

IDEAS Y PLANTEAMIENTOS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

René Covarrubias Berríos* y Haroldo Toro Gutiérrez**

Resumen

En la búsqueda del perfil de un Profesor de Universidad, que trabaje enseñando el método científico, en las ciencias biológicas, se discute el problema. También se busca saber como lo proyectan investigadores que ya están en esa posición y que tienen ellos mismos una trayectoria destacada. Los resultados se basan en una encuesta a 61 profesores investigadores, de Latinoamérica, Norteamérica, Europa, Australia y Japón.

Se concluye que en cuanto al aprendizaje, la mejor opción es la de una relación del tipo discípulo-maestro, en que ambos trabajan en un problema común, lo que se logra difícilmente mediante cursos de enseñanza masiva. La mejor calidad de la enseñanza depende directamente de la formación del propio maestro en las ciencias, por lo que la mejor recomendación para una mejora educativa, es invertir en ese sentido. Un énfasis en las asignaturas pedagógicas no parece ser conducente a una mejor enseñanza del proceso científico. La ciencia es un proceso activo, de cuyo ejercicio deriva una didáctica propia y ese parece ser el mejor modo de aprenderla.

Palabra clave: Ciencia de la educación

Abstract

In the search of a University Professor's profile, qualified to show his students how to work with the scientific method, this problem itself is discussed. An inquiry was done asking qualified scientists, with teaching experience in universities. Results are based on the opinions of 61 such scientists, from south and north America, Europe, Australia and Japan. Concerning the learning of the scientific method, the best option was a type of Master-pupil relationship, working together on a common problem; this is rarely successful when large

numbers of students attend a course. The best quality teaching is reached when the qualification of the Master-scientist improves; so this it was considered as the best option, when we want to invest in order to get an effective educational improvement. Also in the master qualification program, to invest too much time in pedagogic themes, does not seem to improve the teaching capacities, when the scientific process is the main subject. Science is an active process which practice itself includes its own didactics, and this appears to be the best method of learning it.

Key words: Science education.

1.-Introducción.

Aunque parece no existir una diferencia fundamental en el aprendizaje de las diferentes ramas de la ciencia, nos referiremos en especial a las ciencias biológicas, en cuyo campo hemos desarrollado nuestra actividad.

Por otra parte, adoptamos el criterio de que el proceso de aprendizaje de las ciencias es necesariamente el mismo para todos los niveles de la enseñanza, desde la básica y media, entregada por profesores de ciencias formados en las universidades, hasta la científica de post grado conducente a la formación de investigadores profesionales, la que se lleva a cabo bajo la guía de otros científicos en universidades y centros de investigación. Por supuesto, lo que varía en estos tipos de enseñanza-aprendizaje es la diferente intensidad, dedicación, problemas que se abordan, facilidades e instrumentos para su realización y métodos utilizados, así como el estilo mismo de enseñanza.

En los primeros niveles el gran objetivo es preparar los alumnos para la vida en su

(*) Instituto de Entomología. Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación / renecobarru@yahoo.com / Chile

(**) Universidad Católica de Valparaíso (Q.E.P.D.) / Chile

totalidad, como una necesidad de responder a "cambios acelerados en el conocimiento y en la sociedad" y en una "búsqueda permanente de trascendencia", tal como se especifica en los requerimientos, de los Objetivos Fundamentales y Contenidos mínimos Obligatorios de la Educación Media, que además ofrecen "garantizar una Educación de Calidad" (Ministerio de Educación, Chile (MINEDUC), 1998).

En los niveles superiores el propósito del aprendizaje de las ciencias, será formar personas capaces de realizar aportes originales y continuar como partes activas del engranaje de las ciencias en todos sus aspectos, incluido el de su enseñanza.

La enseñanza de las ciencias biológicas, tanto en su génesis metodológica mediante la investigación, como en sus resultados, aparece como necesaria para todos los estudiantes, como una de las experiencias más formadoras y enriquecedoras que se puede entregar a una persona (Olson y Loucks-Horsley, 2000) y así es que MINEDUC*(1988), en sus *Orientaciones sobre el conocimiento y el aprendizaje*, estipulan en relación al conocimiento científico deseable en los estudiantes, que no basta aprender sólo los conceptos, criterios o procedimientos, sino también elementos sobre el proceso de su construcción o descubrimiento, para lo cual recomiendan "prácticas de diseño y realización de investigaciones y proyectos diversos" teniendo como objetivo "que progresen en su habilidad de experimentar y aprender a aprender"; "se trata de exponer a los alumnos a la experiencia, y valores, que son necesarios en los procedimientos de la práctica de la investigación científica propias de la biología".



Los autores coincidimos plenamente con las afirmaciones anteriores, tanto las de Olson y Louks-Horsley como las de MINEDUC y pensamos que enseñar el proceso de producir conocimiento es una de las labores más apasionantes y valiosas para el estudiante, algo realmente formador, que una vez internalizado influirá en todos los aspectos de su vida y que además le quedará para siempre.

Estamos conscientes de que no es fácil entregar esta enseñanza en forma eficiente y adecuada, de modo que haga una realidad la búsqueda experiencia formadora; esto es especialmente válido para los niños en edad escolar. Además hay que tener mucho cuidado, pues a veces se puede confundir el enseñar ciencia con sólo dar a conocer algunos *logros alcanzados por la ciencia*, es decir enseñar los resultados de la aplicación de la ciencia. Esto sería como conocer sólo el aspecto exterior de un fenómeno muy complejo que es el más interesante y además quedar con la falsa impresión de saber o creer que se sabe, lo que resulta más bien deformador.

En los últimos años se ha notado una creciente preocupación a nivel mundial al reconocer falencias en la formación de los estudiantes (Yager, 1991; von Glaserfeld, 1995), lo que a nivel nacional, ha movido a realizar cambios innovativos en la educación, tendiendo a optimizar resultados. Variadas experiencias en distintas partes del mundo han demostrado que el modo más efectivo para producir tales cambios es invertir esfuerzos y recursos mejorando la calidad de los que enseñan (DSBE.,1999), mientras otros centran su interés en los mecanismos de aprendizaje de los estudiantes (Yager, 1991; Duit, 1990).

Un aspecto clave es que aquellos conocimientos y experiencias que los propios profesores han profundizado, que dominan y especialmente con las que han trabajado en realidad, son los que logran los mayores impactos en sus propios alumnos, constituyéndose en el factor más relevante; incluso a veces más que otros factores, como los sociales, familiares o propios de las estructuras de los colegios. Parece pues ser un momento oportuno para reflexionar sobre la enseñanza y construir nuevas generaciones dándoles realmente lo mejor de nosotros mismos.

