

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS EN LA UNIVERSIDAD

TEACHING BIOLOGICAL SCIENCES IN COLLEGE

JULIO E. PÉREZ¹, ISABEL PÉREZ², GERÓNIMO OJEDA³

*Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, ¹Instituto Oceanográfico de Venezuela
²Escuela de Humanidades, Dpto. Psicología, ³Escuela de Ciencias, Dpto. Biología
jeperez@yahoo.com*

Como un humilde homenaje a dos hombres sabios, venezolano uno, Francisco de Venanzi, chileno el otro, Natalio Glavic, quienes nos enseñaron la importancia de las ciencias.

RESUMEN

Se discute la forma de enseñanza de la biología a nivel universitario, con especial énfasis en aquellas carreras no biológicas. Son analizados los objetivos de esta enseñanza, que se debe, cuando y como enseñar en los cursos introductorios de biología a nivel universitario. Se presentan una serie de avances en el campo de la enseñanza de la biología.

PALABRAS CLAVE: Enseñanza, investigación, cursos introductorios.

ABSTRACT

This paper deals with the teaching of biology in college, with special emphasis on nonbiological careers. The objectives, core subjects, opportunities and methodologies for the introductory teaching of this field at the university level are analyzed. Advances in the teaching of biology are addressed.

KEY WORDS: Teaching, research, introductory courses.

Avances desiguales

Si algo ha caracterizado al mundo occidental en los últimos ochenta años, es la rapidez con la cual se han venido sucediendo los avances científicos y tecnológicos, y su impacto en la humanidad, ante tal realidad, hace medio siglo, Glavic (1957) escribía, que el pensamiento filosófico y social no había alcanzado la misma velocidad, que los avances científicos; situación que generaba angustia en la humanidad. Destacó este autor, la gran dificultad existente para realizar adaptaciones satisfactorias con relación a los productos de la ciencia y la tecnología. A pesar de crearse numerosos artefactos que favorecían la comodidad del hombre; máquinas de mayor potencia que ahorran la energía humana, y el tiempo se ampliaba para dar lugar a la satisfacción personal, encontrábamos que las personas vivían agobiadas por la incertidumbre, descontentas de su hoy y temerosas del mañana, puesto que el poder y bienestar derivados de la ciencia, crearon en el hombre una devoción por el aspecto material de la vida, con abandono de los valores que dan relieve y prestancia a su figura humana.

Al existir y reconocer, preocupación por lo planteado en 1957 por Glavic, se deduce, que la educación es la vía apropiada, para lograr la formación integral del individuo, y la enseñanza de las ciencias, una herramienta importante para esa formación, que permite al estudiante, acercarse y asumir una posición crítica y objetiva ante un mundo en continuo cambio, dominado por el avance de la ciencia y la tecnología, en el cual se le ofrece una multiplicidad de oportunidades y también de peligros. De allí, que sea obligante el revelarles, que si bien los logros científicos y tecnológicos han sido beneficiosos para la humanidad; en ocasiones, productos de esos logros, han devenido en elementos nocivos, ya por sus efectos secundarios sobre ecosistemas, o por haber sido utilizados como elementos destructores de la propia humanidad y su cultura.

Visión de la UNESCO

Hoy en día, en presencia de un panorama que supera lo percibido por Glavic, dado el arrollador avance científico-tecnológico que caracteriza los tiempos actuales, es indudable el papel que debe jugar la educación

contemporánea en la formación integral del hombre del mañana. Frente a tal circunstancia, la UNESCO (1998) en su Declaración sobre la Educación Superior del Siglo XXI, señala que para inicios del nuevo siglo, se observa una elevada demanda de esta educación, acompañada de una gran diversificación de la misma, y mayor toma de conciencia de la importancia fundamental que este nivel de educación reviste para el desarrollo sociocultural, económico, y para la construcción del futuro, de cara a la cual las nuevas generaciones deberán estar preparadas con nuevas competencias, nuevos conocimientos e ideales.

