

INEC

INSTITUTO NACIONAL

PARA EL MEJORAMIENTO DE

LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

CONSIDERACIONES

SOBRE EL

MEJORAMIENTO

DE LA

ENSEÑANZA

DE LAS CIENCIAS

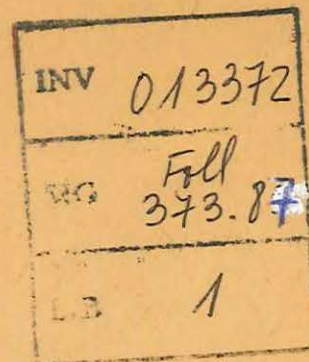
EN LA ARGENTINA

POR EL

DOCTOR

ABRAHAM FISCHLER

06694 2-1



-1-

CONSIDERACIONES
SOBRE EL
MEJORAMIENTO DE LA
ENSEÑANZA DE LAS
CIENCIAS EN LA
ARGENTINA

Traducción de la Conferencia pronunciada por el Dr. Abraham Fischler decano de los Cursos para Graduados en la Universidad NOVA de Florida, Estados Unidos, en el Primer Simposio Nacional sobre la Enseñanza de las Ciencias realizado en la ciudad Universitaria de Córdoba, Argentina, entre el 16 y el 19 de octubre de 1968.

El I.N.E.C. agradece la colaboración de las profesoras, Marta M. de Mastrogiovanni, Aurora Domínguez y Shary Lombardo por la traducción realizada y la cooperación del Centro Nacional de Documentación e Información Educativa que hizo posible su impresión.

REPUBLICA ARGENTINA

1968

CONSIDERACIONES SOBRE EL MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LA ARGENTINA

Como un norteamericano con un conocimiento limitado de Argentina, presento este artículo, con la esperanza que él pueda contribuir de cierta manera a vuestro pensamiento. Es un privilegio desde luego el estar trabajando con un grupo de personas como ustedes, dedicadas al mejoramiento de la educación científica.

He tenido la ocasión de estar en la Argentina en varias oportunidades y visité muchas escuelas en Buenos Aires y provincias. Mostraré a ustedes algunas de mis observaciones, hechas sobre una muestra muy limitada.

Sin embargo, las conclusiones que de ellas puedo extraer pueden ser incorrectas y me gustaría que lo señalaran; ustedes pueden aceptar o rechazar las recomendaciones que hago. En cualquier caso, espero que mi trabajo estimule discusiones que aporten algo mas para vuestra importante y difícil tarea.

LA NATURALEZA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Con el objeto de tener un marco común de referencia, es importante para mí, explicar la naturaleza de la ciencia tal como yo la interpreto.

En un artículo anterior que fue traducido al castellano por el Profesor Ferreyra, yo expliqué en forma simple la naturaleza de la ciencia. Gustaría de hacer una revisión de todo ello sólo por breves momentos y luego profundizar hacia lo filosófico para llegar a tener el marco común de referencia a que aludí anteriormente.

En dicho artículo, aclaraba que los científicos desarrollan conducta científica a través de la observación.

La observación puede estar basada en lecturas, en datos experimentales o en

los objetos reales directamente.

Los científicos determinan sus observaciones basándose en el sistema que estudian. Es entonces, que el científico mira en su alrededor y desarrolla un subconjunto dentro del cual busca una evidencia de interacción para que así se constituya un sistema.

Cuando las cosas aparecen de forma tal que podemos considerarlas normales y no se advierten discrepancias, el científico considerará que realmente no existen problemas. Pero en los casos en que el suceso no se ajusta al modelo de su conocimiento comenzará a despertarse su interés. Dentro de la Psicología esto se conoce como un "suceso discrepante" y en el campo científico se lo llama comunmente "confrontación".

Estos "sucesos discrepantes" son los que fuerzan a los científicos a pensar teóricamente y preguntarse: De qué forma esta observación se relaciona con las teorías y modelos que tengo en mi mente y cuáles están relacionados con la ciencia?

Lo primero, tiene importantes implicaciones para los que enseñan ciencia.