Mientras los profesores eficientes son capaces de ayudar en el aprendizaje de los estudiantes, los no eficientes causan impactos negativos de muy difícil solución, destruyendo a veces el mayor motor de todo aprendizaje, que es el

propio interés, las actitudes de búsqueda, la curiosidad innata y otras actividades intelectuales deseables para un buen desarrollo cultural. Pensamos que es una obligación social proporcionar a todos los estudiantes los buenos profesores que ellos necesitan, este es el punto central de la equidad en educación. Ello no es tarea simple, ya que incluye, entre otros, formación especializada y problemas de nivel económico, que hagan atractivo su trabajo a los profesionales que hayan demostrado la adecuada capacidad.

El análisis de la relación entre formadores con alto conocimiento de las ciencias y rendimiento de estudiantes, ha mostrado en general una correlación alta (DSBE.,1999) lo que se ha traducido, en algunos países, en la exigencia de un grado de especialización para los profesores de enseñanza media.

El producir logros académicos rigurosos para estudiantes, requiere profesores con conocimientos y habilidades superiores y probablemente un entrenamiento continuo, controlable en sus resultados, al cual debiera dedicar una parte importante de su tiempo.

Esta presentación pone énfasis en la necesidad de una mejor formación de los profesores de ciencias y en una estrategia didáctica basada en el ejercicio mismo de la ciencia, reconociendo así la importancia del proceso de realización de la investigación como proceso formador en sí mismo, que incluye su propia didáctica.

2. Métodos

Las ideas que se presentan y discuten en este trabajo, provienen de tres vertientes básicas en su fundamentación:

- Análisis del proceso de búsqueda de perfeccionamiento en una especialidad.
- Análisis de un concepto más o menos generalizado sobre la Ciencia.
- Análisis de la formación requerida para un profesor universitario que deba enseñar ciencia y de las estrategias metodológicas que utiliza.

Los dos últimos puntos se apoyan en la realización de una encuesta internacional, realizada entre profesores universitarios de alguna rama de las ciencias biológicas.

A.- Búsqueda de perfeccionamiento en una especialidad: Reconociendo que esta búsqueda debe ser un fenómeno permanente en la docencia Universitaria, este punto en particular se refiere a las opciones de estudios de post-grado o estadías de post-doctorado, mediante las cuales una persona busca un importante crecimiento en la ciencia. En todos estos casos hay una decisión de aprender a hacer ciencia; en todos ellos también hay una elección cuidadosa sobre donde y como, guía, crítica, evalúa y exige un resultado de acuerdo al mejor nivel en el área. En una tal elección deberían tomarse en cuenta dos factores de primera importancia:

- que el lugar elegido tenga un amplio reconocimiento de excelencia en la especialidad.

- que en el centro elegido exista al menos una persona, reconocida como del más alto nivel, en el área donde se quiere lograr el crecimiento. Esta segunda opción implica una mayor claridad en los objetivos que se persiguen, tanto de parte del interesado como de la institución que lo avala, ya que involucra la idea de realizar un trabajo de investigación en una línea ya definida, dirigido o criticado por el especialista y con la intención de seguir desarrollándolo en la institución de origen.

El proceso de búsqueda descrito reconoce como la mejor opción de aprendizaje, lo que llamaremos la relación discípulo-maestro, es decir un trabajo personal realizado al lado de un investigador, quien muestra, guía, crítica, evalúa y exige un resultado, de acuerdo al mejor nivel en el área.

B.- La ciencia es un concepto elusivo, difícil de aprehender, al extremo que la mayor parte de las veces, cuando se recurre a un diccionario, se encuentran definiciones simplistas, a veces erradas o muy incompletas. Sin embargo esta dificultad necesariamente debe ser superada por el que enseña, no sólo en forma vaga sino al extremo de tener ideas muy claras al respecto, ya que su enseñanza va a estar referida justamente por su propia concepción de lo que es Ciencia y será necesariamente distinta cuando el concepto propio enfatiza en grado mayor o menor algún aspecto que le parezca más significativo.

Mientras en algún diccionario se señala a la ciencia como "conjunto de conocimientos ciertos", toda persona, con algún nivel científico, reconoce la relatividad de las teorías logradas en la

ciencia. Existe una conciencia muy clara de lo transitorio de los resultados, de sus dependencias de los métodos, tecnologías, capacidad interpretativa de los datos etc. Hay también clara conciencia de que estos resultados relativos generan nueva ciencia, siendo probablemente éste su mayor valor. La acumulación y disponibilidad de los resultados reconoce el valor de los nuevos medios de información y de la necesidad de ponerlos al alcance de las nuevas generaciones, dentro de una globalización bien entendida. También es claro tener presente que se trata de medios de acumulación y traspaso de información, lo que no debe ser confundido con formación científica. La ciencia es un proceso activo (Bybee

y Champagne, 2000). Una verdadera formación en ciencias no puede, de manera alguna, equipararse con la obtención de información sobre ciencia. Esta última es sólo una parte del problema teniendo en cuenta justamente lo transitorio de la validez de los conocimientos alcanzados.

Tratando de conocer algún posible consenso en lo más significativo para algún sector de la comunidad universitaria, a nivel de especialistas con reconocimiento internacional, se hizo la Encuesta N°1, cuyos resultados serán discutidos más adelante. Se empleó idioma inglés por su alcance internacional.

ENCUESTA N° 1	
Which of the following concepts in Science is (are) more in accordance with your own ideas about science and therefore is (are) of significance in your teaching process.	
(Please, write a cross in the blanks)	
1	Knowledge achieved through the scientific method.
2	The understanding of objects, their processes and patterns in nature.
3	Set of theories derived from testable hypothesis.
4	A set of abilities (questioning, critical thinking, synthesis, etc.) and research methods directed towards the understanding of nature.
5	A constant search towards the understanding of natural phenomena.
6	A position of intellectual criticism when confronted with knowledge and established theories.
7	Intellectual need to understand nature and consequently, interact with it.

C.- La tercera vertiente proviene de la opinión de científicos que enseñan en Universidades, toma en consideración el hecho que los mayores logros en el aprendizaje de las ciencias biológicas, se obtienen de aquellos profesores que han desarrollado una línea propia y exitosa de investigación y que han dado forma a un grupo de trabajo, centrado en un lugar o distribuido en distintos puntos del mundo. La fortaleza de este razonamiento se ubica en resultados alcanzados, no en la práctica de una teoría didáctica particular. Toma en consideración además que los valores de cada persona dirigen sus tomas de decisión en su accionar profesional.

Haciendo una primera interpretación que justifica esta metodología se podría decir en

términos de hipótesis, que existen hechos, en el quehacer de estas personas que permiten por una parte logros en la ciencia y además formar personas capaces de continuar como partes del engranaje de la ciencia.

La opinión fue solicitada a través de la Encuesta N°2 (en inglés) cuyo texto se acompaña. Esta se realizó a un total de 61 profesores universitarios (Graf.5): 23 de Chile (Graf.8); 17 de Latino América, excluyendo Chile (Graf.6) y, 21 de Norte América y Europa (Graf.7) (USA, Canadá, Italia, Bélgica, Francia, Alemania, España, se incluyó también aquí Japón y Australia); este último grupo se denominó como "Otros".