Dos años después, en el Informe sobre la Educación para el Siglo XXI, elaborado por una comisión internacional patrocinada por la UNESCO, se destaca según Di Prisco (2001), que la educación debe proporcionar mecanismos para que cada persona pueda actualizar continuamente los primeros conocimientos adquiridos. Según la Comisión, la educación debe estructurarse en torno a cuatro aprendizajes fundamentales: aprender a conocer, aprender a hacer, aprender a convivir y aprender a ser. Señala, la Comisión, que en el Aprender a ser, se hace referencia a la necesidad de que la educación estimule a cada individuo a dotarse de un pensamiento autónomo y crítico, que le permita determinar por sí mismo, qué hacer en las diferentes circunstancias de la vida.

Añade Di Prisco (2001), que los cuatro tipos de aprendizaje son importantes en la enseñanza de las ciencias. Especialmente el Aprender ser, tiene una especial importancia, sobre todo en el nivel universitario. Mas que la cantidad de conocimientos que pueda recibir el estudiante, lo de real importancia es la contribución de la educación a la formación de actitudes para ver el mundo y responder a sus estímulos. La enseñanza debe orientarse a desarrollar en el estudiante, la capacidad de enfrentar problemas nuevos, aplicando conocimientos ya adquiridos si es posible, buscando conocimientos que puedan ser útiles, o produciendo nuevos conocimientos mediante la investigación. Los objetivos de la enseñanza de la ciencia deberían, además de proporcionar una base sólida de conocimientos fundamentales, inducir al estudiante a desarrollar su capacidad para razonar y seleccionar información, enseñarlo a pensar críticamente y a entender el significado de las cosas por sí mismo.

De Venanzi y el quehacer universitario

Al considerar que las universidades, deben jugar un papel de importancia en la educación, la cultura y la ciencia, apoyándose fundamentalmente en las actividades de investigación, docencia, y extensión;

lo deseable e “ideal” es, que estas últimas actividades, sean enriquecidas de forma regular y oportuna, con los aportes de las investigaciones realizadas en los recintos universitarios; tal como fue señalado en su momento por De Venanzi (1987), al expresar: que aquellos profesores que dedican tiempo a la investigación científica son capaces de transmitir conocimientos originales, creados en su trabajo y en campos afines. Su participación en el proceso de enseñanza – aprendizaje en general, no es el de aquellos que creen saberlo todo, incapaces de cometer errores, que consideran al alumno un mero receptor sin derecho a opinar y discutir, que debe muchas veces memorizar lo que dicta el profesor basado en un ajado libro o en los amarillentos apuntes que una vez tomó de sus clases.

Añade De Venanzi (1987): La ejecución de proyectos de investigación, contribuye al crecimiento y renovación de los profesores, pues le permiten innovar y enriquecer los contenidos temáticos que imparten durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Sin negar los beneficios que se pueden derivar de la investigación como actividad fundamental del quehacer universitario, es indudable que la relación entre investigación y docencia es difícil de establecer de manera clara. En tal sentido, Fox (1992) señala, que algunos resultados sugieren ninguna o muy escasa relación entre investigación y enseñanza, mientras que otros señalan que más bien se trata de dos actividades competidoras por tiempo y recursos, más que de actividades complementarias. Al parecer el “nexo” debe ser construido a propósito. La tarea para las universidades no es simplemente fortalecer la unión entre investigación y enseñanza, es además reconocer la necesidad de diferentes estrategias para situaciones diferentes; todo en un ambiente de independencia y autonomía.

En cuanto al desarrollo científico y la calidad de la enseñanza, son reconocidas dos realidades. En una, se agrupa a los Estados Unidos, Japón y los países de la Comunidad Europea, donde es evidente el gran avance alcanzado por las ciencias y la tecnología, gracias a destacados investigadores pertenecientes a las universidades del más elevado prestigio, Lederman (1999) y Cech (2003) señalan: no siempre, el nivel de desarrollo científico alcanzado, ha estado acompañado con una mejoría en la calidad de la enseñanza de las ciencias en la Educación Superior. En la otra, se incluye a la América Latina, de menores logros y avances, cuyas universidades, con pocas excepciones, son básicamente, instituciones de “enseñanza”, que presentan una modesta

o baja producción científica. En ellas, esperaríamos que la enseñanza fuera de la mejor calidad. Esto no ocurre. La calidad de la enseñanza en general y en particular de las ciencias, deja mucho que desear.