Nuestra tarea es introducir cuidadosamente en el ambiente del alumno, discrepancias seleccionadas las que fuerzan al mismo a "mirar" su modelo en relación con lo que él observa en el mundo real. Así, él entrará en el proceso de asimilación, acomodación, y equilibrio.

Esto está explicado detalladamente en los escritos de J. Piaget. Estoy seguro que ésta es literatura bien conocida por ustedes.

Habiendo observado las discrepancias el educando intentará refinar su propio modelo cognoscitivo. Entonces, formula una hipótesis, que no es más que un "adivinar inteligente". esto puede expresarse por "qué, si ...".

Una vez formulada la hipótesis se la somete a verificación. Se origina una experiencia, o sea un hecho experimental.

Un hecho experimental tiene mucha importancia en las ciencias.

Asociados a un experimento, aparece el conjunto de sus parámetros. Los parámetros definen la operación relacionada con el experimento al que dan su significado.

Por ejemplo; en el análisis de organismos que viven en ciertas condiciones en el suelo, uno puede saber la composición del suelo, sus PH el porcentaje de humus, la temperatura del suelo en el momento del análisis, así como la cantidad de HD. si alguno de los factores se cambia, otros organismos vivirán en ese medio. Siempre que se hable de experimento en ciencias, debe darse al alumno la oportunidad de conocer los parámetros asociados a la investigación.

"Cuál es el grado de calidad que tienen nuestros conocimientos ?". Esta pregunta es una componente importante dentro de la naturaleza de la ciencia.

El científico escribe generalmente sobre lo que él logra en forma precisa y con el objeto de que sus colegas puedan leer y verificar lo que él ha obtenido.

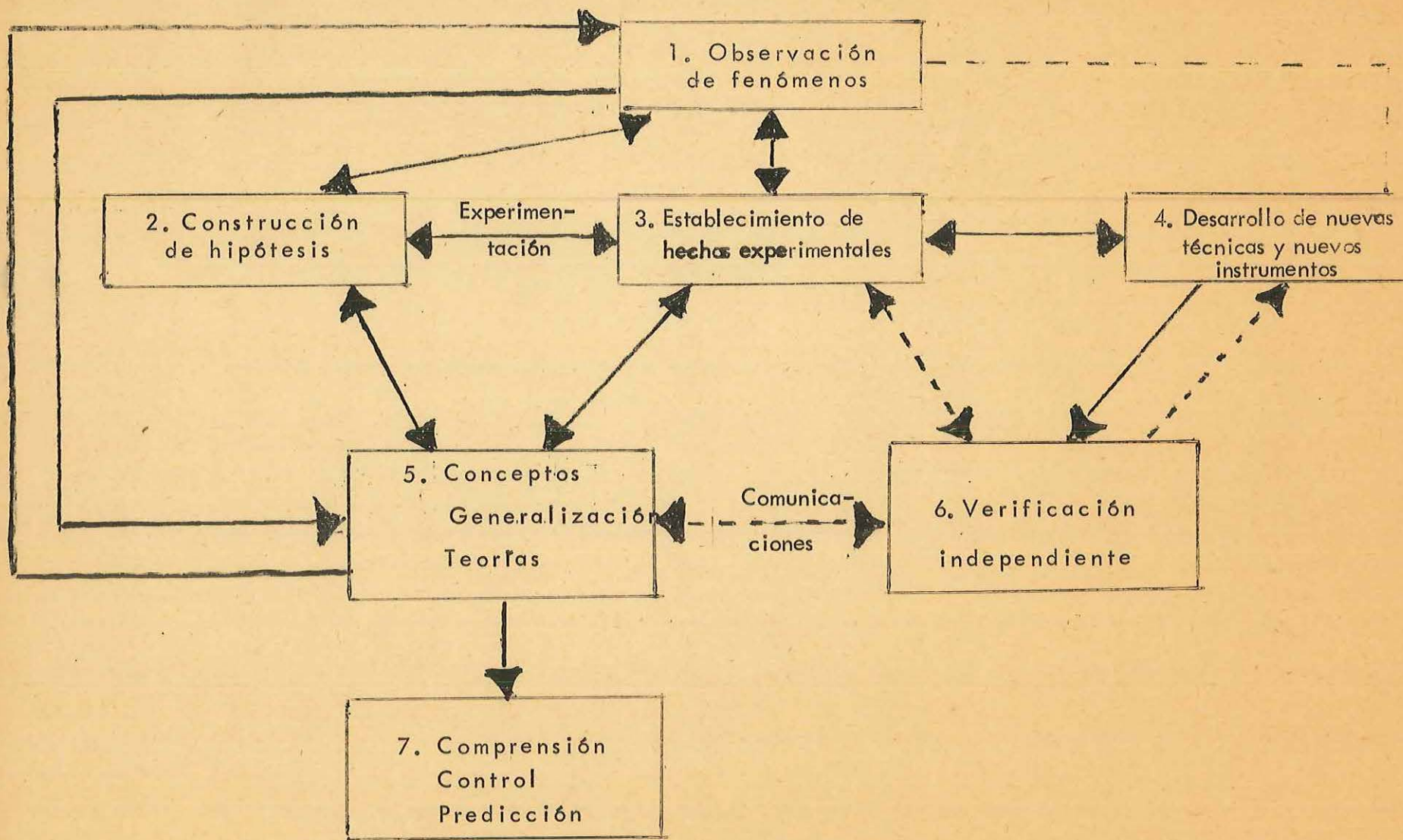
Es por ello que él debe incorporar todo lo pertinente a los parámetros para que cualquiera que lea su material pueda repetir el experimento y verificar sus resultados.

