

## **NUEVAS TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA**

**ARTURO GÓMEZ-POMPA**

### **Investigador del Instituto de Biología, U.N.A.M. Discurso inaugural como Vicepresidente de la Sociedad en 1967.**

Antes de empezar con el tema de mi plática, quiero pedir disculpas por haberme tomado la libertad de usar la palabra "nuevas" aun a sabiendas de las restricciones de su significado. Mi única intención es la de presentar algunas ideas sobre la enseñanza de nuestra ciencia que no se ajustan a la tendencia general de la enseñanza de la biología en nuestro país, tanto en el pasado como en el presente.

Existe en la actualidad una preocupación muy grande en muchos países por la enseñanza de las ciencias a todos niveles. Esta preocupación está íntimamente ligada al rapidísimo desarrollo de la ciencia y la tecnología en el presente siglo y a la lentitud con que han cambiado los sistemas educativos. Sin embargo, existen indicios de que la enseñanza de la ciencia está cambiando en forma radical en muchos países para hacer frente al vertiginoso desarrollo científico actual.

Los cursos de Biología vienen modificándose también en forma ostensible a todos los niveles como respuesta a la preocupación expresada por maestros de todos niveles en muchos países. Siendo los cursos de nivel medio, los que han sufrido los cambios más notables y a los cuales nos seguiremos refiriendo en forma principal en el desarrollo de este trabajo, aun cuando las ideas son generales y aplicables a cualquier curso de Biología.

Maheshwari en la India escribió: "Se discute algunas veces que nuestros textos de Biología son ya enciclopédicos y que es casi imposible añadir más material en vista del tiempo a disposición de los estudiantes. Esto sin duda demuestra alguna dificultad, porque el conocimiento científico se dobla cada 10-15 años. En verdad el siglo XX ha suministrado mucha más información que los últimos 5 000 años. Este conocimiento debe venir siendo incorporado a los amplios conceptos biológicos. Para hacer esto, se deben suprimir otras porciones. Hechos aditivos y detalles innecesarios deben ser eliminados. Específicamente un estudiante no necesita gastar mucho tiempo aprendiendo las diferentes formas de huesos y de hojas. Mucho podría ahorrarse estudiando la anatomía y fisiología de un órgano dado. Por largo tiempo he considerado la falta de un buen texto de biología. La mayoría de los textos existentes recalcan solamente los aspectos descriptivos de la materia, ignorando los más nuevos y más fundamentales conceptos biológicos. Ellos son, en parte al menos, responsables de influenciar adversamente la imagen pública de la biología y de relegarla a una posición subordinada en la lista de las ciencias". Es interesante mencionar que Maheshwari ha sido uno de los mejores embriólogos vegetales del mundo.

Hay varios aspectos que creo pertinente aclarar de lo anteriormente expuesto.

Primeramente, es el hecho del aumento explosivo de la información en biología; a principios del siglo o a fines del siglo pasado, los cursos y textos de biología incluían una proporción grande del conocimiento acumulado y el estudiante "podía" aprender gran parte de lo que se

conocía. Sin embargo, en la actualidad nos resulta inconcebible tratar de que el alumno aprenda lo que se sabe de nuestra ciencia. A pesar de que posiblemente nadie pueda poner en duda esto, existen maestros que en su actitud reflejan inconscientemente esta tendencia de tratar de comprender en un curso el conocimiento acumulado. Uno de los síntomas de estas tendencias es muy conocido por todos nosotros y se refiere a la inquietud de los maestros al final de su curso por "terminar" el programa y que a marchas forzadas vierten al alumno un torrente de información, que ni el maestro ni el alumno digieren y que lo único que provocan, es un embotamiento por parte del alumno para el examen final. Lo curioso en este hecho es que a pesar de que el mismo profesor está consciente de esto, sigue haciéndolo año tras año.

Aparentemente este hecho es uno de los que más ha llamado la atención, pues su solución plantea una idea muy importante: que es la imposibilidad de que el maestro cubra todo lo que se sabe de una ciencia (digamos un curso de biología general), ya que existe la restricción tiempo-maestro-curso, que impide afortunadamente intentar cubrir toda la información relacionada con el curso.



Doctor Arturo Gómez-Pompa, Vicepresidente de la Sociedad en 1967

Doctor Arturo Gómez Pompa, Vicepresidente de la Sociedad en 1967.