ENCUESTA N° 2

In trying to get a profile of a University Professor working in Biological Sciences, as envisioned from those who are in that position, we would greatly appreciate your opinion on the following questions.

He / She		Yes / No	
1	should be an active researcher on a subject related to the course that is being taught.		
2	should have the same profession (or equivalent) to that of the graduating students, in the case of a particular profession (Medical Doctor, Dentist, Teacher, etc.).		
3	should also have a good background in a more general field of Biology.		
4	should be a Ph.D. or an equivalent degree or formation.		
5	should have some formal studies in education or didactics theory.		
6	considers informing about the current status of the most widely accepted explicative theories of the field as one of the most important objectives to achieve.		
7	should teach how to access information rather than to give this information during the lectures.		
8	should try to develop strong critical reading abilities in the students.		
9	considers it important to indicate the working hypothesis(es) behind any given information.		
10	should be aware of the didactic content(s) of the science being taught.		
11	considers it important to insert the different topics in a national or local socio-cultural framework.		
12	considers it important that questions and problems about the given information be generated and discussed in a formative manner during lecture.		
13	considers it important to provide information about the basic techniques and methods used in the research of the subject-matter that is being taught.		
14	should promote motivation and concern for the subject matter being studied.		
15	should be concerned that the students should be able to make predictions and state corollaries regarding certain concepts or theories.		
16	teach how students should try to handle new problems or situations.		
17	should be able to guide a thesis or give a personalized teaching to a small group of students (eg., tutorials, seminars).		

Department	University	Country

Hay un primer grupo de 5 preguntas que se refieren a la formación que pudiera estimarse necesaria para la persona que enseña. Las otras preguntas están orientadas a aspectos

que pudieran ser considerados por el que enseña, como de especial importancia para la formación de los que acuden a aprender.

3. Resultados y Discusión

A.- Búsqueda de perfeccionamiento en una especialidad.

Reconociendo que esta búsqueda es un fenómeno permanente en la docencia Universitaria, este punto en particular se refiere a las opciones de estudios de post-grado, a la obtención de Grados Académicos en una especialidad, tales como Magister y Doctorado y en la vía de la mejor formación continua, mediante estadías de post-doctorado en centros calificados. Todas estas opciones de perfeccionamiento se buscan cuando hay una decisión de aprender a hacer ciencia, cuando una persona busca un importante crecimiento en la vía científica; todas ellas deberían responder a una elección cuidadosa sobre donde y como lograr el fin buscado, tal como se señaló anteriormente.

El proceso de búsqueda descrito reconoce como la mejor opción de aprendizaje, lo que llamaremos relación discípulo-maestro, es decir un trabajo personal realizado al lado de un maestro, guía todo el proceso de ejecución de una investigación real.

En parte, las bases estiman como semejantes los procesos de aprendizaje en pre y post grado, lo que pudiera ser criticable, ya que existen diferencias menores que se refieren a claridad en los objetivos o centros de interés, siendo mejor definidos en un postgraduado.

Independientemente del nivel de madurez en la ciencia se advierte con claridad, que la persona que desea aprender busca el lugar donde se ha logrado un mayor nivel en la ciencia o, preferiblemente, donde se encuentra el mejor experto en el área donde quiere desarrollarse. Encuestas no sistemáticas llevadas a cabo por los autores en varias universidades nacionales nos indicaron que la secuencia mayoritaria de prioridades, para la ejecución de tesis era la siguiente:

- 1.- Calidad del profesor y tipo de materia que más les había interesado
- 2.- Facilidad para la realización del trabajo

La opción 2 pareciera no guardar relación con un mayor crecimiento en la ciencia, pero se podría explicar por la necesidad de lograr pronto un título o grado. El número de personas que se inclinaron por ella es elevado y tal decisión supondría dificultades económicas, no haber



encontrado incentivos suficientes dentro del curriculum seguido, o no apreciar una relación entre la profesión y la exigencia de una tesis. Varias de estas consideraciones han determinado la eliminación de las exigencias de tesis en algunas universidades, perdiéndose así la única opción de realizar una investigación real, por sencilla que fuese, lo que en especial para los profesores de ciencia es significativo.

La primera opción es particularmente interesante en el proceso de enseñanza, demuestra por parte del estudiante un claro deseo de aprender y una búsqueda de la mejor manera de como puede realizarse el proceso. Consideramos que es equivalente al camino que sigue un postgraduado que busca mayor perfeccionamiento o al de un estudiante de cualquier nivel que trata de resolver un problema con la ayuda de un maestro. El proceso de formación en estas condiciones se caracteriza por un trato y atención personal en la relación maestro-discípulo.

La base de esta elección, que a primera vista es obvia, parece indicar que:

- 1.- Se espera aprender con una persona que sea experto y tenga un conocimiento confiable sobre la materia. En los niveles de pre-grado la elección se hace después de un trato personal en un tiempo largo, que incluye clases y experiencias personales. En un nivel de graduado se hace por referencias que se hayan logrado o, a través del conocimiento de las publicaciones producidas; en este caso por lo

general la elección no toma en cuenta otras características distintas de la producción científica; por ejemplo no se tiene conocimiento sobre su formación en teoría de la Didáctica, calidad en su formación en Psicología, etc.

2.- Se espera realizar una búsqueda conducente a un resultado científico. Este aspecto requiere ser desglosado. La búsqueda, desarrollada en un tiempo adecuado, enriquece a la persona con valores importantes: curiosidad, perseverancia, pensamiento divergente, uso de metodologías rigurosas, capacidad de elaborar hipótesis, de interpretar datos y fenómenos, desarrollo de espíritu crítico, todos valores que realmente constituyen la ciencia.

3.- El éxito logrado depende en gran parte del maestro, ya que éste es un modelo y un marco que orienta y promueve formación. Este marco genera una forma de vida en la ciencia que se mantiene o evoluciona a lo largo de los años y, lo que es también importante, produce resultados con efectos constructivistas.

Todo el sistema genera mecanismos de retroalimentación (feed-back), mediante los cuales el maestro también se enriquece con ideas nuevas, las que vienen a reforzar y sostener las líneas de trabajo. El proceso señala como la mejor instancia de aprendizaje un sistema personalizado e interactivo entre pocas personas.

B.- El concepto de Ciencia, como base de una enseñanza.

La apreciación de la importancia de distintos aspectos de la Ciencia en la enseñanza se muestra en Gráfico 1 derivado de las diferentes opciones de la Encuesta N°1.