Esta pequeña tarea hace que se le dé a un científico la categoría de "honesto" y contribuye para que el trabajo se presente ante los ajenos siguiendo la línea recta.

Además de lo anteriormente expresado, encontramos el desarrollo constante de nuevas técnicas y nuevos instrumentos que nos permiten hacer observaciones cada vez más precisas. Esto nos lleva a formular nuevas hipótesis que se relacionan con nuevos hechos experimentales. Todo esto hace que pueda considerarse a la ciencia como una empresa dinámica y que debe ser presentada a los estudiantes de esta forma.

La Ciencia no es más que la aproximación sistemática hacia la "verdad". Si la Ciencia es presentada en forma dogmática, deja de ser ciencia.

Los hechos experimentales se ajustan a los conceptos, teorías y leyes que permiten a los científicos un mejor entendimiento o comprensión del Mundo que nos rodea y sus cambios así como hacer predicciones. Todo esto ayuda, afortunadamente, a los científicos a encontrar maneras de controlar la naturaleza, cosa que en definitiva nos permitirá vivir una vida mejor.



Acabo de leer un libro titulado "La Naturaleza de la Ciencia y la Enseñanza de la misma", escrito por James T. Robinson.

En este libro, el autor presenta un amplio y completo análisis de la naturaleza de la ciencia y sus implicaciones para la educación científica. En él se muestra la necesidad de estudiar teorías preliminares y cómo ellas han sido desplazadas por otras más modernas, y modelos preliminares así como la forma en que han sido reemplazados por otros más modernos y constantemente relacionados con la naturaleza dinámica de la ciencia.

El autor escribe sobre cómo una investigación experimental es transformada en una investigación sistemática generadora, (fluida) y en una investigación sistemática absoluta (estática).

Además, se intenta identificar los objetivos más importantes del "alfabetismo" científico.

Vamos a detallar algunos de ellos, incluyendo los encabezamientos usados:

A- La naturaleza del pensamiento científico.

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente, incrementará:

1.- la comprensión de que el empuje que precisan todas las ciencias es con el objeto que se tornen cada vez más teóricas y exactas. Las ciencias biológicas se van haciendo cada vez más correlativas y las físicas más exactas.

2.- la comprensión de la estrechísima relación entre el investigador y lo investigado así como la longevidad relativa de los principios metafísicos, teorías, leyes de la naturaleza y modelos, dentro de la evolución del conocimiento científico y también que éste ha sido desarrollado como resultado de componentes semánticas, lógicas y pragmáticas.

3.- la comprensión del estado actual de los modelos o sea las operaciones que definen las síntesis, qué síntesis son igualmente refrendadas o sostenidas por estas operaciones y qué otros factores dan preferencia a determinados modelos.

B.- Punto de vista del hombre respecto del universo y la naturaleza de la ciencia.