Esto nos lleva directamente a buscar soluciones a este problema y no tenemos más que tres posibles salidas:

- a) Restringir la información general del curso.
- b) Reducir la información transmitida por el profesor al alumno.
- c) Que el alumno cubra por su propia cuenta algunos aspectos netamente informativos

Todo esto nos lleva al segundo gran problema de la enseñanza de la biología, que se refiere a la información.

De nuestra experiencia, la enseñanza de cursos de biología de preparatoria y de nuestras pláticas con maestros de ese nivel, puede señalar algunos problemas relacionados con el aspecto de información:

- a) Una de las más grandes calamidades de nuestra enseñanza es la transmisión de información errónea. Desde luego que esto no es general, pero sí muy frecuente. Este hecho tan simple, no es único de México, sino muy frecuente en muchos otros países y ha sido mencionado por

varias personas. Desde luego que esta falla está ligada a una preparación inadecuada del profesor, ya sea previa a la clase o lo más lamentable, a una preparación profesional deficiente.

Una consecuencia de este problema es la negación de muchos maestros de adoptar un libro de texto, aduciendo, que no existe ningún texto que se "ajuste" a su curso, sin embargo, en el fondo, existe el temor de que el alumno realmente estudie un texto que ha sido meditado, corregido una y más veces y que el contenido del mismo ponga en un brete al profesor. Por otro lado existe el gran problema, de que si el alumno tiene un texto, entonces de que va a "hablar" el profesor en su clase teórica. Existe tradicionalmente la idea de que una clase teórica es una transmisión de información que el maestro da al alumno; si esto fuera cierto, definitivamente el maestro está en desventaja con los libros. Sin embargo, para nuestra felicidad, incluso en la enseñanza tradicional, el maestro no sólo es un repetidor de información, sino una persona que digiere y explica temas complejos o importantes.

b) Otro aspecto ligado con el problema de la información es la selección de la misma. Frecuentemente en los cursos de biología general la información está vinculada por un lado al programa y por otro al interés, capacidad y tiempo disponible por el maestro de la materia. Es muy frecuente que la información más importante para la ilustración de un fenómeno biológico, no sea presentada por deficiencias del profesor. Esto es perfectamente explicable, pues es muy difícil que un profesor de enseñanza media esté al tanto de los avances recientes en todos los campos de la biología que incluye su programa. Sin embargo, lo menciono porque creo que es otro de los aspectos necesarios que admitamos que es necesario corregir.

c) Otro problema relacionado con la información de un curso de biología, se refiere a los objetivos que se persiguen con la información misma. En otras palabras: la estructura de los cloroplastos al microscopio electrónico es muy interesante, así como las características del ADN, sin embargo, en forma aislada sólo son un conjunto de informaciones. El conjunto de datos y hechos no son en sí mismos los objetivos de un curso, pues si esto así fuera, ningún curso cumpliría con estos objetivos, pues es bien sabido el hecho que unos meses después del examen final de un curso, la información retenida es mínima y probablemente dicha información ni siquiera sea una buena muestra de lo que fue el curso. Además, es necesario recalcar que la información está cambiando rápidamente, con relación a esto Schwab (1961) en su trabajo sobre "Algunas reflexiones sobre la educación de ciencia" nos dice. "Por el ritmo actual de investigación en el mundo occidental, estimo que la duración de un ciclo de revisión en una ciencia promedio es de aproximadamente 15 años. Entonces, el conjunto de conocimientos adquiridos en la forma tradicional por una persona graduada en 1960 será inadecuada en 1968 y para 1975 será tan obsoleto como las nociones de los humores corporales, el éter o el átomo impenetrable. La implicación en conjunto de este proceso revisionario para la educación científica obviamente nos asusta. Significa, además, que la noción de cubrir un programa, de transmitir el conocimiento actual de un campo, que era la esencia misma de la enseñanza en un tiempo, se ponen en duda. Significa también, que el poseer un conjunto grande de conocimientos sobre un tema dado, no es suficiente y no será suficiente para calificar a una persona como el mejor maestro de ciencia".

