía: sólo hemos completado proyectos concebidos con anterioridad a ese lapso, como es el caso del Complejo de El Leoncito.

De lo dicho se desprende que la astronomía como ciencia tiene arraigo y tradición en el país, pero durante los últimos decenios su vigencia ha ido decayendo en la consideración pública y gubernamental. Un hecho alarmante es la omisión de la Astronomía en los programas de estudio a nivel secundario: es una ironía que ello suceda en una era de dramática expansión de la exploración del Sistema Solar y de nuestros conocimientos acerca del Universo ... o una broma cruel de la cultura dominante, que elige seguir contemplando su propio ombligo.

Cito a continuación un fragmento de una carta de R. Mendez a las autoridades educativas que define con claridad el problema:

... mi principal preocupación es la notable ausencia de la Astronomía en los programas de estudio de nivel secundario. Creo que ello es un error, dado el enorme potencial formativo de esta ciencia. Las nuevas generaciones se irán educando a espaldas de los desarrollos más notables de la Astronomía moderna, perdiendo así la oportunidad de adquirir una idea más ajustada del papel del hombre en

el cosmos, y de los límites de la Tierra como planeta; límites con los cuales probablemente tropezaremos con violencia en el siglo XXI.

IMPORTANCIA DEL HOGAR

Una actitud receptiva del niño y el joven hacia la educación en general y las ciencias en particular se gesta principalmente en el ámbito familiar. Dentro de éste la presencia del libro como elemento de consulta, aprendizaje, y recreación es tan esencial como el ejemplo de los padres en su uso. Un medio tan versátil como la TV adolece de dos defectos: uno accidental y otro básico. El primero consiste en la oferta de programas que, salvo contadas excepciones, agreden y trivializan la personalidad de los niños y jóvenes (y de no pocos mayores!). Esto podría, y debería, solucionarse con una red educativa que ofrezca calidad e información sin concesiones a un facilismo mediocrizante. Pero aún así, los medios audiovisuales tienen la debilidad de no estimular la imaginación ni fijar la corrección del lenguaje: ello es privativo de la lectura.

EN LA ESCUELA PRIMARIA

La Astronomía se introduce recién en el último grado entre los fundamentos de la Geografía a través del concepto de la Tierra como planeta y del Sistema Solar; con la Luna, sus fases, y los eclipses se introducen las apariencias que muestran los astros. A ello se agrega el concepto del Sol como estrella, las estrellas y Vía Láctea y una noción somera del Universo. Sería interesante incluir el conocimiento práctico de las principales estrellas y constelaciones y su utilidad como medio de orientación. Conviene observar aquí que en muchos currícula y manuales de grado de los docentes figura como uno de los primeros objetivos la visita a un Observatorio astronómico, lo que no necesariamente se realiza.

En otras disciplinas no hay que descuidar el concepto de la Tierra como planeta aislado, finito en su capacidad de soportar la vida y las consecuencias que ello importa para el género humano y la conservación de la naturaleza.

EN LA ENSEÑANZA SECUNDARIA

Los cursos de Física pueden introducir aplicaciones astronómicas simples de la ley de Newton y del efecto Doppler. Con el decaimiento radioactivo puede explicarse la determinación de la edad de la Tierra. En los cursos de química debería mencionarse la síntesis de los

elementos como proceso vigente en el interior de las estrellas y la existencia de compuestos moleculares, incluso orgánicos, en las nubes interestelares.

Cuando en los cursos de Historia se hace referencia a las culturas aborígenes americanas es conveniente mencionar sus conocimientos astronómicos.

La Geografía General debe reiterar las nociones astronómicas clásicas: orientación, conocimiento de las apariencias que ofrecen los astros, constelaciones; medida del tiempo. La Tierra como planeta, su singularidad, y procesos geológicos como la deriva continental.

Esto no excluye la inclusión de la Astronomía por sí misma, con énfasis en los aspectos astrofísicos: Los planetas y satélites de nuestro sistema solar a la luz de la reciente exploración con ingenios espaciales; la evolución de las estrellas; novas y pulsares; la evolución de nuestra galaxia, su estructura y dinámica. Las galaxias y la expansión del Universo; los cuasares, el origen y evolución del Universo.

Una vez sentadas las bases físico-químicas para la existencia de la vida, se pueden realizar buenos trabajos en Biología analizando las posibilidades de vida en el Universo.

DEL METODO

Estudios recientes han concluido que en pocos años más el grado de analfabetismo científico de la población mundial la tornará incapaz de comprender los contenidos mínimos de un diario ... Skinner expresa este problema así

Existen más personas en el mundo y la mayoría de ellas aspiran a una mejor educación. La demanda no podrá enfrentarse con la simple construcción de más escuelas y con el entrenamiento de un número mayor de profesores: Es preciso que la educación sea más eficiente.