A pesar de la dificultades antes señaladas, Robertson y Bond (2005) proponen las tres vías siguientes, para construir dentro del aula el nexo entre investigación y enseñanza: a) mediante la transmisión de resultados de la investigación; b) mediante el modelaje de una aproximación de investigación al aprendizaje y c) comprometiendo a los alumnos como participantes activos en el proceso de investigar. Estas tres aproximaciones son importantes y necesarias. En la actualidad y especialmente en el campo de las ciencias, la enseñanza en el tercer nivel (no graduados) reposa fuertemente en la transmisión de resultados. Por lo general, los estudiantes son tratados como participantes periféricos en la mayor parte de su experiencia universitaria. Del cuarto nivel en adelante (postgrados) los estudiantes, son “actores”, y se incorporan con mayor dedicación y esfuerzo propio a las actividades de investigación.

Alicientes a la investigación y a la enseñanza

A objeto de motivar y estimular la investigación y la calidad de la enseñanza en el ámbito de la educación superior, algunas instituciones han desarrollado estrategias para enaltecer y “premiar” la labor de su personal. Por lo general, se reconoce con mayor énfasis, la productividad científica (publicaciones, innovaciones, patentes registradas, etc.). Por ello, el investigador universitario puede acceder a mayores salarios, promociones y por ende gozar de prestigio. Esta estrategia, aplicada en los Estados Unidos, la Comunidad Europea, Japón y en la mayoría de los países latinoamericanos, también es seguida y aplicada por las universidades venezolanas.

En nuestra Universidad de Oriente, los investigadores son premiados a nivel nacional de acuerdo al número y calidad de sus publicaciones, por el Programa de Promoción al Investigador (PPI); a nivel local, por el Programa de Estímulo al Investigador (PEI), y además con: la rebaja en las horas de docencia, viajes a congresos nacionales e internacionales, financiamiento para la realización de pasantías de investigación, tanto en el país como en el exterior.

Así, como es importante premiar al investigador para estimular la búsqueda, consecución y difusión de nuevos e importantes conocimientos en los diferentes campos del saber, se considera insoslayable y necesario otorgar el

merecido reconocimiento al buen docente por su esfuerzo y dedicación a la noble y fundamental tarea universitaria de enseñar. En tal sentido, se han seguido alternativas y proyectos para mejorar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, entre los cuales se hace referencia a los siguientes::

a) El Howard Hughes Medical Institute (HHMI) de Estados Unidos, ha realizado enormes esfuerzos económicos para ayudar a algunas universidades a mejorar la docencia de las ciencias. De acuerdo con Stokstad (2001), ciento cincuenta y cuatro millones de dólares han sido canalizados hacia doscientos veinticinco (225) departamentos de biología para mejorar el curriculum y los laboratorios. Sin embargo, aún cuando las cuantiosas ayudas económicas del HHMI han permitido construir una excelente infraestructura, para la investigación a nivel del pregrado, las ayudas económicas no han generado un cambio sistemático de actitudes ni incrementado la intensidad de discusión, como ocurrió con la iniciativa de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF) de Estados Unidos, en química y matemáticas. Según Cech (2003), recientemente el HHMI, ha entregado un millón de dólares a cada profesor de los escogidos, en una competencia nacional, para que desarrollen en un período de cuatro años nuevas metodologías de enseñanza científica.

b) El Proyecto 2061(www.project2061.org), de la Asociación Americana para el Avance de las Ciencias (AAAS) de los Estados Unidos, señalado como el mejor intento de reforma educativa en la historia de América, tiene como finalidad, ayudar a todos los norteamericanos a ser literatos en ciencia y tecnología.