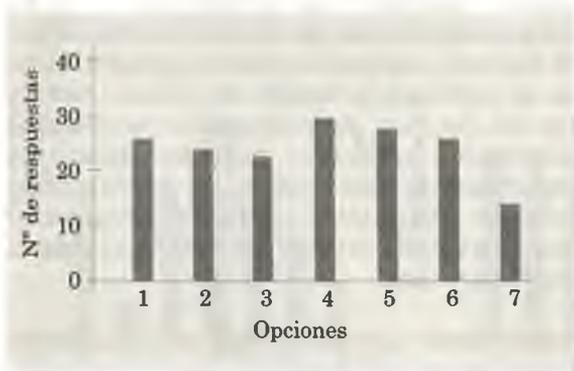


Gráfico 1. Los números representan conceptos sobre la ciencia indicados en la Encuesta N°1 (n=61) en el eje de las Y se anotan las respuestas dadas por profesores de Universidades

En general se advierte que el conjunto de opciones (2 a 6) que consideran a la ciencia como proceso y posición intelectual, tiene para los miembros del grupo consultado mucha mayor importancia que la ciencia en cuanto a suma de logros (opción 1).

En el detalle de los resultados se advierte que:

- Los distintos elementos, frecuentemente encontrados en el concepto de ciencia, son apreciados y tomado en cuenta en una reflexión sobre la enseñanza universitaria. Esto no significa necesariamente una buena práctica, tampoco que la mayoría o siquiera un porcentaje importante de los encuestados tengan presente estos objetivos durante su proceso de enseñanza, hasta muchas de sus clases pueden ser estimadas como poco interesantes por los estudiantes. Sin embargo es evidente que los encuestados reconocen un objetivo complejo en su enseñanza.

- Hay un número de profesores para los cuales son importantes el conocimiento logrado y el método, de acuerdo a la opción n°1, sin embargo ninguna de las respuestas toma a ésta como única. Si sólo se atendiera a ella, el trabajo del aula pondría énfasis en la enseñanza de contenidos, interesan entonces de preferencia los conocimientos y posiblemente el proceso de memorización de informaciones sea un objetivo que se persigue durante las clases.

La asignación de especial importancia a los conocimientos logrados en la ciencia, frecuente en profesores y textos de estudio (CSMEE, 1992; Stinner, 1992) tiene un componente de alto peligro en lo formativo además de crear una competencia de roles entre el profesor y los medios informativos.

El problema en lo formativo se produce porque la persona que enseña puede descuidar las otras facetas del proceso científico, que suelen ser las más formativas. Quizás en la mayor parte de la enseñanza de nuestro sistema educacional hay un énfasis y una exigencia demasiado grande en la adquisición de información, por ejemplo en los actuales programas de enseñanza media, en que un profesor tiene como vía única exponer los resultados de la ciencia de manera lo más atractiva posible y los estudiantes también tienen como opción única memorizarlos. Por cierto, se producirá un desastre cuando se presenta una evaluación que exige aplicación, integración del conocimiento, comprensión,



posición crítica, y todas aquellas cualidades necesarias en la búsqueda de soluciones originales, que es lo propio del proceso científico, porque nunca ha habido tiempo para formar en tales situaciones.

En cuanto al papel del profesor como informante de los logros alcanzados, esta función se ajusta en buena parte a la antigua idea del "sabio", es decir de una persona que ha leído mucho en fuentes de difícil acceso; se aproxima también a la del profesor que leía sus notas en clases, las que resultaban ser buenos resúmenes de la información disponible y a veces de difícil acceso. En la actualidad el avance de las ciencias, por una parte, hace ahora imposible la existencia de "sabios" y por otra parte la tecnología informativa ha tenido un desarrollo tan notable que la mayor parte de las personas pueden tener acceso a ella. La información disponible en INTERNET, en algunos buenos programas de televisión, el acceso moderno a libros y periódicos, ha liberado al profesor de gran parte de su rol de informante. En este sentido es necesario favorecer la elaboración y disponibilidad de publicaciones nacionales, más accesibles a los estudiantes, en su propio idioma y relacionadas con problemas de su medio directo.

Si además de la información sobre ciencia, podemos analizar y mostrar el método que la sustenta, pensamos que su enseñanza complementa mucho la fuerza de los contenidos. Sin embargo esta segunda parte suele presentar dificultad en el medio nacional y en su práctica en las aulas teóricas. De hecho, al enseñar que hay un método científico único, que por lo general incluye la generación de las hipótesis como productos de observaciones al azar, etc. ha sido un ejercicio, que siendo popular y atractivo por varios años, dejó pobres experiencias docentes. Pensamos sin embargo

que en la actividad corriente del aula es posible y deseable la utilización del método hipotético-deductivo o, de análisis de las predicciones derivadas. Cualquiera de estos procesos, además de poner énfasis en un método válido, tiene impacto en otros objetivos significativos y posiblemente de mayor efecto formativo, concordante con los indicados en las opciones 4 y 5.

- Las ideas sobre ciencia incluidas en las opciones 2 y 3 son complementarias en cuanto al rol de la ciencias en la comprensión de la naturaleza, a través de formulación de teorías o descripción inteligible de procesos y patrones de funcionamiento. La memorización de datos pierde valor a no ser como base para la buena comprensión.

En nuestro medio el concepto de teoría se refiere muchas veces a algún hecho no concreto; en esta presentación, cuando decimos teoría nos referiremos a una explicación proveniente de la ciencia. Dentro de esta misma idea resulta que varias personas definen ciencia como un conjunto de teorías. La ciencia, en este sentido tiene un valor estimulante de primera magnitud, ya que parece inherente en el hombre tratar de comprender el medio que lo rodea. La elaboración de hipótesis que puedan ponerse a prueba, tanto en la observación directa de hechos, como a través de una metodología experimental adecuada, promueve necesariamente la capacidad de observación, un pensamiento reflexivo crítico sobre la prueba propuesta y una creatividad exigente en cuanto a originar nuevas pruebas.

En procura de un buen método resulta también favorecido un trabajo práctico, que a su vez exige nuevas habilidades, perseverancia y capacidad de interpretación. Los profesores que consideran este aspecto como significativo en su enseñanza,

supuestamente insisten en trabajos que respondan a hipótesis de elaboración propia.

Las opciones 4, 5 y 6 aparecen como los factores de la ciencia que originan las preocupaciones más importantes en la docencia universitaria. Si este es un hecho cierto entonces, la mayoría de los profesores en la universidad enseñan o debieran enseñar:

- búsqueda, -formación de una posición crítica,
- capacidad de síntesis,
- planteamientos de duda y selección frente a la información recibida, todo ello sin perder de vista el valor del método, el que también se supone analizado críticamente.

También es un hecho cierto, de acuerdo a la Encuesta N°1, que estos aspectos de la ciencia son objetivos específicos de la enseñanza de la biología y requieren del mayor tiempo de dedicación y del mayor esfuerzo para lograr su internalización. Esta visión le asigna una preocupación mayor que el de un objetivo transversal y único dentro de la constelación de asignaturas, por ser parte de la esencia misma de la ciencia.

