



Perfiles Educativos

ISSN: 0185-2698

perfiles@unam.mx

Instituto de Investigaciones sobre la
Universidad y la Educación
México

Tirado Segura, Felipe; López Trujillo, Arlette
Problemas de la enseñanza de la biología en México.
Perfiles Educativos, núm. 66, octubre-dí, 1994
Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13206607>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

PERFILES EDUCATIVOS

PROBLEMAS DE LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA EN MÉXICO

*Felipe TIRADO SEGURA y
Arlette LÓPEZ TRUJILLO**

* Investigadores de la UNAM-ENEP-Iztacala.

Se analizan aquí los problemas que se observan en la enseñanza de la biología y se propone un modelo curricular para la estructuración de contenidos para aplicarse tanto en los ciclos básicos como universitarios.

El autor se basa en los resultados obtenidos en dos investigaciones previas realizadas en diversas universidades e instituciones de la República, para hacer un diagnóstico sobre la comprensión y apropiación de conocimientos básicos de biología en los estudiantes que cursan esta carrera, y para examinar los planes de estudio de 32 instituciones, así como 120 programas de asignaturas fundamentales.

Se aborda también el problema de la enseñanza de la biología en situaciones metaescolares, es decir en zoológicos, jardines botánicos, museos, parques nacionales, flora y fauna local, entre otros.

This paper analyses the problems found in the teaching of biology and proposes a curricular model for the structuring of contents for basic as well as for university level courses. The author bases on the results obtained from two previous research studies made in various universities and institutions in Mexico with the purpose of diagnosing the capability of understanding and appropriation of basic biology concepts in students of this field.

The above mentioned studies also examine the academic curricula of thirty two institutions as well as one hundred and twenty programs for basic courses.

Finally the paper also deals with the problem of teaching biology extramural. Which is to say in zoos, botanical gardens, museums, national parks, local flora and fauna sites, amongst others.

Pocas veces las discusiones sobre la planeación del diseño curricular se hacen con base en investigaciones de campo que permitan fundamentar la toma de decisiones a partir de observaciones empíricas y sistemáticas.

En este apartado vamos a empezar exponiendo los resultados encontrados en una investigación, en la cual se exploró el grado de apropiación de conocimientos básicos de biología.

La investigación consistió en aplicar un cuestionario de opción múltiple compuesto por 50 preguntas fundamentales de biología. Las pre-guntas fueron formuladas a partir de los programas de estudio de secundaria, y fueron revisadas por profesores de secundaria, bachillerato y universitarios que se dedican a la enseñanza de la biología (15 en total), quienes estuvieron de acuerdo que eran preguntas básicas que un egresado de secundaria debería poder contestar acertadamente.

Después se realizaron dos pruebas piloto del cuestionario. Una se aplicó experimentalmente a 62 alumnos de bachillerato y la otra a 77 universitarios. Con estas experiencias se hicieron pruebas de confiabilidad del instrumento y los ajustes necesarios.

Para el desarrollo de esta investigación contamos con el apoyo de la Comisión Nacional de Evaluación de la Educación Superior (SEP), quien hizo la reproducción del cuestionario y las hojas de respuesta. También contamos con la generosa ayuda de la Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Biología (AMFEB), quienes realizaron la aplicación de los cuestionarios en 19 universidades del país a 1087 estudiantes. Los estudiantes fueron seleccionados en una proporción del 30 por ciento sobre la matrícula, esto se hizo de manera aleatoria en cada uno de los semestres o grados escolares de la carrera de biología que se estuvieran cursando en el momento de la aplicación del cuestionario.

PERFILES EDUCATIVOS

Los resultados generales encontrados indican que estos son críticos, ya que la media de aciertos fue de solo 63.4 por ciento. Esto implica que mas o menos la mitad de los estudiantes universitarios obtuvieron calificaciones por abajo de este valor, lo que significa que en términos convencionales estarían reprobando un examen de biología a nivel de secundaria estudiantes que seleccionaron esta disciplina como profesión.