c) En Chile, el proyecto MESESUP, del Ministerio de Educación, destinado a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, ha permitido un notable avance en cuanto a la infraestructura, con mejores aulas de clases y laboratorios. Además se ha fomentado la activa participación de los estudiantes en el proceso constructivista y permitido la actualización de los docentes académicos. Creemos, que el éxito de esta muy valiosa iniciativa quedaría asegurada, siempre y cuando su administración se haga menos rígida y se logre corregir lo engorroso de la tramitación burocrática, grave y común falla observada en la conducción de la Universidad latinoamericana (Pérez y Bashirulah, 2000).

d) En nuestro país, el Beneficio Académico (BA) creado por la Federación de Profesores Universitarios de Venezuela (FAPUV), es una valiosa iniciativa, cuyo

objetivo fundamental aún no se ha logrado a plenitud, dada la dificultad y limitaciones para medir la docencia directa en el aula, elemento fundamental para evaluar de forma integral la labor de un docente.

Independiente al lugar, las circunstancias y el volumen de dinero invertido, se considera que la valoración de los alcances obtenidos en términos de éxitos o mejoras en el proceso enseñanza - aprendizaje, alcanzados por estas u otras iniciativas similares, han de estar necesariamente respaldadas por una objetiva y rigurosa evaluación, con la finalidad de corregir fallas y mejorar su orientación.

La enseñanza de la biología, un ejemplo

Al igual que en la biología, la enseñanza de cualquier ciencia se planifica para dar respuesta, entre otras a las siguientes preguntas: ¿Para qué enseñar? ¿Qué enseñar?, ¿Cuándo y cómo enseñar? Interrogantes que se corresponden con los objetivos que se desean alcanzar, contenidos de conocimiento que se deben impartir y estrategias de enseñanza a seguir, de acuerdo a la edad, el nivel educativo y carrera profesional que aspiran y puedan seguir los estudiantes.

Siendo la educación un proceso continuo que ha de acompañar al individuo a lo largo de su vida; de acuerdo a Glavic (1957), a través de la enseñanza de la biología, los maestros y profesores, han de disponer de los recursos indispensables, que utilizados de forma apropiada permitan desarrollar en sus alumnos, actitudes de apreciación por la naturaleza, por el hombre y por la responsabilidad que tiene cada uno en la supervivencia de su civilización y de su cultura.

A nivel universitario, es posible encontrar en los pensos de diferentes escuelas, cursos de biología a distintos niveles, ya para estudiantes que siguen carreras afines con esta ciencia (medicina, veterinaria, odontología, etc), o bien carreras de otras áreas menos relacionadas con las ciencias biológicas (administración, sociología, economía y algunas ingenierías). En todo caso, la enseñanza de contenidos relacionados con la biología, debe ser un elemento más, que contribuya a la formación del estudiante como alfabetas científicos, despertando en ellos, la curiosidad, el escepticismo y una actitud crítica, que les permita, buscar la verdad, mediante la discusión de lo ya conocido, o la verificación de los hechos a través de la observación o la experimentación, respetando la racionalidad, la historia, las tradiciones, la herencia científica; teniendo presente que nuestra comprensión de la naturaleza es tentativa (Lederman (1999).

Las incógnitas de siempre ¿Qué y cómo enseñar la Biología?

Si en algo se ha caracterizado la enseñanza de la biología, es en la permanente búsqueda de respuestas satisfactorias al ¿qué? y al ¿cómo? enseñar. En cuanto al ¿Qué enseñar en biología?, se acepta como principio general, que ello dependerá de la carrera que sigan los estudiantes a nivel superior. Si se trata de cursos introductorios para estudiantes que no continuarán una carrera biológica, los contenidos, han de considerarse como elementos de formación que ayuden al estudiante, a interpretar de forma correcta hechos que se dan a nivel de la naturaleza. Se debe evitar según Stokstad (2001), que estos estudiantes, con uno o a lo sumo dos cursos de introducción a la biología, se gradúen sin comprender como trabaja la ciencia y sin deseos de tomar de nuevo este tipo de cursos.