Por eso no sólo es importante el qué enseñar sino el cómo hacerlo. Para ello es preciso una capacitación adecuada de los docentes y una metodología que despierte el interés del estudiante.

Aunque exista el deseo del alumno y la voluntad del docente nada habrá de resultar sin una adecuada comunicación entre ambos, sea verbal o no, escrita, por imágenes, etc. Todos estos canales deberían estar en operación continua y simultánea llevando y trayendo mensajes entre el docente y los alumnos. La situación ideal es, por supuesto, el diálogo entre dos individuos, pero el docente difícilmente pueda

llevar a cabo una tarea tal. Es conveniente entonces dejar el flujo de información a cargo de la palabra escrita (apuntes, textos) y generar un diálogo múltiple entre docente y alumnos que haga uso de los conocimientos adquiridos con la lectura.

Los temas a discutir en clase surgen principalmente del interés del estudiante. Por ejemplo:

- La vida extraterrestre.
- Objetos intrigantes como los agujeros negros, cuasars, pulsars, etc.
- Temas para el debate: platos voladores, la astrología, etc.
- Exploración del Sistema Solar.
- Hechos circunstanciales, como por ejemplo la Supernova en la Nube Mayor de Magallanes, eclipses, aparición de cometas, etc.

Por otra parte, debemos inducir a nuestros niños, ya desde la escuela primaria, a pensar experimentalmente, y a desarrollar su capacidad de observar antes de que esas tendencias naturales sean domeñadas por el no toque eso! o por la omnisapiencia del docente. Por ejemplo,

- Pedir a los alumnos de grado que miren a través de la ventana del aula y citen hechos observables de los cuales se puede concluir que se está en el hemisferio sur, o en primavera, etc.
- Generalizar, recurriendo a una carta rutera y a la distancia angular entre dos localidades, el método de Eratóstenes de determinación del radio de la Tierra.
- Etc., etc.

La educación secundaria debería orientarse de suerte de dar al estudiante la formación amplia y flexible que necesitará para enfrentar un futuro cambiante e ir más allá de los temas que aún los mejores maestros actuales piensan que son los más importantes. Debe insistirse siempre que la ciencia no es un libro cerrado, sino por el contrario, está en constante evolución, autocorrigiéndose ante la evidencia de nuevos hechos experimentales, de nuevas observaciones, y que es esta flexibilidad la esencia de su éxito. La lección que nos da la Ciencia es una de humildad para con el conocimiento: la duda es un acto eminentemente racional. Es mucho más interesante vivir con la duda e incertidumbre, que hacerlo en la firme creencia de verdades que podrían estar erradas.

EL OBJETIVO MINIMO:

En lo que a la Astronomía se refiere, los jóvenes deberían adquirir una formación que los califique por lo menos como astronómicamente alfabetizados. Es frecuente que una persona culta experimente una mezcla de incomodidad y frustración ante faltas de ortografía allí donde nunca jamás deberían verse u oírse: en diarios o revistas, en avisos publicitarios, etc., lo mismo que ante faltas de coordinación verbal proferidas por locutores y entrevistados en los medios audiovisuales. Análogamente existen carencias que denotan lo que podríamos llamar analfabetismo astronómico, por ejemplo:

- Titular de un diario: *La fase llena favoreció la observación del eclipse de Luna*
- Dibujo en otro: Cielo nocturno estrellado y una luna con sus cuernos apuntando hacia abajo.
- En un artículo sobre Urano en una revista de divulgación científica se habla de la ocultación del planeta por una estrella.
- En un semanario de vasta circulación se dice que los EE.UU. emplea dos husos horarios porque su territorio se parte exactamente al E y el O del meridiano de Greenwich.
- Globos terráqueos (en TV ó en carteles publicitarios) que rotan en sentido opuesto al verdadero.
- Un programa de televisión que se emite al amanecer en Buenos Aires muestra una salida de sol captada con teleobjetivo, lástima que ésta corresponda claramente a una localidad situada en el hemisferio norte y latitud bastante mayor que treinta grados!

¿Qué importancia tiene salvar estas carencias? El primer caso denota ignorancia del mecanismo de los eclipses y el segundo desconocimiento del de las fases de la Luna. Los medios deben ser conscientes del papel fundamental que juegan en la cultura y no tienen derecho a exhibir carencias que invalidan la formación que aspiramos para nuestros ciudadanos. Curiosamente creo que más grave son los dos últimos casos, pues crean un condicionamiento subliminal. Para colmo de males la secuencia de la salida de sol es bellísima e invita a su contemplación!