No pretendemos en este trabajo presentar un análisis exhaustivo de los resultados encontrados en esta investigación; para quien esté interesado le invitamos a leer el reporte general (Tirado y López, 1994). Ahora sólo queremos destacar algunas observaciones que a nuestro parecer son representativas de ciertos problemas en la enseñanza de la biología. Para esto vamos a analizar sólo las preguntas que obtuvieron las puntuaciones extremas (el mayor y el menor número de aciertos), porque consideramos que son ilustrativas.

Entre las nociones exploradas, la de la fotosíntesis estuvo entre las que obtuvieron el mayor número de aciertos. Esta noción fue examinada en tres preguntas, por las siguientes razones: La primera porque todos los expertos coincidieron en señalar que la fotosíntesis es uno de los procesos sustanciales del fenómeno de la vida. La segunda porque deseábamos explorar la calidad semántica de esta noción, es decir, qué tanto se comprende y se puede operar (reflexionar) con ella. La tercera para poder contar en la prueba con indicadores de confiabilidad interna.

De las tres preguntas relacionadas con el fenómeno de la fotosíntesis, la más sencilla, dado que fue la que el mayor número de estudiantes contestó acertadamente, fue:

En términos generales la botánica suele estudiar:

- a) Los seres vivos
- b) Los organismos heterótrofos
- c) Los organismos fotosintéticos
- d) Los microorganismos
- e) Tengo duda
- f) No me acuerdo
- g) No sé

Es importante aclarar que en las instrucciones del cuestionario se señala:

"Marque SOLO UNA alternativa, la que considere LA MÁS ACERTADA o CERCANA A SU OPINIÓN, ya que puede haber !varias alternativas parcialmente acertadas! ...por esto, usted tiene que reflexionar y optar por la alternativa que considere la mejor."

Este tipo de regla requiere del estudiante que piense y valore las diferentes opciones para contestar, y no simplemente que reconozca cual es la opción correcta.

La pregunta antes descrita fue contestada acertadamente por el 88.7 por ciento de los participantes. El 3.5 por ciento marcó la primera opción, la cual es demasiado genérica y se pierde el significado de botánica. La segunda opción fue marcada por el 3.8 por ciento, lo cual refleja que no tenían idea de las diferencias que hay entre los organismos autótrofos y heterótrofos. El 1.6 por ciento respondió que los microorganismos, lo que hace evidente que no entienden qué fenómenos estudia la botánica. El restante 2.5 por ciento aceptó no saber marcando algunas de las 3 opciones ofrecidas para este efecto (Tengo duda, No me acuerdo, No sé).

Otra pregunta fue:

Los organismos que tienen la capacidad de efectuar la fotosíntesis, son:

- a) Autótrofos)
- b) Heterótrofos
- c) Eucariontes
- d) Procariontes
- e) Tengo duda
- f) No me acuerdo

PERFILES EDUCATIVOS

g) No sè

Esta pregunta fue contestada acertadamente por el 86.8 por ciento, lo que indica que un 13.2 por ciento no relacionaba a la fotosíntesis con el proceso que permite a un organismo elaborar sus propios alimentos.

La otra pregunta sobre el tema fue:

La importancia fundamental de la fotosíntesis para la vida es que:

- a) Permite a los organismos dejar descendencia
- b) Las plantas pueden capturar la energía
- c) Permite a las plantas que sean verdes
- d) Se desarrollan organismos heterótrofos
- e) Tengo duda
- f) No me acuerdo
- g) No sè

En esta pregunta sólo el 75.9 por ciento pudo responder acertadamente, lo cual indica en realidad que aproximadamente una cuarta parte de los encuestados no habían comprendido todavía cuál es una de las características fundamentales del proceso de la fotosíntesis.