En ambas opciones el crecimiento que se persigue tiene un efecto formador del individuo en su totalidad, con alcances en otras vivencias distintas del área de estudio en sentido estricto y que probablemente tiene también una mucha mayor persistencia en el tiempo. A diferencia de la memorización de datos, que pueden olvidarse

con el desuso, los efectos formadores en este sentido debieran marcar una forma de vida, dentro de la cual se busca también la comprensión. Dentro de este nuevo contexto la información en si misma pierde valor, al estudiante ahora se le exigirá una finalidad, ya sea en la comprensión del medio o como elemento de construcción que den sustento a una nueva búsqueda, en lo posible de motivación propia.

Hay todavía otro elemento nuevo derivado de estos conceptos, formar espíritu crítico requiere de una interacción comunicativa entre maestro y discípulo y entre los demás participantes del aula, lo que obliga al profesor a activar la comunicación y diálogo dentro del proceso de enseñanza.

En resumen la indicación dada por profesores universitarios en esta forma de comprensión de la ciencia, determina en el estudiante un cambio significativo, ya que de ente receptor pasa a ser un elemento activo sin cuya participación no es posible el proceso de formación en ciencias.

La última opción es en parte diferente de las anteriores y se puede considerar que incluye las opciones 4, 5 y 6, ya que la ciencia se aprecia como una necesidad intelectual o representa un modo de ser en cuanto a interactuar con el medio.

El detalle de tendencias por Países o grupos de países se puede observar en los gráficos 2, 3 y 4.

Gráfico 2

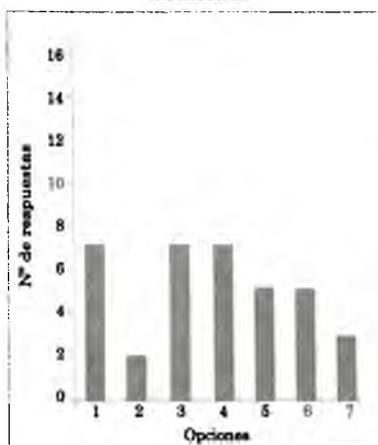


Gráfico 3

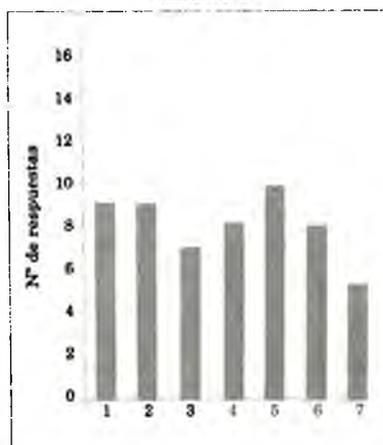
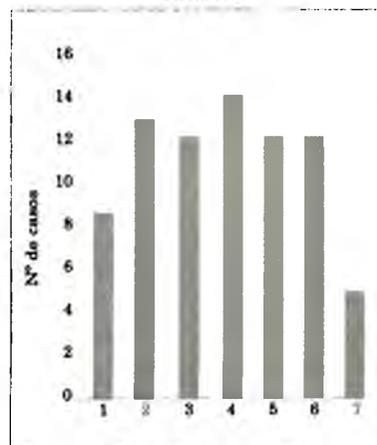


Gráfico 4



Gráficos 2, 3 y 4. Se muestran distintas apreciaciones en el concepto de ciencia en universidades chilenas (n=23) (grafico 2), otros países latinoamericanos (n=17) (grafico 3) y el grupo de "otros", incluyendo los más desarrollados (n=21) (grafico 4).

Aunque no se observa como de alta preferencia, llama la atención que en todas las áreas geográficas analizadas hay profesores para los cuales la ciencia como proceso dinámico, analítico e hipotético es significativa en su enseñanza y por lo tanto estimamos necesario desarrollarla en esa forma. En este sentido, educar a las personas en la ciencia es tan parte de un desarrollo integral, como otros factores que son parte de la personalidad, presentando un valor real mucho mayor que la de un objetivo transversal.

El otro gran impacto de este modo de entender la ciencia es considerarla como una resultante de interacción con el medio. De este modo necesariamente se incluyen actitudes y valoraciones considerados en puntos anteriores (4-5-6), pero hay un aspecto interesante más, no sólo se trata de un modo de ser interno, sino que incluye respuestas y actividades resultantes de la formación. De aquí resultan posiblemente posiciones de respeto por el ambiente natural, de conservación de un ambiente limpio, de uso sustentable de recursos y otros conceptos de interés individual, pero de gran importancia social.

La comparación de las áreas geográficas consultadas muestra en el grupo "otros" (Graf.4) una menor importancia de la ciencia como comprensión y relacionado con ello como conjunto de teorías. En todos los grupos de países consultados el valor de las ciencias como necesidad intelectual e interacción es algo bajo en relación a las otras opciones. Las opciones indicadas con los números 4-5-6 tienen alta significancia para los profesores universitarios.

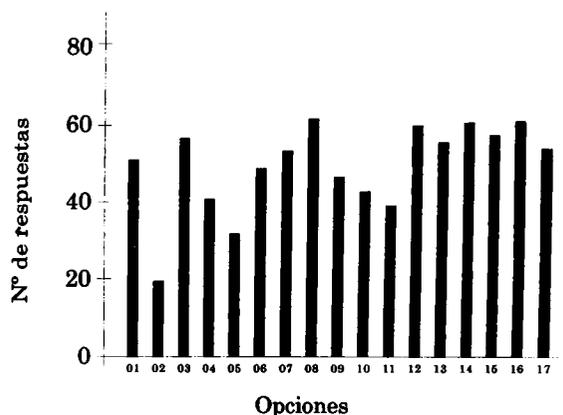
En cierto modo es llamativo que, en todas las áreas consultadas, el conocimiento logrado por la ciencia resulta importante en la enseñanza, de acuerdo a varias opiniones, la cantidad de información entregada es comparativamente alta o exageradamente amplia.

C. En cuanto a la encuesta N° 2, hecha sobre un total de 61 profesores universitarios actualmente en ejercicio, se puede desprender del Gráfico N°5, un perfil de profesor de Universidad; este total se desglosa más adelante considerando la posibilidad de tendencias geográficas. Estos resultados se pueden considerar como una preliminar que es necesario ampliar.

En las seis primeras opciones, referentes a la

formación requerida, hay bastante consenso en cuanto a lo que debe ser un investigador, tener una muy buena formación en una área mayor que la enseñada y estar al día en los nuevos avances que se realizan en su campo, no sucede lo mismo con las restantes.

La buena formación del "maestro", en el área que se enseña, se corresponde bien con las características analizadas anteriormente en el "mecanismo de perfeccionamiento" y en nuestra opinión, produce un refuerzo que necesariamente debe ser tomado en cuenta en un proceso de enseñanza de las ciencias. El refuerzo se debe a que tanto desde el punto de vista del que necesita aprender, como de aquellos que enseñan a hacer ciencia, para ambos la calidad del conocimiento se estima necesaria.