De todo esto nosotros debemos deducir que el problema es grave y que debemos buscar otros objetivos y otra metodología.

d) Otro problema ligado también con los anteriores es el referente a los libros de texto. La evolución de los conocimientos ya mencionada anteriormente, tiene un efecto notable sobre los libros, pues el libro de hace unos 5 años, resulta anticuado hoy. El sistema tradicional de la acumulación de información ha seguido siendo hasta nuestros días, la característica de gran parte de muchos textos que dan la impresión más que de libros de enseñanza, de libros de consulta.

Es totalmente evidente que en prácticamente todos nuestros cursos de nivel medio y superior existe una falta clara de objetivos para los mismos. Más que razonamientos lógicos que sean del conocimiento tanto de profesores y alumnos, se han aducido causas ajenas al interés mismo de la enseñanza. Realmente da mucho que pensar si planteamos algunos objetivos de mayores alcances para nuestra enseñanza de biología de nivel medio.

Probablemente el objetivo en que la mayoría estuviera de acuerdo para un curso de nivel preparatorio, sería el de dar una cultura biológica al estudiante, sin embargo, cabe hacer la pregunta: ¿Se alcanza realmente este objetivo por la mayoría de los cursos? Bajo el nombre de cultura biológica se pueden encubrir los más variados conceptos y no todos son dignos de tomarse en cuenta para la planeación de un curso.

Otro objetivo muy importante y que actualmente tiende a opacar a muchos otros, es el introducir al estudiante a lo que realmente significa la ciencia de la biología, en hacerle comprender su espíritu y en apreciar sus métodos. En entender a la biología como una ciencia en constante cambio y no como una ciencia formada por un conjunto de verdades irrefutables, en hacer comprender al estudiante que nuestra ciencia es algo más que un conjunto de nombres latinos, de partes de órganos, estructuras químicas y definiciones. Se debe tratar de poner en contacto al alumno con los hechos científicos y los datos sobre los cuales descansan los principales conceptos y teorías biológicas.

Posiblemente podríamos seguir elaborando mucho más sobre estos objetivos, quizá podríamos añadir más ideas, sin embargo, por esta ocasión dejamos esto a la inquietud de todos ustedes. Lo importante de esto es despertar la inquietud en los maestros por estos problemas, que se den cuenta que aquello que han enseñado por años y años no necesariamente es lo más importante ni adecuado de continuar así y que el momento actual es un momento de cambio y que necesitamos pensar y revisar continuamente lo que estamos haciendo en nuestra enseñanza.

Para dar una idea más clara de la importancia de estos hechos, me permitiré mencionar a ustedes los 7 puntos que sacaron en conclusión un grupo de biólogos distinguidos norteamericanos en 1960 sobre los cursos tradicionales de Biología de nivel medio en los Estados Unidos (Andrews, 1964).

a) Representan en forma mínima a la ciencia de la biología.

b) Estaban anticuados con relación a los conocimientos y teorías actuales.

- c) Eran fragmentarios y sin coherencia.
- d) No presentaban a la biología como una disciplina.
- e) Forzaban a la memorización más que al entendimiento.
- f) El trabajo de laboratorio, si existía, no mostraba el aspecto investigativo de la biología
- g) Se enseñaba más como dogma que como una ciencia en desarrollo.

Ha sido la presentación de estos defectos en diversos países lo que ha traído a su inicio lo que se ha dado en llamar la "Revolución Biológica". Los participantes de esta "revolución" son muchos en muy diversos países. Sin embargo, los Estados Unidos destacan en forma definitiva en este aspecto y muchas de sus iniciativas han sido seguidas por otros países.

Grupos de biólogos, Universidades aisladas o asociaciones internacionales están participando en esta revolución. No tengo conocimiento profundo de todas las nuevas tendencias que han salido de todo este movimiento, sin embargo voy a mencionarles algunas que considero, que a pesar de que aparentemente son opuestas presentan puntos de similitud muy notables y de las cuales podemos sacar ideas útiles.

Sistema de Purdue. La primera tendencia es más bien un método de enseñanza distinto. Se desarrolló por el Dr. S. N. Postlethwait para un curso de Botánica General en la Universidad de Purdue en el Estado de Indiana en los Estados Unidos. El postulado básico para este tipo de enseñanza es presentado por Postlethwait (1965) de la siguiente manera: "La mejor manera de educarse es la autoeducación. A menudo se menciona esto, para enfatizar el papel que el estudiante desempeña en la búsqueda del conocimiento. Las principales contribuciones que el profesor puede hacer en este proceso son: servir de guía, dar oportunidades y fomentar el entusiasmo para el aprendizaje del alumno".