Los resultados anteriores son alarmantes, si se tiene en consideración que estamos hablando de una de las nociones más importantes de la biología y que quienes ignoran esto eran estudiantes universitarios de esta disciplina. En estas 3 preguntas se obtuvieron algunos de los índices más altos de acierto, es decir, en las otras preguntas estuvieron por abajo.

Para apreciar el contraste con las 3 preguntas descritas, ahora vamos a revisar las 2 que obtuvieron el menor número de aciertos. Estas son las que exploran nociones de tiempo. Una de ellas fue:

En la era del mesozoico proliferaron los grandes reptiles, ésta se dio aproximadamente hace:

- a) Dos millones de años
- b) Doscientos millones de años
- c) Dos mil millones de años
- d) Doscientos mil millones de años
- e) Tengo duda
- f) No me acuerdo
- g) No sè

Únicamente el 21.6 por ciento pudo responder correctamente a esta pregunta. El 52.9 por ciento aceptó no saber y 25.4 por ciento cometió error.

Para ilustrar que esta pregunta explora realmente nociones básicas de tiempo y no precisiones, podemos decir que es equivalente a preguntar, conservando la misma escala, lo siguiente:

El tiempo promedio aproximado que le toma a una persona estudiar la primaria es de:

- a) Seis días
- b) Seis años
- c) Sesenta años
- d) Seis mil años
- e) Tengo duda
- f) No me acuerdo
- g) No sè

Es obvio que quien tiene una noción elemental del tiempo que en promedio toma cursar la primaria, sin dificultad podrá marcar cuál es la opción acertada; también se hace evidente que quien comete un error aceptando como correcta alguna de las otras opciones, no tiene ni una mínima idea sobre lo que se cuestiona. Lo mismo se puede decir en el caso de nuestra pregunta sobre las nociones de los tiempos geológicos.

PERFILES EDUCATIVOS

La otra pregunta sobre nociones temporales fue análoga a la antes descrita (Las plantas con flores se desarrollaron aproximadamente hace unos:). Solo el 15 por ciento pudo seleccionar la respuesta acertada, 16.1 por ciento cometió error y el 68.9 por ciento aceptó no saber, lo que es importante de notar, porque este porcentaje indica que al parecer la mayoría de los encuestados contestaron, al menos ocasionalmente, siguiendo la instrucción: "nunca trate de contestar adivinando".

Si los estudiantes no tienen nociones elementales de los tiempos en que ocurrió la gran evolución de las especies, la idea del proceso que deben tener sobre los periodos y secuencias de la evolución biológica deben ser pobres. Los resultados de esta investigación así lo indican.

A lo largo de todo el cuestionario se exploraron repetidas veces nociones básicas sobre la evolución, observándose que éstas están muy pobremente desarrolladas, a pesar de que como dice el epígrafe del libro de Dobzhansky (1977): "Nada en la biología tiene sentido si no es bajo la luz de la evolución".

Si los estudiantes que eligieron la carrera de biología como profesión muestran una serie de deficiencias importantes en su formación básica dentro de esta disciplina, podemos esperar que si aplicáramos el mismo cuestionario a estudiantes universitarios que no eligieron la biología como profesión, obtendrían consecuencias peores resultados; y obviamente estos serían aún peores si el cuestionario se aplicara a muchachos que están terminando sus estudios de secundaria. Sobre esto tenemos evidencia (Tirado, 1986; Tirado, 1990). El problema para nosotros no es que se obtengan resultados pobres, sino el poder encontrar las causas y procedimientos que permitan resolver, o al menos atenuar, esta deficiencia.

En otra investigación (López Trujillo, 1994) se analizaron los planes de estudio que se llevan a cabo en 32 escuelas de biología de distintas instituciones de educación superior del país. Se encontró que el 93.7 por ciento de los casos (30) siguen modelos curriculares de corte tradicional (por asignaturas). Estos programas son análogos al plan de estudios instituido en la Facultad de Ciencias de la UNAM, donde se estudia por asignaturas materias como: física, matemáticas, fisicoquímica, bioquímica, biología celular, zoológica, botánica, fisiología vegetal, etcétera.