Graf. 5. Número de respuestas afirmativas: Perfil de un profesor Universitario de acuerdo a Encuesta 2 (n=61)

Parece ser que la preferencia de ser investigador (Graf.5, n°1) tiene dos alcances distintos: -por una parte y por ser inherente a la función, debe tomar en cuenta un concepto amplio de ciencia, donde el resultado alcanzado, si bien tiene el carácter de meta, es menos significativo que el proceso en su totalidad. - El otro alcance es de modelo y marco referente, como se señala más arriba, ello tiene impacto en aspectos varios de la personalidad y de interacción del individuo que aprende.

Las opciones n° 3 y 4, si bien constituyen características con significado propio, también fundamentan la opción del "investigador docente", ya que dentro de una ciencia constructivista la formación más amplia es condición indispensable y sólo es posible hacer contribuciones novedosas cuando son conocidos los logros anteriores. En su aporte propio, estas

opciones demandan la existencia de buenas bibliotecas y de equipamiento computacional que favorezca la información. En el ambiente nacional faltan muchas revistas nacionales, donde aparezcan las investigaciones que conciernen a nuestro medio ambiente; esto, como es evidente, es el material de revisión científica básica que debería estar al alcance de los investigadores y estudiantes y que podría promover en ellos nuevos intereses, búsqueda o crítica. A nivel universitario hay deficiencias en bibliotecas; la cantidad de revistas recibidas es demasiado baja en comparación con la producción mundial, de donde resultan serias dificultades en la apertura de nuevas líneas de investigación, debiendo los estudiantes desarrollarse sobre la base de bibliografías personales formadas a lo largo del tiempo por los investigadores que tienen líneas antiguas de trabajo. Sin embargo la mejoría evidente en los sistemas de búsqueda de información virtual, ha producido algún alivio en este sentido, introduciendo el problema nuevo de seleccionar sobre un exceso de información, no toda relevante.

Hay en cierto modo consenso también en que no es de mucha importancia tener la misma profesión que la perseguida por los estudiantes, posiblemente esta tendencia pudiera revertirse en algunas carreras donde se enfatiza lo tecnológico, en donde se aprecie como necesaria alguna información que sustente directamente la tecnología. En el ambiente latino-americano, la posición de Chile (Graf.8, n°2) es algo distinta del resto (Graf.6, n°2) y más cercana a la del grupo "otros" (Graf. 7, n°2). La no exigencia de la misma profesión favorece el contacto de alumnos con especialistas de nivel, lo que es la

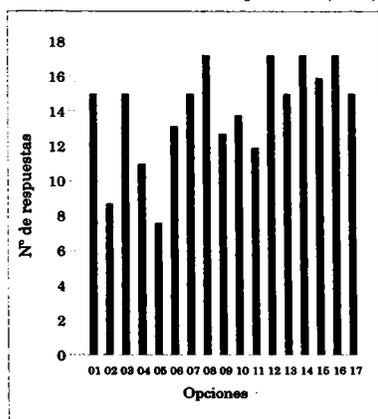
base de una formación más amplia, que puede abrir otros campos de investigación.

La posesión del grado de doctor o de una formación equivalente, se considera necesaria para los docentes universitarios. La idea se complementa con el análisis de los mecanismos de perfeccionamiento y de las implicaciones de la ciencia, discutidos anteriormente. Curiosamente este requerimiento es menos marcado en la visión de los chilenos (Graf.8, n°4) y opuestamente más evidente en el grupo "otros" de países más desarrollados (Graf.7). La apreciación en Chile resulta algo contradictoria en comparación con las altas preferencias indicadas para las opciones n° 1 y 3, lo que puede entenderse relacionado con un número poco elevado de doctores en el medio nacional, hecho particularmente evidente en escuelas de orientación tecnológica (medicina, dentística, agronomía, etc.) o de una manera más indirecta, con mayor aprecio por una formación en teoría de la didáctica, pensando en que una buena metodología pudiera reemplazar a la formación biológica.

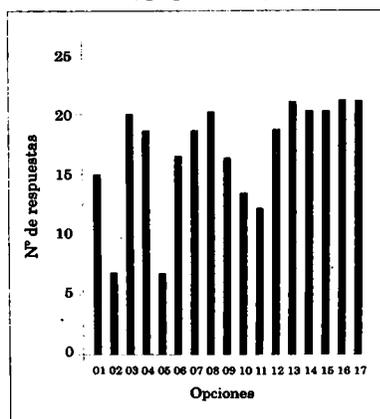
Este último aspecto, de buena formación en los fundamentos teóricos en didáctica, ha tenido un impacto largo en la educación chilena; curiosamente el interés por la didáctica es mucho menos marcado en el resto de latinoamérica y menos aun en "otros" (Graf.7, n°5), donde no parece tener importancia.

La cuestión se relaciona también con el período o tiempo necesario para lograr la formación; este tiempo necesariamente significa detrimento para otra formación.

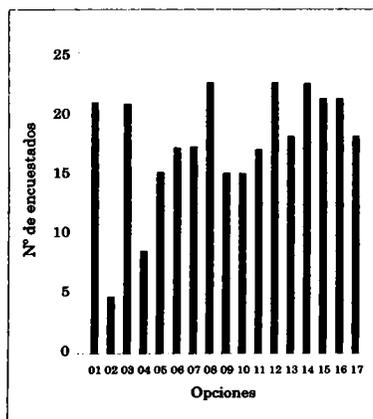
Graf.6, Latino-América excepto Chile (n=17)



Graf.7, grupo "otros" (n=21)



Graf.8, Chile (n=23)



Perfil de un profesor universitario según resultado de la Encuesta 2.

A nivel universitario no ha habido una preocupación especial sobre el problema; no se utiliza tiempo en este tipo de preparación. Ocasionalmente algunas universidades proponen cursos sobre didáctica a sus profesores, pero no encuentran una buena recepción a la oferta. Expresiones como "las teorías sobre didáctica no me dan confianza" son frecuentes en el medio universitario y en varias de nuestras encuestas fueron consignadas de manera especial. Probablemente se reconoce falta de fundamentación en la información sobre los mecanismos neuronales de aprendizaje, selección o asociación. Se tiene claro además que todo el tiempo es poco para crecer en la especialidad y que un buen maestro en la ciencia forma más que otro que tenga un grado de excelencia menor en su campo.

Resulta especialmente interesante constatar que, a pesar del desinterés general por una didáctica, se reconoce dentro del nivel universitario, un "contenido didáctico en la ciencia" (Graf. 5 - 8, n°10). Este contenido didáctico propio es el que se ofrece como un producto que se obtiene al trabajar en ciencia; en este sentido la situación es comparable con la tecnología, en el sentido de que ambas son productos resultantes del hacer ciencia. Esta relación es más evidente cuando se realiza un trabajo de investigación (tesis por ej.), donde hay un tratamiento consciente de métodos, modos de actuar y pensar, que son expresamente cuidados y evaluados, al extremo de que en muchas ocasiones los discípulos muestran los caracteres del maestro.