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente deberá incrementar el:

- 1.- comprender la forma en que otras áreas del pensamiento humano tales como creencias religiosas, lógica matemática, tecnología, etc., pueden influenciar sus puntos de vista en el área científica.
- 2.- comprender la forma en que la ciencia contribuye a la comprensión del mundo por el hombre.
- 3.- comprender la inhabilidad de la ciencia por sí sola, para decidir la validez de teorías de muy alta generalización.
- 4.- comprender que es responsabilidad del científico el de ser capaz de interpretar las consecuencias de su trabajo para la comprensión del mundo circundante.

C.- El proceso del razonamiento científico.

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente incrementará:

- 1.- la comprensión de la diferencia entre estructura y desarrollo como entre aspectos inductivos y deductivos de la teoría así como la necesidad de que ambas fases estén presentes y en caso contrario, todas las afirmaciones concernientes a la teoría, deben ser analíticamente equivalentes.
- 2.- comprender como la naturaleza multidimensional de conceptos físicos - instrumental, papel y lápiz, operaciones verbales - pueden contribuir a la definición de conceptos.
- 3.- comprender el proceso por el medio del cual los físicos verifican conceptos físicos.
- 4.- comprender el desarrollo de la investigación sistemática en biología con etapas que van desde la simple observación a una taxonomía o a una morfología descriptiva o a una

morfología comparativa o a la adición de análisis a la antedicha descripción.

5.- comprender la estructura lógica, matemática y sintáctica de las ciencias físicas desde que ellas son usadas como un paradigma de las ciencias exactas o deductivas.

D.- La síntesis dentro del razonamiento.

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente deberá incrementar:

1.- la comprensión del continuo rol que han tenido ciertos principios metafísicos en la orientación de la investigación y entender que las leyes de la física tratan con ciclos completos dentro de los que pueden ser totales o no.

2.- la comprensión de la intrincada relación entre el investigador y lo investigado así como el rol que desempeña como constructor de la realidad, un observador ordenado y metódico.

3.- comprender la relación entre teoría y observación: Sin teoría el hombre no sabe qué debe observar.

4.- comprender el significado de las variables de estado y el campo en que las variables significativas no han sido descubiertas y que por tal razón son complejas e intratables.

5.- comprender el rol que desempeñan las definiciones de la operación en la predicción ya que ésta sólo es posible cuando a los términos, dentro de los principios de las ciencias, les han sido dados las respectivas definiciones.

6.- comprender las formas en que las distintas operaciones se refuerzan y se complementan unas a otras.

7.- comprender el rol del análisis operativo ya que él forma parte de la metodología de las ciencias físicas.

8.- comprender el rol decisivo de las operaciones instrumentales en el desarrollo del contenido físico de los conceptos físicos.

9.- comprender la índole de las operaciones efectuadas por los científicos, en las explicaciones referentes a los fenómenos naturales.

10.- comprender la imposibilidad de separar los conceptos físicos de las operaciones por las cuales ellos han surgido así como hablar de cosas existentes por sí mismas en sus propios campos y entender que ningún registro de observaciones comprensible sin conocimiento de la teoría en la que se basan los instrumentos usados en la observación.

11.- comprender que los instrumentos creados y disponibles, forman parte de la actividad constructiva mediante la cual un observador lleva adelante la experimentación, con lo que se logra una más amplia definición de la realidad.

E.- Lenguaje

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente deberá incrementar:

1.- la comprensión de la importancia del lenguaje como un instrumento de la ciencia y que el registro de observaciones y la creación de hipótesis no pueden realizarse sin su ayuda.

2.- el comprender que a medida que la ciencia avanza se hace necesario desarrollar un lenguaje cada vez más preciso.

3.- el comprender el rol del hombre como intérprete de la naturaleza y que, en consecuencia, el estudio del lenguaje es tan esencial para el científico como el estudio de la observación.

4.- el comprender las interpretaciones metafísicas y organicistas que constituyeron un intento del hombre para construir esquemas explicativos y que la ciencia física moderna aun conserva tales razonamientos.