DIFUSION DE LA ASTRONOMIA

El creciente desarrollo de los conocimientos científicos torna rápidamente anticuada la formación que se da en las escuelas y colegios; ello requiere una doble tarea: actualizar la información de los docentes por una parte, y mantener un programa sostenido de difusión y divulgación de las ciencias por medio de libros y recursos audiovisuales.

Debería estimularse la producción de libros de diversos niveles de divulgación entre los astrónomos, no necesariamente textos. La comunidad astronómica de nuestro país, cuya profesionalidad nadie pone en tela de juicio, se halla en deuda con sus compatriotas en este sentido. También es preciso inducir a la industria editorial local a superar la comodidad de editar traducciones de obras ya exitosas en otras partes del mundo y a arriesgar apostando además por autores locales. Aunque en menor grado, esto también reza para nuestras editoriales universitarias.

Si tuviésemos una red televisiva dedicada a una cultura integrada, sólo habría que desear que su programación en ciencias en general, y de la Astronomía en particular, tuviese calidad, completitud, y actualidad. Como éste no es el caso, enfrentamos una pobre programación en ciencias en los medios televisivos, incluso en televisoras universitarias.

Dentro de este panorama reticente existen, empero, excepciones:

- Una emisora de TV cable en una localidad de la provincia de Córdoba cuya programación diaria de documentales científicos compite exitosamente con noticieros y programas favorecidos en horas preferenciales: ello es todo un ejemplo!
- Un activo grupo originado en el Observatorio de La Plata está desarrollando desde hace pocos años nuevas y creativas técnicas de enseñanza de la Astronomía. Recurre a dramatizaciones, plástica, títeres, etc. con singular éxito entre los niños. Recientemente ha editado *El Quesun* un diccionario de Astronomía para niños.
- En Córdoba se está desarrollando un proyecto, auspiciado por la Universidad, sobre el desarrollo de técnicas para la enseñanza de la Astronomía en las escuelas primarias y secundarias. En conjunto con el grupo platense se está haciendo un estudio sobre la conceptua-

lización del sistema Tierra/Luna/Sol entre niños de 6 a 11 años de edad.

- En la Patagonia, en Esquel, el grupo de enseñanza de la Física se ha preocupado en producir interesantes guías de actividades para la enseñanza de la Astronomía.
- La Asociación de Profesores de Física de la Argentina edita una revista orientada hacia la capacitación y mejora de los docentes en esa área. A partir de sus próximos números, extenderá su temática también hacia la Astronomía.
- El funcionamiento de dos planetarios respectivamente en Buenos Aires y Rosario es de vital importancia para la difusión y actualización de los conocimientos astronómicos, una tarea que vienen desarrollando con mucha calidad y profesionalismo. Sería de desear que, dada la ubicación geográfica de los mismos en el litoral, se habiliten otros en el interior.
- Los observatorios del país tienen siempre sus puertas abiertas a colegios y el público en general para la observación con instrumentos y sesiones audiovisuales.

EPILOGO

Con estas reflexiones he querido transmitir a los lectores lo que entiendo son los problemas que enfrenta la enseñanza y difusión de los conocimientos astronómicos en nuestro país en los umbrales del siglo XXI. Se trata de una exposición muy personal e incompleta; esencialmente es un pretexto para comenzar una discusión fructífera y constructiva, para despertar inquietudes, para intentar cerrar la brecha entre las dos culturas ...

El autor agradece a sus colegas, Dres. L. A. Milone, R. F. Sisteró, y J. J. Clariá, los comentarios y sugerencias que le hicieron para la preparación del presente MS. El Prof. Suarez, que generosamente contribuyó con informaciones, ejemplos y sugerencias, compromete su sincero reconocimiento ...
V. C. Paz, Junio de 1991.

BIBLIOGRAFIA

1. Fred Hoyle - *De Stonehenge a la Cosmología Contemporánea* - Alianza Ed. Serie Ciencia y Técnica - Colección El Libro de Bolsillo.

2. L. Lederman - Mayo-Junio 1990 - *Ciencia Básica y Desarrollo* - Ciencia e Investigación - 44 - N° 2.
3. H. Poincaré - *Ciencia y Método* - Vol. 409, Colección Austral, Espasa-Calpe.
4. C. P. Snow - *Las dos Culturas, y Un segundo enfoque* - Alianza Ed. sección Humanidades de la Colección El Libro de Bolsillo - Madrid.