El método consiste en tener en el laboratorio una serie de casillas en número variable, cada una tiene una grabadora, libros, equipo de laboratorio y materiales adicionales, así como un pequeño proyector de cine (Fig. 1).

Un curso con este sistema incluye tres partes principales:

- a) Sesiones de asamblea general. Estas sesiones son de tipo ordinario de conferencias de los cursos convencionales y se utilizan para orientación del curso para presentar conferencistas invitados, para ver películas, para ampliar conceptos del curso y para revisión o repaso.
- b) Sesiones de estudio independiente. En estas sesiones los alumnos dedican el tiempo que quieran o tan frecuentemente lo necesiten. Durante estas sesiones en el laboratorio de autoinstrucción el alumno lee, escucha, escribe, observa o trabaja en los invernaderos, etc., bajo el tutelaje del maestro cuya voz en la cinta lo guía e instruye, todo esto bajo la supervisión de un instructor en el laboratorio. El laboratorio está abierto 14 horas diarias, 5 días por semana y siempre está un instructor presente.

c) Sesiones de exámenes cortos. Estas sesiones son a manera de un seminario y examen oral no formal, que previene el atraso de algunos estudiantes y al mismo tiempo da la oportunidad de discutir lo visto en la semana y dar comentarios al respecto.



Fig. 1

Como parte del curso se dan al alumno 4 problemas a través del curso:

1. Se indica la investigación, el método y materiales y los datos que debe obtener, él debe analizar los datos.
2. Igual que el anterior, pero los datos él los obtendrá y analizará.
3. Se le indica la investigación pero él decide el método, materiales y analiza sus propios datos.
4. El debe desde plantear el problema hasta analizar los datos.

En realidad el sistema de Purdue no deja de ser más que un sistema que podría ser bueno o malo, de acuerdo con el tipo de estudiantes que se emplee, el maestro que planea el curso y las facilidades para realizarlo. Lo interesante del mismo es que el contenido y enfoque de los cursos es notablemente distinto.

Biología BSCS. Probablemente el paso más significativo para el mejoramiento de la enseñanza de la Biología fue la creación del Biological Sciences Curriculum Study por parte del Instituto Americano de Ciencias Biológicas, como una respuesta a todas las inquietudes planteadas por muchos biólogos en los Estados Unidos. La función de BSCS era la de estudiar los currícula de biología de la enseñanza media en los Estados Unidos y tratar de hacer una revisión de fondo para sugerir cambios que condujeran a un mejoramiento en la enseñanza de esta disciplina en las escuelas de enseñanza media.

Para lograr este objetivo en el verano de 1960, 69 personas que incluían lo mejor de los investigadores, profesores y educadores en Biología de los Estados Unidos se reunieron y de esa reunión salieron los primeros materiales experimentales que fueron probados por cientos

de profesores y miles de alumnos. De esta reunión salió una nueva filosofía en la enseñanza de la biología y tres modalidades (versiones) para los cursos de biología que fueron denominados arbitrariamente por tres colores: verde, azul y amarillo.

Antes de hablar de estas versiones y los materiales adicionales explicaré en forma breve lo que consideramos como la contribución más importante o sea la filosofía de la enseñanza de la biología propuesta.

Esta filosofía consiste principalmente de los siguientes puntos:

1. Se aceptaron 9 principios como los unificadores para un curso de biología, con 7 niveles de organización de los seres vivos Fig. 2
2. Se postula que la autoenseñanza debe ser un objetivo en un curso de biología. Pues permite al maestro dedicar más tiempo para trabajo creador y constructivo del curso y al alumno lo induce a una disciplina mental de autopreparación de gran valor en el futuro.
3. Biología debe enseñarse con énfasis en laboratorios. Pero no el tipo de laboratorio tradicional de ilustración y demostración de fenómenos vistos en clase teórica, sino un laboratorio que sea experimental y cuantitativo hasta donde sea posible. Laboratorio en donde el alumno "descubra" y sienta las mismas satisfacciones y preocupaciones de los biólogos.
4. Presentar a la biología como una ciencia de indagación, o sea como una ciencia en busca de la verdad, de la información y del conocimiento.