En el marco de esta investigación también se analizaron los objetivos, tópicos, número de unidades, subunidades, extensión y prácticas, de 120 programas correspondientes a las asignaturas de evolución, ecología, zoología y botánica.

De las observaciones realizadas se desprende que los planes y programas para la enseñanza de la biología siguen básicamente un modelo de corte enciclopedista, donde los contenidos se presentan atomizados, aislados de una estructura conceptual general que los articule como parte de un todo coherente y congruente; son abundantes, repetitivos, cargados de nombres y conceptos especializados que evocan procesos de memorización más que de comprensión. Hay casos excesivos, donde se llega a tener hasta 50 subunidades, cuyo contenido es por demás diversificado para cubrir en los tiempos programados.

De los resultados de los dos estudios antes citados derivamos una serie de consideraciones sobre la pertinencia de un modelo curricular que permita de algún modo atenuar la problemática observada. De aquí que pongamos a consideración un proyecto curricular alternativo.

Un nuevo modelo curricular

Algo que ha sido reiteradamente señalado por los teóricos de la cognición, como Ausubel (1986), Bruner (1967), Coll (1992), De Vega (1986), Luria (1981) y Piaget (1970), entre otros, es la importancia que tiene la estructuración de los conocimientos, tanto del educando como de los contenidos de aprendizaje.

Uno de los problemas más recurrentes e importantes en la planeación curricular ha sido la carencia de estructuras de conocimiento que permitan hacer una presentación articulada y coherente de los contenidos. El ensamble de los diferentes niveles, que corresponden a las relaciones verticales del currículum (entre grados), así como la articulación entre las diferentes disciplinas, que corresponden a las relaciones horizontales del currículum (entre asignaturas), juegan un papel muy importante para consolidar la coherencia y la congruencia curricular (Taba, 1974; Tyler, 1986); sin embargo es difícil encontrar principios de articulación que constituyan la lógica interna del diseño. Sobre todo, es difícil idear un orden de presentación de los contenidos de

PERFILES EDUCATIVOS

enseñanza, sencillo de comprender, simple de explicar, con un amplio consenso social, y que permita incluir la diversidad de los conocimientos. Nosotros consideramos que el orden más adecuado sea, quizá, el histórico o cronológico de los sucesos, considerando por lo demás que hemos compartido desde tiempo atrás, como la más aplicable a la enseñanza de la biología tanto en los ciclos básicos como en los de educación superior, y adaptable de igual manera a otras disciplinas.

En los años sesenta surgió en los Estados Unidos una propuesta curricular para la enseñanza de la biología a nivel medio básico con orientación evolucionista, a la que se llamó: Biological Sciences Curriculum Study, dirigida por el doctor William Mayer. Se desarrolló como material didáctico un libro de texto titulado: Biological Science, Molecules to Man, el cual fue supervisado por Claude Welch. Este libro se tradujo al español en Venezuela por un equipo coordinado por Carmelina Reggio (1972). Queremos citar este proyecto como un antecedente fundamental a nuestro planteamiento, aunque tenemos diferencias.

Nosotros proponemos la historia como estructura curricular y la dividimos en tres componentes. En el primero se plantea la revisión histórica de la conformación y evolución del objeto de estudio, es decir, en nuestro caso, desde el origen de la vida hasta la biósfera actual. En el segundo se propone la revisión histórica de las relaciones de los hombres con el fenómeno que es objeto de estudio, es decir, de la forma en que los hombres se han ido relacionado y aprovechado los recursos biológicos desde el paleolítico temprano hasta los más avanzados desarrollos contemporáneos, como puede ser la ingeniería genética. En el tercer componente se plantea la revisión de la historia de la disciplina como actividad científica, es decir, desde los primeros trabajos de Lineo y Hook, hasta los últimos y más importantes descubrimientos realizados por la biología contemporánea. (Véase recuadro.)