5.- comprender que en aquel campo de la Biología donde existe preocupación metodológica, aun por ser clarificada, debe entenderse el uso de la metáfora y de la analogía, cuando se habla del sentido de dirección de un organismo en su desarrollo hacia una estructura

organizada ("directiveness"), como si fuera un proceso autodeterminado ("conscious purposing"). Asimismo debe comprenderse el uso de la analogía como un método de investigación, entendiendo a la vez que ella adolece de una completa correspondencia.

F - Lógica y matemática

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente deberá incrementar:

1.- La comprensión sobre las relaciones esenciales que utiliza toda ciencia exacta o deductiva y que ellas son relaciones lógico-matemáticas así como entender que sin el uso de una ajustada teoría, el biólogo queda limitado al uso de propiedades que a menudo trata como si fueran entidades.

2.- El comprender la inexactitud de la medición.

3.- La comprensión sobre el desarrollo de una ley natural como enunciado que ha evolucionado desde una definición hasta una ecuación diferencial en la que cada término tuvo una significación instrumental independiente.

G - Predicción, confirmación y validez

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente deberá incrementar:

1.- La comprensión de los distintos criterios usados para determinar la validez de una teoría y para confirmarla.

2.- El comprender que la predicción sólo es posible cuando los términos implicados en los principios de la ciencia, les han sido dadas sus respectivas definiciones operativas.

3.- El comprender que la predicción se hace más difícil en biología por el hecho o suceso "único" y que serán necesarios procedimientos lógico-matemáticos y sintácticos adecuados para hacer frente con explicaciones y / o deducciones, teorías y procesos en los cuales tales eventos "únicos" pueden ser previstos.

H.- Modelos y visualizaciones

Un individuo que se está "alfabetizando" científicamente deberá incrementar:

1.- la comprensión del uso que el científico hace de los modelos y visualizaciones con el fin de colaborar con él en la organización de relaciones en un todo unificado y en la formulación de hipótesis.

2.- el comprender el término "modelo" tal como es usado en la ciencia para ilustrar conjuntos de relaciones que pueden ser lingüísticas, matemáticas, mecánicas, etc.

3.- el comprende el término "modelo" tal como lo usan las ciencias biológicas en la frase "una familia de modelos", para definir una teoría cuya finalidad es interrelacionar conceptos a diferentes niveles de organización.

4.- la comprensión de la organización en los conceptos biológicos por medio de un modelo bidimensional, con niveles de organización en un eje y en el otro eje, "ser; organización, "conducta": regulación y "Devenir": historia, como un patrón de visualización.

I. Instrucción y Descubrimiento

En efecto, un individuo que se está "alfabetizando" en el campo científico deberá incrementar.

1.- La comprensión del uso de analogías como un método de descubrimiento, si bien sabiendo su falta de completa y única correspondencia.

2.- la comprensión del uso de la imaginación y abstracción, que son características esenciales del proceso de descubrimiento científico.

3.- la comprensión del valor del lenguaje, deliberadamente construido y apropiado para servir de confrontación con la mera intuición o para ampliar el campo de la misma.

LA NATURALEZA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN LAS ESCUELAS

Visitando numerosas escuelas elementales, no sólo en la Argentina, sino también en Chile y Estados Unidos, encontré que las ciencias aún no existen. Hay, algún tiempo dedicado a la enseñanza de la ciencia, pero, básicamente ciencias como "verbo", no existe. Hablamos a los jóvenes acerca de las estrellas, de los cuerpos astronómicos, de las causas del día y la noche y de las estaciones, acerca de los cuidados del cuerpo, de la digestión y respiración, pero esto no es ciencia. Enseñamos quizás, un poco de Astronomía y un poco sobre la salud. Pero introducimos astronomía demasiado temprano, antes de que los jóvenes puedan conceptualizar, y las nociones sobre la salud son dadas en la escuela como el sermón que se predica los domingos, el cual no produce ningún cambio en el comportamiento. Los alumnos reciben esta información, y se espera que memoricen y luego lo devuelvan a los profesores. Hay pequeños equipos para ~~que~~ que los alumnos manipulen y al final, ellos ven muy poco de ciencia apropiada a ellos. Las ideas presentadas en el programa están expuestas en forma tan complicada, que sólo algunos pocos chicos, que son capaces de alcanzar altos niveles de pensamiento abstracto, pueden trabajar satisfactoriamente. Finalmente muchos de nuestros maestros de escuelas elementales no están preparados para enseñar ciencias.