Tanto para las carreras “no biológicas”, como en aquellas en las cuales la parte biológica es fundamental y las exigencias son mayores; no se debe según Edwards (2002), enseñar contenidos aislados. Por ejemplo, las leyes de Mendel, se han de asociar, a los mecanismos de la herencia, que de una u otra forma pueden afectar la vida del grupo familiar, la producción agrícola y pecuaria. Aboga este autor, por la escogencia de tópicos que sean fundamentales y trascendentes, para la comprensión del mundo en que vivimos. Debe hacerse referencia: a la diversidad de la biosfera, su organización, la distribución de los ecosistemas, la biología de las poblaciones, la situación del hombre y su pasado (incluyendo los fósiles) que nos conducen a la teoría evolutiva, las implicaciones de la segunda ley de la termodinámica en nuestras vidas, la fisiología de los órganos, la homeostasis, el control de los sistemas y la organización y distribución de los ecosistemas. Por sobre todo, hay que despertar el respeto por “el estudio de la naturaleza”.

Es evidente que en su búsqueda del ¿qué enseñar?, los matemáticos, físicos y químicos han alcanzado un consenso tendente a mejorar la calidad de los cursos introductorios, mientras que los biólogos aún estamos tratando de decidir lo que debe enseñarse en estos cursos, hecho éste, que constituye una debilidad tanto en América Latina como en los Estados Unidos, donde según Stokstad, (2001) en un departamento de biología de una Universidad, que había decidido cambiar el contenido de su curso introductorio, agregando más principios y eliminando algunos hechos, el consenso duró hasta el momento de decidir que dejar fuera del curso. Enfrentados a esta disyuntiva, la decisión fue

agregar un nuevo curso que enfocara conceptos y dejar el curso anterior.

Situaciones similares se repiten en muchos departamentos de biología de nuestras universidades. En principio, todo el profesorado concuerda que periódicamente, deben realizarse cambios no sólo en los cursos introductorios o de primer nivel, sino también a lo largo de la carrera, a fin de ajustar los contenidos programáticos, a los nuevos conocimientos. Las dificultades nacen, cuando algunos académicos piensan que su especialidad es la indispensable y debe estar representada en una parte importante del curso o la carrera, olvidando que lo importante es inducir al estudiante a desarrollar su capacidad para razonar y seleccionar información.

En la Universidad de Oriente por su carácter de experimentalidad, la puesta al día de los programas para cursos introductorios de Biología para todas las carreras, y del pensum de estudios para la carrera de Biología propiamente dicha, ha estado presente a lo largo de sus cuarenta y siete años de existencia. En los primeros años, a través del Departamento de Biología de la Escuela de Cursos Básicos del Núcleo de Sucre, se dictaron los contenidos programáticos de nivelación para Maestros Normalistas y Bachilleres en Humanidades, los cursos introductorios (dos semestres) para estudiantes de Ingeniería y los cursos básicos (cuatro semestres) para futuros Agrónomos, Biólogos y Médicos. Por su parte, la Escuela de Biología fue la responsable de la formación de los estudiantes de la carrera, del quinto al décimo semestre.

Con la creación del actual Departamento de Biología de la Escuela de Ciencias, poco a poco se dejó a un lado, la oferta de cursos de nivelación e introductorios para carreras de las áreas de las Ciencias Sociales y las Ciencias Básicas, diferentes a la Biología. En cuanto a esta última; con información surgida en reuniones de profesores de los diferentes Núcleos de la UDO, reuniones nacionales de Directores de Escuelas y Jefes de Departamentos de Biología e información aportada por los sectores públicos y privados de la comunidad, el personal docente y alumnado del Departamento, se han realizado reformas al pensum de la carrera en los años; 1968, 1982, y 2004 - 2005, tanto en el número de créditos como en los contenidos programáticos de las diferentes materias, todo ello, después de lograr el consenso general y superar las naturales “contradicciones” que surgen, dados los diferentes puntos de vista expresados por los profesores.