Con la finalidad de ayudar a los profesores y a las escuelas a mejorar su enseñanza el BSCS ha producido una enorme cantidad de materiales que vienen siendo usados directa o indirectamente, por cientos de miles de estudiantes, no solo de los Estados Unidos sino de muchos otros países como: Argentina, Brasil, Canadá, Dinamarca, Inglaterra, Israel, Rusia.

Los principales materiales que se han producido en este movimiento renovador en la enseñanza media de Biología en los Estados Unidos (Andrews, 1964) y que vienen siendo usados por más de la mitad de los estudiantes de "High School" en ese país son:



Fig. 2

1. Tres textos de biología (versiones). Cada uno con diferentes enfoques y que han sido llamados, versiones verde, azul y amarilla. (Fig. 3). La primera con un enfoque en ecología y comportamiento, la segunda con un enfoque de biología molecular y la tercera con un

enfoque en fisiología celular y genética (Figs. 4 y 6). Estas tres versiones tienen un porcentaje mayor del 50% en común y difieren sólo en la profundidad en que tocan los tres diferentes aspectos. Cada uno de estos cursos consta del libro de texto, con su manual de laboratorio y con un manual para el maestro tanto para el texto como para el laboratorio (Fig. 7).

2. Manual para el maestro. Además de los manuales para el maestro específicos de cada versión, el BSCS ha producido un libro que incluye datos generales sobre la revolución en la enseñanza de la biología, sugerencias para estimular el interés de los estudiantes a través de un número elevado (44) de "invitaciones a razonar", en las que se plantean problemas con base en un número parcial de hechos y datos que inducen al alumno a plantear hipótesis, buscar nuevos datos o interpretar resultados como parte de sus clases teóricas y prácticas. Incluyen además información condensada de campos básicos necesarios para el profesor de biología (Fig. 8).

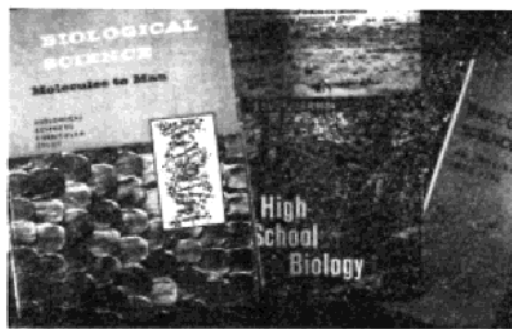


Fig. 3

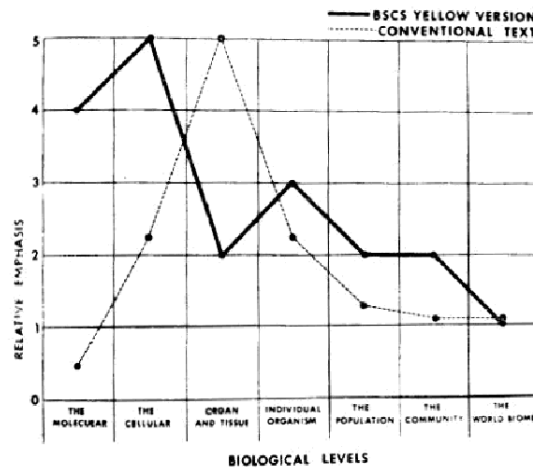


Fig. 4

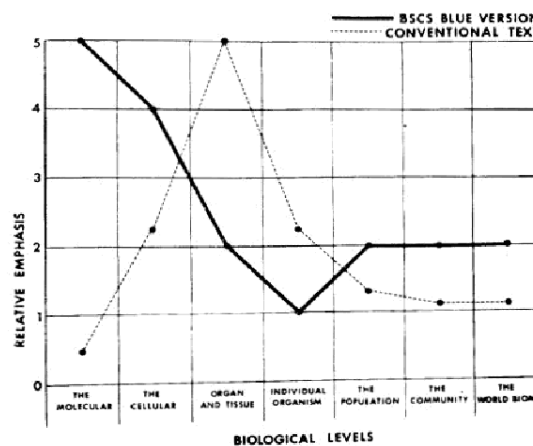


Fig. 5



3. Curso de Biología sencillo. Para estudiantes de grados inferiores o estudiantes de lento aprendizaje, se diseñó un curso que cubre los principales temas de la biología pero en extensión reducida (Fig. 9).