Los profesores de la escuela secundaria, que yo observé están mucho mejor preparados para enseñar ciencias, pero ellos están en una posición absurda. Ellos deben enseñar en 3 ó 4 escuelas diferentes, con el objeto de ganar lo suficiente para llevar un nivel de vida sa tisfactorio. De esta suerte, corren de un colegio a otro y se identifican poco con cada uno de ellos. Pueden tener o no laboratorio en la escuela, dependiendo esto del lugar en que funcione el colegio. Generalmente, si hay uno, éste tiene equipo precario, el que es usado, la mayoría de las veces en forma demostrativa.

No obstante estas condiciones en que los profesores deben trabajar, están haciendo una magnífica labor. Uno de los mayores inconvenientes es que debemos mejorar las condi-

ciones de trabajo del profesor, así como la de los materiales que ellos imperiosamente necesitan.

Los programas de estudio de las escuelas secundarias contienen demasiada información. Tratamos de enseñar demasiado y superficialmente, en forma tal de que pueda ser retenida. Los estudiantes asisten a muchos cursos separados en cada año y por ello, tienen dificultades con el tiempo para relacionar unos con otros. Sin embargo en las ciencias, si ellos pueden asistir a tres cursos simultáneamente (Biología, Química y Física) y si los profesores hablan entre sí y hay una tarea de interrelación e interacción dentro del sistema, entonces este sería mucho mejor sistema que el que se está practicando ahora en los Estados Unidos.

El comportamiento por seguir en el desarrollo de los programas de ciencias no está claro. Por lo tanto, los estudiantes, sienten que si ellos memorizan la información y se la devuelven a los profesores, están procediendo bien. Y muchos profesores aceptan eso. Con todo, ser capaz de memorizar y devolver la información, es el más bajo nivel de conceptualización. También se puede examinar la habilidad de los alumnos para analizar sintetizar y aplicar sus conocimientos en nuevas y diversas maneras. Hay mucha literatura referida a esto con el deseo de buscar los fundamentos teóricos de lo dicho anteriormente.

En algunas escuelas, tales como en los laboratorios de las escuelas universitarias, los estudiantes tienen oportunidad de ir al laboratorio. Pero miremos un laboratorio por un minuto. Es el lugar donde los alumnos van con el objeto de verificar aquello que ellos ya conocen de antemano. En efecto, en una oportunidad me dijeron que los estudiantes deben demostrar el conocimiento de lo que va a suceder en el laboratorio, así como lo que deben hacer durante la práctica antes de que se les permita entrar. Esto sucedió en una oportunidad cuando los estudiantes estaban usando el puente de Wheatstone en Física. Ahora bien, los estudiantes no podían haber arruinado nada si jugaban un poco con el puente de Wheatstone y descubrían algunas relaciones por sí mismos. En lugar de darles la oportunidad de sonreír cuando descubrían alguna relación ya conocían la relación de antemano. Ellos habían solucionado todos los problemas matemáticamente y fueron al

laboratorio sólo a verificar que las matemáticas que les habían enseñado producan resultados similares. Un laboratorio, solamente usado para verificación de aquello que es realmente conocido, y nunca usado para contestar distintas preguntas de cómo y porqué, no es una buena enseñanza de las ciencias. Además en algunas escuelas, los alumnos van sólo una hora por mes al laboratorio de Física y dos horas por mes al de Química. Realmente este tiempo no es suficiente para trabajar en un laboratorio.

En la mayoría de los gabinetes de Biología que he visitado no hay especies vivas. Hay mucho material muerto pero nada vivo. Sin embargo, la Biología es el estudio de los organismos vivos.

SUGESTIONES PARA VUESTRA CONSIDERACION

Si nosotros estamos para cumplir con la responsabilidad de la escuela de preparar una población científicamente instruída, ciertos cambios deberán tener lugar en la Escuela Argentina. Es con una gran dosis de humildad que yo trataré de escribir la siguiente parte. Espero que ustedes la aceptarán con el espíritu que me ha guiado, no como una mera crítica, sino como el que está sinceramente propuesto a ayudarlos en el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia en las escuelas.