Vale la pena preguntarse si este panorama presente en la Universidad tiene características semejantes en niveles preuniversitarios. La respuesta nos parece afirmativa por cuanto en todos los niveles se enseña ciencia y además las implicaciones de la ciencia son concordantes con los objetivos propuestos para una educación general. De lo anterior puede desprenderse entonces que para una buena educación en ciencias lo realmente importante es:

- tener profesores bien preparados en su especialidad.
- que nace de la ciencia una didáctica propia, propicia a su enseñanza por su misma práctica.
- que los buenos resultados que se consiguen en las universidades podrían también lograrse en los otros niveles.

Reconocemos que estas ideas representarían cambios profundos dentro del medio nacional, en la formación de nuestros profesores en todos los niveles de la enseñanza, con una gran repercusión en todos los jóvenes educandos.

La búsqueda de información es considerada importante en la enseñanza universitaria (Graf.5 a 8, n° 7) tanto en cuanto a resultados obtenidos como en cuanto a métodos particulares de análisis de problemas (n° 13). En la primera situación hay dos aspectos interesantes: - se reduce la importancia del profesor como dador de información y - se solicita al estudiante buscar en otras fuentes. La reducción del profesor en su función de informante, concuerda con el análisis hecho más arriba sobre la ciencia en cuanto a logros; se espera en cambio un mayor énfasis en búsqueda de información personal, lo que exige disponer de medios adecuados y eficientes, que favorezcan las consultas bibliográficas (bibliotecas, INTERNET y sus derivados).

Un Profesor de Medicina Veterinaria de la Universidad de Hannover agrega como comentario a la Encuesta enviada: "Creo que el crecimiento increíble del conocimiento obliga a nuevas formas docentes, más que predicar enfermedades una tras otra, cada vez será más importante trabajar estrategias de solución en forma ejemplar. Los estudiantes se verán obligados así a un trabajo conjunto y activo de preparación de clases".

De acuerdo a la consulta se le asigna una mayor preocupación, del que enseña, a la parte de métodos que lo referente a resultados, - probablemente por una mayor especificidad en la información, también por una relación más directa con problemas particulares que estén siendo abordados y - por una mayor riqueza formativa en el método, su rigurosidad, búsqueda de situaciones experimentales, claridad en los objetivos o hipótesis.

El acceso a información aparece estrechamente relacionado con la importancia dada a las características representadas en los gráficos con los n° 8, 9 y 12.

Especialmente interesante desde un punto de vista formativo es el desarrollo de una posición crítica frente a la información recibida (n°8). El desarrollo de ella en el aula sugiere necesidad de discusión (junto con fomentar una capacidad de expresión) (n°12), de favorecer el

cuestionamiento, las interrelaciones con otras teorías explicativas, el refuerzo de un método hipotético- deductivo o de análisis predictivo. La perspectiva que se tiene del aula en este contexto, es de participación activa del estudiante dentro de un problema (Olson, y Loucks-Horsley, 2000), que visualiza y busca una mejor clarificación e internalización conceptual.

En este mismo paisaje de formación, se plantea preocupación por trabajar indicando o generando las hipótesis que sustentan una teorización (n° 9), lo que de alguna forma obliga a plantear los contenidos como situaciones problemáticas, a seleccionar una o varias hipótesis que pueden originarse del profesor o, en el mejor de los casos de los mismos alumnos, también a analizar las proposiciones críticamente, y necesariamente a buscar algún mecanismo de falseamiento y de comprobación.

En todos los ámbitos alcanzados por la encuesta (n°9 de Graf. 6 - 7 - 8) se visualiza como preocupación docente importante la disponibilidad de la hipótesis en la enseñanza, reconociendo posiblemente su enorme valor formativo, motivador (n°14) y, la distinta dimensión que toma el resultado, en cuanto a estimarlo no como verdades absolutas sino en relación a los datos que la sustentan. Pensamos que los profesores que señalan su preocupación en el punto, aprecian la pregunta de un estudiante cuando dice: "por favor indíquenos en que hipótesis se sustenta su afirmación" Nos parece que toda persona que enseña, aprecia en este paso el logro de valores trascendentes en un rango muy amplio.

En el total de encuestas hay un número de personas, semejante en los ambientes geográficos, que no asignan importancia a la disponibilidad de la hipótesis; pensamos que ello puede deberse a problemas prácticos de tiempo disponible (Klapper, 1995), cuando hay una constelación de otros factores que atender, algunos con una tradición enorme, como dar información.

Nos parece muy importante la toma de decisión al respecto, ya que se trata de la formación de nuevas personas, valorando los objetivos que se persiguen de una manera especialmente consciente. De esta decisión depende la visión de los estudiantes y sus riesgos de vida frente a los tiempos que se aproximan. Reconocemos también las grandes dificultades que hay en "cambiar el modo de enseñar" que tiene cada

maestro, tal diversidad no debiera ser problema cuando hay claridad en los objetivos perseguidos.

La situación anterior tiene también una estrecha relación con otras fases del desarrollo de las ciencias, en cuanto a formulación de corolarios y predicciones (n°15 en gráficos), de nuevo se observa preocupación por un aprendizaje activo, que relaciona y se proyecta, al mismo tiempo que prueba las fortalezas de sus teorías. En ambos casos puede haber también una connotación interactiva con el medio, cuando la predicción se toca con vivencias tangibles o un llamado provocativo a realizar observaciones o experimentación práctica en el laboratorio o en lugares accesibles.

El trabajo de laboratorio se ha considerado tradicionalmente y con justa razón, como formativo y motivante; sin embargo es importante tener en cuenta que no es suficiente en ciencias tener las manos en la masa, es necesario también tener colocada la mente. Ciertamente que la experimentación de laboratorio tiene una connotación distinta como comprobación de hipótesis, que como constatación de hechos, como comprobación responde a una motivación y es resultado de un pensamiento crítico, aparece como una prolongación del trabajo intelectual. Como constatación puede resultar atractiva y en el mejor de los casos originar hipótesis propias para cada estudiante, dentro de un campo casi infinito de posibilidades, que debiera conducir a otra nueva contrastación de hipótesis.

Nos parece que todos los puntos hasta ahora considerados se relacionan y refuerzan entre sí, cuando son encauzados hacia el problema de enfrentar nuevos problemas. Este punto aparece en la encuesta con n°16 y es reconocido como preocupación por casi todas las personas encuestadas. Esta consideración de nuevo coloca



a la enseñanza de las ciencias biológicas con un objetivo propio que puede ser transversal a otras disciplinas. En otras palabras, el hacer ciencia o el enseñarla, es en si una preparación para un mundo nuevo, la sociedad del conocimiento de Toffler (1995); construir nuevos logros en ciencia requiere de bases previas. Una investigación "de punta" única o preferente, es difícil de comprender, porque es imposible de realizar sin la base que la sustente. En el mismo sentido, la formación que recibe un estudiante en sus primeros años, es base de la posterior, sustenta la universitaria y ésta sustenta a su vez los avances de la ciencia.