Partiendo de este esquema básico de configuración curricular, el problema de integración entre niveles y asignaturas se resuelve al seguir un mismo principio básico de presentación. Para los diferentes niveles (primaria-secundaria-preuniversitario-universitario) la lógica de presentación histórica es la misma, lo que cambia es el grado de especificidad que se le otorga, en cada uno de los niveles, a los diferentes aspectos considerados.

Para los niveles de educación básica (primaria-secundaria) se sugiere revisar las nociones más elementales de cómo surgió la vida en nuestro planeta y sus principales atributos (metabolismo, mecanismos de reproducción), la revolución de las células simples (procariontes) a complejas (eucariontes), de los organismos unicelulares a pluricelulares, de las transformaciones evolutivas en su entorno ecológico, desde las bacterias hasta las plantas con floración, los mamíferos placentarios y el hombre.

El objetivo es presentar la evolución de los ecosistemas desde sus formas más primitivas hasta el momento presente, reconociendo al propio estudiante como un sujeto que es producto y parte de ese devenir evolutivo. Aquí radica para nosotros una transformación sustantiva en la significación curricular, porque los contenidos no se ofrecen simplemente como conocimientos para ser aprendidos, sino, mejor, para ser comprendidos. Conocer el pasado de la flora y la fauna actual y del propio educando, su naturaleza y mundo circundante, puede resultar motivante. No menos interesante puede resultar para el niño revisar la forma en que los hombres se han ido relacionado con los recursos biológicos, desde su uso como alimento, medicina, abrigo, combustible u ornato; dado en distintos momentos y en diferentes culturas (etnobiología); hasta los desarrollos tecnológicos más avanzados, como puede ser la localización y captura de bancos de peces por medio de satélites y barcos industria. O, en este mismo sentido, resulta enriquecedor revisar la historia de los grandes hallazgos en el campo de la biología, desde las primeras observaciones en microscopios primitivos (que permiten advertir el sorprendente mundo de la microbiología), pasando por las grandes aportaciones de científicos como Darwin, Pasteur, Oparin, Miller, Watson y Crick, hasta llegar a los biólogos contemporáneos reconocidos por sus grandes descubrimientos, como pueden ser los galardonados con el premio Nobel. Claro está que lo que se pretende enseñar al niño son las nociones más elementales que le permitan tener una idea muy general sobre los conocimientos en el campo de la biología.

Nuestra propuesta es que para los ciclos de la enseñanza de la biología a nivel medio superior y superior se siga con este mismo esquema, pero con mayor profundidad. Por tanto, con este modelo curricular se constituyen tres módulos: evolución, historia de la biotecnología (manejo del recurso), e historia de la biología como disciplina científica. Cada uno de estos módulos se puede

PERFILES EDUCATIVOS

dividir y subdividir a su vez por especialidades, como: botànica-fanerògamas, zoologia- reptiles, pero siempre conservando la lògica de la presentaciòn històrica. Tambièn se podrian incorporar asignaturas o disciplinas de un alto contenido analitico, como la química, la bioquímica o las matemàticas pero, repetimos, esto se debe hacer siguiendo la lògica històrica, con lo cual se mantiene la coherencia (y congruencia) del diseño curricular. Por ejemplo, las contribuciones de las matemàticas al desarrollo de la biología se han ido dando en distintos momentos y diferentes campos, lo que una aproximaciòn històrica de la disciplina permite evidenciar.

El modelo històrico que se propone no tiene por que limitarse a la enseñaanza de la biología, se puede adoptar de igual manera para la enseñaanza de los conocimientos de las diferentes disciplinas que componen el curriculum de educaciòn bàsica, con lo cual no solo se genera una integraciòn vertical intra-asignaturas, sino tambièn una integraciòn horizontal inter-asignaturas.