Al igual que para el ¿qué enseñar?, para el ¿cómo enseñar?, hay que tomar en consideración diversos factores, entre los cuales se incluyen: el número de estudiantes por curso, la preparación del docente y su manera (estrategia) de enseñar, los estilos de aprendizaje y los recursos, tanto dentro de aulas y laboratorios como fuera de ellos.

Un aspecto de controversia observado en el proceso de enseñanza - aprendizaje está relacionado con el número de estudiantes que debe atender el profesor. Conocidos son los casos de auditorios o grandes aulas repletos de estudiantes quienes a disgusto, sin atención, simulan oír el parlamento del docente expositor, situación que puede conducir a deserciones, poco aprovechamiento de los cursos y fracasos, puesto que en general, de acuerdo a Powell (2003), a los estudiantes no les agradan estos cursos tan numerosos. Por su parte, Gibbs y Fox (2000) han señalado, sobre la existencia de algunas experiencias con excelentes resultados, al disminuir el número de alumnos.

Edwards (2002), al comparar como se enseñan la matemática y la biología, encuentra que en la primera, se sigue una secuencia que se inicia con la suma, luego la resta, la multiplicación, la división y así continua el proceso por varios años, hasta llegar al cálculo. Por el contrario en biología, cada año se cubre un material similar, aumentando los detalles, tal como ocurre con los objetivos de un microscopio, que se cambian a mayores aumentos para obtener una visión pormenorizada del mismo espécimen.

Al hacer referencia a las maneras de enseñar y aprender, se reconoce que la forma pasiva, caracterizada por clases suplementadas con libros de texto, repletos de hechos y figuras y escasos en conceptos y procesos, no es la manera de mejorar la formación de los estudiantes. Por tal razón, el aprendizaje activo como estrategia, es recomendado tanto para los cursos introductorios como para todo el proceso educativo, tomando en consideración, pocos hechos y muchos conceptos. Al ser esta la clave para adquirir el conocimiento científico, los profesores deben seleccionar los hechos más importantes y explicarlos en un lenguaje claro, a fin de salvar el obstáculo constituido por la multiplicidad de hechos, presentada al estudiante con el complejo vocabulario científico.

De acuerdo a Stokstad (2001), el llamado aprendizaje activo, se ha convertido en una estrategia popular para reformar los cursos introductorios, desde pedirle

a los estudiantes predecir el resultado de situaciones hipotéticas, a compartir información en laboratorios y grupos de discusión. Por lo tanto, la enseñanza de la biología mediante la investigación parece ser, una aproximación atractiva. A través de la investigación, es posible estimular y desarrollar, a niveles más elevados, el pensamiento crítico y la creatividad. En pocas palabras la investigación científica permitiría el aprendizaje activo. De allí, que muchos profesores concuerdan en que los cursos introductorios para estudiantes de áreas diferentes a las ciencias biológicas, deben enfocarse más hacia la obtención de habilidades de pensamiento y menos a los detalles, valiosos solo a los alumnos que seguirán estudios relacionados con la biología.

Como aproximación diferente para la enseñanza de las ciencias, se hace referencia al método de casos, propuesta por el “Nacional Center for Case Study in Teaching Science” (NCCSTS) (www.ublib.buffalo.edu/libraries/projects/cases/case.html), de la Universidad Estatal de Nueva York, en Buffalo, USA. Este método, empleado con éxito por años, en la enseñanza de leyes, negocios y en medicina, no es común en la enseñanza de las ciencias, pero pueda constituir una gran promesa como técnica pedagógica para enseñar ciencia, ya que la humaniza e ilustra adecuadamente el método científico. Además, desarrolla las habilidades de aprendizaje en grupos, de comunicación y pensamiento crítico, puesto que en muchas oportunidades, los casos se basan en hechos de la actualidad, que el estudiante encuentra en las noticias, tales como la clonación y la transgénesis. El empleo de estudios de casos en las aulas de clases hace a la ciencia más relevante. De acuerdo al NCCSTS los alumnos expuestos a este método, participan entusiasta y activamente en el aprendizaje. Sobre esta metodología solo podemos agregar, que al escoger los casos a tratar, se debe tener un gran cuidado de no caer en la pseudo ciencia que tanto daño puede causar a la enseñanza (Allchin 2004),