4. Curso avanzado de biología. Para estudiantes que van a tomar un segundo curso de biología se diseñó un curso basado casi totalmente en investigaciones biológicas que incluyen los grandes campos de la biología, los distintos niveles de organización y los principios unificadores de esta ciencia. Este curso enfrenta al estudiante a la forma como se obtienen los hechos en la biología, más que a "aprenderlos", lo inducen a la meditación y planeación de problemas biológicos y lo hacen estar rehacio a la aceptación de verdades "irrefutables". Este curso se ha adoptado como curso introductorio de biología en la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. (Fig. 9).

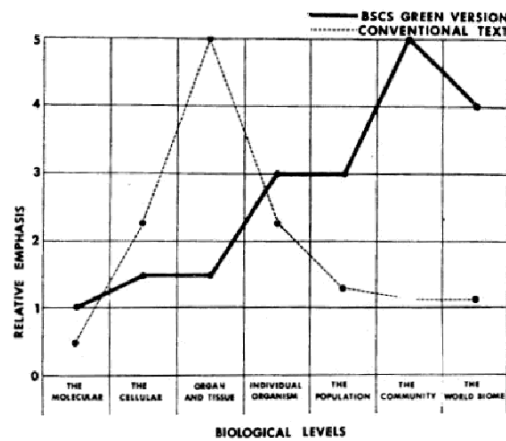


Fig. 6

5. Otros materiales. Se han publicado hasta la fecha una infinidad de materiales adicionales que son opcionales para el uso por los maestros que utilizan alguno de los distintos textos. Estas publicaciones incluyen problemas de investigación en Biología (Fig. 10), unidades de laboratorio que con base en un gran tema biológico se efectúan diversas investigaciones acerca del mismo (Fig 11). Además de estas publicaciones se producen boletines, panfletos (Fig 12), películas sobre técnicas o problemas biológicos, pruebas, etc.



Fig. 7

Otras tendencias. Un sistema que he seguido en mi curso de Ecología Vegetal en la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. y que tengo en proceso de experimentación con algunos buenos resultados, consiste en que parte del curso, incluye el análisis particular de trabajos de investigación publicados en revistas científicas sobre los temas principales que incluye el programa. Cada artículo es seleccionado en colaboración con los alumnos y se presenta en la clase por cada uno de ellos en forma resumida incluyendo el problema, la hipótesis, los métodos, y materiales y el análisis de resultados. Cada seminario se discute en clase y se plantean nuevos estudios por realizarse. Un resumen mimeografiado de cada presentación es repartido entre los alumnos para su estudio. La gran ventaja de este tipo de seminario es que el alumno percibe las limitaciones, éxitos y fracasos de una investigación biológica; lo entrena en mantener una actitud crítica y abierta hacia las "conclusiones" de otras investigaciones y permite que el curso tenga una actualidad constante al irse escogiendo nuevos trabajos cada semestre. Existen varias otras modalidades que hemos venido ensayando pero esto sería objeto de otra plática.



Fig. 8



Fig. 9



Fig.10



Fig. 11



Fig. 12

Para terminar sólo me permito indicar que es muy necesario provocar una mayor inquietud entre nuestros maestros de biología, por las nuevas y renovadoras tendencias en la enseñanza de la ciencia. Todos nosotros tenemos la obligación de colaborar en esta tarea y que aun cuando aun estamos lejos de tener el mejor sistema o método para la enseñanza de esta ciencia, debemos tener la mente abierta para aceptar los grandes cambios que estamos sufriendo y que sufriremos en un futuro muy próximo, si es que no queremos mantenernos a la zaga en el desarrollo de la ciencia en el mundo actual.

#### BIBLIOGRAFIA

ANDREWS, T. F. (editor) 1964. BSCS Materials for Preparation of In Service Teachers of Biology. University of Colorado (BSCS).

MAHESHWARI, P. (editor) 1963. Biology. A Textbook for Indian Higher Secondary Schools. Pre-Publication Pamphlet. Nat. Council. of Ed. Res. & Training. New Delhi, India.

POSTLETHWAIT, S. N. 1965. La Ciencia de las Plantas. Boxwood Press.

SCHWDB, J. 1961. Some Reflections on Science Education. BSCS. Newsletter 9.