La enseñaanza de la biología mas allà de la escolaridad

Desafortunadamente, se le concede muy poca importancia a la enseñaanza de la biología fuera de los escenarios escolares. Prueba de esto es la limitada o nula adecuaciòn pedagògica que hay en los zoològicos, jardines botànicos, parques nacionales, etc. Los recursos metaescolares (que estàn màs allà de la escuela) tienen grandes potencialidades psicoeducativas, porque pueden enseñar a partir de lo real, de lo concreto, constatando en los fenòmenos que son el objeto mismo de estudio. Su discurso se da con y frente a la realidad concreta; no con conceptos abstractos que muchas veces carecen de significado para el estudiante. El discurso con objetos reales no puede ser ofrecido en la escuela ni en los libros, por esto, los escenarios metaescolares tienen una potencialidad privilegiada, que es muy poco aprovechada (Tirado, Rico, Brito, y Hernández, 1993).

Seria de gran importancia, a nuestro parecer que en los museos, zoològicos, jardines botànicos y parques nacionales se siga con el mismo principio de la presentaciòn històrica de los conocimientos, con lo cual quedarían articulados, con la misma lògica, la escuela y los recursos metaescolares que tienen por objeto la exhibiciòn o contacto con los fenòmenos biològicos. Por ejemplo, a la entrada de los parques nacionales, se podria hacer una pequeña introducciòn al proceso evolutivo de las especies, tanto vegetales como animales, que pueblan el lugar; sobre el uso que el hombre le ha dado històricamente a esos recursos naturales y los peligros actuales del deterioro ecològico dada la sobre explotaciòn. Finalmente se puede hacer una o algunas menciones dentro de su contexto històrico, de las màs sobresalientes aportaciones al conocimiento de la biología relacionadas con las especies que se encuentran en el sitio. De esta manera podemos transformar la visiòn con que se observa un parque natural, despertar intereses y actitudes que de otra manera no se dan.

No menos importante y necesario es mencionar la tambièn escasa, o frecuentemente nula, vinculaciòn que se hace en la escuela con la flora y la fauna locales. Es obvio pensar que el niño estarà mas motivado por aprender acerca de los fenòmenos que estàn en su entorno circundante, como las plantas y animales que le rodean, que sobre aquellos que le son distantes, ajenos, y que por lo mismo muchas veces no son màs que abstracciones que no comprende.

La riqueza de los fenòmenos biològicos que se encuentran en el entorno ha sido desaprovechada en sus potencialidades como recurso educativo. Es hora de que se reconozca su importancia y se les incorpore sistemàticamente en una planeaciòn educativa de amplio espectro, de tal manera que se configure un verdadero sistema nacional de educaciòn.

Conclusiones

El rendimiento del sistema educativo nacional es muy pobre. Los resultados de la investigaciòn que aquí hemos referido asì lo indican y corresponden a los resultados encontrados en otras investigaciones (Guevara Niebla, 1992; Tirado, 1986; Tirado, 1990).

En buena parte este problema se debe a la manera en que se presenta el conocimiento al estudiante. Se enseña informaciòn de manera enciclopèdica, aislada, desarticulada de un contexto general de integraciòn que le dè congruencia, que permita desarrollar un significado (y significaciòn global) holístico. A esto debemos agregar que muchas veces se ofrecen conceptos para ser

PERFILES EDUCATIVOS

aprendidos sin antes ser comprendidos, como se observò en las preguntas sobre fotosíntesis que analizamos en este trabajo. Pero además las proporciones de información que se pretende sean aprendidas por los estudiantes, son desmedidas, van más allá de la capacidades de asimilación, provocando la saturación, la indigestión del estudiante, lo que genera el aprendizaje memorístico y la desmotivación.

Ante esta problemática consideramos que una forma para atenuar su dificultad, es presentar el conocimiento de manera integrada, siguiendo el orden natural en que han ido ocurriendo los acontecimientos, es decir, el curso de la historia.

La presentación de contenidos a partir del modelo curricular que se propone ofrece varias ventajas, la más importante quizá sea que el alumno no vea la necesidad de memorizar simples conocimientos, sino que le permita encontrar una explicación de sus propios orígenes, de su naturaleza, del entorno que le rodea; con lo cual se transforma la significación del conocimiento escolar y es más probable que pueda estimular su interés por el conocimiento.