Otra interesante aproximación es analizada por Allen *et al.* (2004), al comparar el desempeño en ciencias y matemáticas, a nivel medio, de los estudiantes de Estados Unidos, con aquellos del Japón. Encontraron que estos últimos, eran más aventajados que los primeros. Atribuyen los autores, que esas diferencias, se deben, a que los profesores en USA son proclives a establecer conceptos directamente a sus alumnos, mientras que los de Japón en general desarrollan el pensamiento acerca de conceptos, más que simplemente establecerlos. Otra diferencia importante ha sido el uso de la técnica de “estudio de lecciones” aplicado en Japón para mejorar

el proceso de enseñanza-aprendizaje. En esta técnica, los profesores analizan, planifican, observan y mejoran, en grupos, las lecciones de aula, llamadas “lecciones de investigación”. Esta técnica ha sido implementada en USA desde 1999 y aun se encuentra en fase de experimentación en algunas universidades (Allen *et al.* 2004).

Por último, es interesante analizar el empleo de Internet en la enseñanza. Creemos que no basta que los cursos tengan su propio sitio Web, como ocurre en Latinoamérica, con la intención de obtener una respuesta entusiasta de los alumnos, pues en principio, el desarrollar los cursos “on line” toma tiempo y dinero y requiere de la preparación previa de los profesores, para rediseñar sus clases en la forma adecuada según las circunstancias. No siempre, los estudiantes se sienten conformes con los estudios “on line”. Internet, es de escasa aplicación en los cursos que implican la comprobación de los hechos, ya por observación o por experimentación. La red no debe ser el argumento que se emplea para darle a las clases, un ropaje de actualidad, asignando problemas, listas de lectura o dar a conocer horarios de clases.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLCHIN D. 2004. Pseudohistory and Pseudoscience. *Science and Education*, 13: 179-185.
- ALLEN D., DONHAM, R., TANNER K. 2004. Approaches to biology teaching and learning: lesson study -building communities of learning among educators. *Cell Biology Education* 3: 1-7.
- CECH T. R. 2003. Rebalancing teaching and research. *Science* 299: 165.
- DE VENANZI F. 1987. Investigación y docencia en la universidad. *Interciencia* 12: 221-225.
- DI PRISCO C. 2001. La enseñanza de la ciencia y los cuatro pilares de la educación. *Interciencia* 26(12): 581.
- EDWARDS J. S. 2002. Dobzhansky's dangerous epigram. *BioScience* 52: 614-616. Fox, M. 1992. Research, teaching, and publication productivity: Mutually versus competition in academia. *Sociology of Education* 65: 293- 305
- GIBBS W. W., FOX, D. 2000. Enseñanza de las ciencias. *Investigación y Ciencia* 282: 77-81.

- GLAVIC N. 1957. Metodología de la Enseñanza de las Ciencias Biológicas. Departamento de Publicaciones del Liceo Experimental Manuel de Salas. Santiago, Chile.
- HATTIE J., MARSH, H. 1996. The relationship between research and teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research* 66: 507-542.
- LEDERMAN L. M. 1999. Educación científica y responsabilidad social. *Innovación y Ciencia* 7: 58-63.
- PÉREZ, J.E., BASHIRULAH A. 2000. Bureaucracy strangle Latin America research. *Nature*, 405: 273.
- POWELL K. 2003. Spare me the lecture. *Nature* 425: 234-236.
- ROBERTSON J., BOND C. 2005. The research/teaching relation: A view from the edge. *Higher Education* 50: 509-535.
- STOKSTAD E. 2001. Reintroducing the intro courses. *Science* 293: 1608-1610.
- UNESCO 1998. Marco de acción prioritaria para el cambio y el desarrollo de la educación superior. http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_spa.htm•marco•marco. 25/01/06