La encuesta plantea un punto (n°17) que acerca, de manera más estrecha y directa, al profesor con los estudiantes, la situación se produce entre un número reducido de personas, alrededor de un problema común y con una atención más cuidadosa y personalizada, en una relación que llamamos "discípulo- maestro". El interés por este tipo de trabajo corresponde a una de las opciones más favorecidas en la encuesta (Graf.5 n°17), por lo que podríamos considerarlo como una de las mejores instancias de aprendizaje en opinión de los profesores universitarios.

Desde ambos puntos de vista, del que enseña y del que aprende, la relación discípulo maestro es un óptimo alcanzable. Evitando volver a repetir argumentos ya entregados, esta relación coloca en una mejor dimensión varios factores involucrados: - rol de la información, - valor formativo de la ciencia, de los resultados logrados y rol del maestro.

Independientemente de factores temáticos, el trabajo con grupos pequeños tiende a promover motivación positiva y un mayor aprendizaje. De manera opuesta, esta visión reduce el valor de los cursos masivos, donde existe la pretensión de educar un gran número de personas y solo parecen lograr únicamente entregar información, mientras que la formación resultante, si existe alguna, sigue direcciones inesperadas.

Se consultó también por la importancia de insertar la ciencia que se enseña, dentro de un marco sociocultural local o nacional (n° 11). La contextualización por cierto no guarda una relación directa con el perfil de un profesor universitario, pero por varios años ha existido una fuerte presión ambiental de colocar este marco a la enseñanza (Simola et al., 1997), por ejemplo para sortear brechas en la relación universidad- empresa (Valdés, 1996). La ciencia en cualquier forma que se mire es universal, sin

embargo el estudiante que se forma se va a desenvolver, generalmente, en el ambiente local. Aparte de ello existen razones sociales, económicas y políticas que pesan en la relación, al extremo de definir la calidad de la universidad en cuanto a satisfacer las demandas del medio. Por supuesto en todas partes hay presiones de este tipo, lo que se puede clasificar más como una utilización práctica de la ciencia

Los resultados de los gráficos, indican preocupación por el problema, en un porcentaje alto, lo que da a la ciencia un compromiso de interacción con el medio, de búsqueda de soluciones, de comprenderlo. Nosotros sugerimos para la enseñanza de la ciencia, utilizar al máximo los elementos del medio más cercano, salir a la naturaleza y plantear problemas en relación con algunos de sus elementos: fauna, flora, geología, microclima, contaminación, interacciones, etc.; con esto se puede dar perfectamente la enseñanza del método científico, al mismo tiempo que se conoce la propia naturaleza, se contactan sus problemas, se aprende a estimarla y cuidarla; la condición necesaria, por supuesto, es de que el profesor sea un investigador en esos temas, para que pueda guiar en la definición de problemas a investigar, que no sean banales, o simples demostraciones prefabricadas, que no enseñan finalmente nada; lo que enseña es vivir todas las fases del proceso de la investigación.

Finalmente nos ha parecido importante señalar un comentario de la encuesta del Prof. Michener de la Universidad de Kansas " Creo que todos los puntos de la encuesta debía contestarlos positivamente, pero no parece haber nadie tan bueno que sea capaz de lograrlos; creo también que un buen profesor depende mucho de la calidad de sus estudiantes", con lo que no podemos sino estar de acuerdo.

4.-Conclusiones:

- La mejor opción de aprendizaje se produce en una relación personal: discípulo- maestro en que ambos trabajan en un problema común. La existencia de cursos, o enseñanza masiva puede favorecer la obtención de información, pero se presta difícilmente a un proceso realmente formativo.

- La mejor calidad de la enseñanza depende directamente de la formación del "maestro" en las ciencias, por lo que, la mejor recomendación

es invertir en mejorar la formación de los profesores en este sentido. Esto se puede hacer estimulando la obtención de grados académicos de buen nivel y en la especialidad, y posteriormente dando acceso permanente de perfeccionamiento, tomando en cuenta el rápido avance de las ciencias. Un énfasis en asignaturas "pedagógicas" en los currícula, tanto en número como en profundidad debe ser cuidadosamente reconsiderado, por no parecer conducente a una mejor enseñanza del proceso científico. Es muy diferente hablar de ciencia que hacerla y para poder enseñar ciencia el mejor modo es vivir todo el proceso, guiado por un profesor que esté en el nivel de hacerlo.

- La Ciencia es un proceso activo, de cuyo quehacer deriva una didáctica propia. Varios objetivos propios son coincidentes con algunos generales para la educación. Un énfasis exagerado en contenidos e información empobrece el efecto formador del hacer ciencia, transformándola muchas veces en repetición, no motivante ni reflexiva, de conceptos de valor relativo, o de enumeración de hechos y logros de la ciencia, lo que es solo ilustrador, no formador. ■■

Referencias:

Bybee, R. and A. Champagne. 2000. *The National Science Education Standards*. National Science Teachers Association. 240 pp

CSMEE. 1997. *Science for All Children: A Guide to Improving Elementary Science*. The National Academy Press. 320 pp.

DSBE. 1999- *Improving Student Learning Through Teacher Quality*. Position paper. USA. 56 pp.

Duit, R. 1990. *The constructivist view a both fashionable and fruitful paradigm for Science Education research and practice*. in *Constructivism in Education*. Seminar Series: 1-19.

Glaserfeld von, E. 1995. *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. Falmer Press, London. 340 pp.

Klapper, M. 1995. *Beyond the Scientific Method*. *Science Teacher*, 62: 36-40

MINEDUC, 1988. *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Media*. Ministerio de Educación. Santiago de Chile: 1-394.

Olson, S y S. Loucks-Horsley, Eds. 2000. *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Natl. Academy Press. 224 pp.

Simola, H., O.Kivinen y R. Rtinne. 1997. *Didactic Closure: Professionalization and Pedagogic knowledge in Finnish Teacher education*. in, *Teaching and Teacher Education*. Vol.13 (8):877-8t91.

Stinner, A. 1992. *Science texttbooks snd Science teaching: From logic to evidence*. *Sc. Education*, 76(1): 1-16t

Toffler, A. 1995. *La creación de la nueva civilización. La política de la tercera ola*. Plaza & Janes Eds. Barcelona. 560 pp.tt

Valdés, B. 1996. *Conocimiento es futuro, Hacia la sexta generación de los procesos de calidad*. UCLA. Concamin, México. 120 pp.kj

Yager, R. 1991. *The Science Teatcher*, Sept.: 53- 57