Teniendo el curso de la historia como modelo, compartiendo una misma lógica de presentación, se pueden ligar los diferentes niveles de escolaridad, así como las diferentes asignaturas; pero no solo esto, también se pueden integrar los recursos metaescolares, enriqueciendo las potencialidades educativas del entorno y constituyendo así un auténtico plan nacional de educación que enriquezca la atmósfera cultural.

Al parecer, la atmósfera cultural representa una de las macrovariables más importante en la determinación de los alcances del sistema educativo. De acuerdo con la tesis que sostiene Archi Lapointe (director ejecutivo de International Assessment of Educational Progress), quien coordinó una investigación en 22 países (Lapointe, Mead y Askew; 1992), concluye que es el ambiente cultural de una población el que establece los niveles de exigencia y las expectativas que se tienen sobre la capacidad de respuesta de sus ciudadanos, y la escuela no hace otra cosa que responder a estas exigencias y expectativas, al igual que los recursos metaescolares. He aquí la importancia de fortalecer no sólo a la escuela, sino de contribuir a enriquecer toda la atmósfera cultural.

Bibliografía

- AUSUBEL, D. P., J. NOVAK, y H. HANESIAN
1986. Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo. México, Trillas, 2a edición, 1a. reimpresión.
- BRUNER, J.
1967. Toward a Theory of Instruction, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press. COLL, C.
1992. Psicología y currículum. Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar. México, Paidós Mexicana, 1a. reimpresión.
- DE VEGA, M.
1986. Introducción a la psicología cognitiva. México, Alianza Psicología, 2a. edición.
- DOBZHANSKY, T.
1977. Evolution, San Francisco, Freeman.
- GUEVARA NIEBLA, G.
1992. "México: ¿Un país de reprobados?", en: Nexos, 162, año XIV, junio.
- LAPOINTE, A., N. MEAD, y J. ASKEW
1992. Learning Science. Princeton, Educational Testing Service, International Assessment of Educational Progress.
- LÓPEZ TRUJILLO, A.
1994. Consideraciones para la enseñanza de la biología, en: AMIE, 0, año 1, enero-abril.
- LURIA, A. R.
1981. Language and Cognition. New York, Wiley & Sons.
- PIAGET, J.
1970. "Piaget's Theory", en: Mussen, P. H. (editor), Child Psychology, vol. I, New York, Wiley & Sons.
- REGGIO, C. (coordinadora de la adaptación) 1972. Ciencias biológicas, de las moléculas al hombre, Adaptación de la versión del Biological Sciences Curriculum Study por Educational Programs Improvement Corporation de Venezuela, México, Compañía Editorial Continental.

PERFILES EDUCATIVOS

TABA, H.

1974. Elaboración del currículum, teoría y práctica. Buenos Aires, Troquel.

TIRADO S. F.

1986. "La crítica situación de la educación básica en México", en: Ciencia y Desarrollo, núm. 71, año XII, noviembre-diciembre.

TIRADO S. F.

1990. "La calidad de la educación básica en México, antes y ahora", en: Ciencia y Desarrollo, 91 (XVI).

TIRADO, F., R. RICO, A. BRITO y L. HERNÁNDEZ

1993. "El zoológico, un recurso educativo desaprovechado", en: Ciencia, Academia de la Investigación Científica, 1 (44), marzo.

TIRADO F. y A. LÓPEZ TRUJILLO

1994. "Evaluación de la enseñanza de la biología en México, hacia una transformación en la calidad de la educación", en: Revista de la Educación Superior, 89 (XXIII).

TYLER, R.

1986. Principios básicos del currículum. Buenos Aires, Troquel, 5a.edición.

WELCH, C. (supervisor)

1968. Biological Science, Molecules to Man, Boston, Houghton Mifflin.