1.- Los profesores representan la llave del cambio. Ellos deben ser perfeccionados en sus conocimientos y metodología. Esto es bien reconocido por el INEC y los miembros de la comunidad universitaria, tanto como por los profesores de las escuelas. De este modo en los últimos cuatro años se han realizado muchas actividades destinadas al perfeccionamiento de los profesores. Pero esto solo no es suficiente; los profesores cuando retornan a sus escuelas deben tener la oportunidad de poner en práctica aquello que han aprendido. En este momento es imposible para los profesores de ciencias en Argentina, hacer más de lo que están haciendo. Yo he sabido que hay profesores que enseñan tres o cuatro diferentes escuelas. Deben correr de una clase a otra y de

una escuela a otra. No tienen tiempo de preparar las clases de actividades científicas en las cuales los chicos deben ocuparse de desarrollar sus conocimientos científicos. Sin embargo pareciera más bien una simple decisión administrativa, hacer que un profesor de ciencias permanezca en un solo edificio escolar (o a lo sumo en dos) durante las cuarenta horas que debe enseñar. Esto no parece ser una cosa tan difícil de solucionar.

2.- El Programa debe ser completamente revisado, tomando en cuenta que nosotros sabemos sobre la naturaleza de las ciencias y su dinámico proceso tanto como del desarrollo psicológico de los estudiantes. Es imposible para nosotros continuar enseñando todo sobre las ciencias. Las ciencias se mueven a una gran velocidad y la velocidad aumentará. Por ello debemos ser altamente selectivos sobre aquello que enseñamos y debemos emplear un tiempo amplio en crear conceptos en los alumnos; es decir aumentar la habilidad de retener y conceptualizar. La tarea de algunos psicólogos como Jean Piaget, Jerome Bruner, Hilgard, Benjamín Bloom y otros ha sido estudiar la forma de estar seguros de que no se intente enseñar ideas que los alumnos no puedan comprender.

3.- Los objetivos de las ciencias deben ser definidos con gran precisión y deben ser escritos en términos de conducta. Los estudiantes deben saber qué es lo que se espera de ellos. La validez de la enseñanza se define como: "buscar que los alumnos descubran lo que usted está tratando de enseñarles. cada día, cuando entramos en la clase, debemos saber qué cambio de conducta esperamos que tenga lugar. Debemos ser honestos con nuestros alumnos y estar seguros de que ellos saben qué esperamos de ellos. No es suficiente ser capaces de usar términos tales como comprender, apreciar, habilidad para resolver problemas. Preferentemente, debemos indicar las conductas que esperamos, de las cuales nosotros podamos inferir los progresos que ~~ellos~~ están realizando.

4.- La evaluación debe estar directamente relacionada con el comportamiento que estamos intentando enseñar. Así, los objetivos fijan los términos de las pruebas de los alumnos

y automáticamente comienza la evaluación. Para ayudar en esta área, se puede leer el programa de Ciencias de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia o los Proyectos de Física de HARVARD. Cada vez más los programas de ciencias están incluyendo objetivos y técnicas para evaluarlos.

5.- Debe haber un cambio en lo referente a los materiales de laboratorio.

En vez de continuar con la presente práctica de comprar uno o dos aparatos caros, usados sólo para mostrarlos, deberíamos adquirir muchos elementos económicos de laboratorio. Esto permitiría a muchos estudiantes trabajar en el laboratorio por períodos de tiempo más largo. Me refiero a aparatos simples, tales como los que producen el Comité para el Estudio de las Ciencias Físicas en Estados Unidos, o la Fundación Nutfield en Inglaterra. Ese material puede ser fabricado fácilmente en la Argentina, y con esto crear una industria de aparatos científicos. Esto puede realizarse bastante rápidamente.

6.- Hay otros cambios muchos más complejos, que sólo podemos esperar obtener a más largo plazo.

a. hacer un sistema escolar sin defectos, donde los jóvenes puedan registrarse a sí mismos adquiriendo el dominio de los objetivos conductuales.

b. un programa móvil podría ser producido y puesto en manos de los alumnos el que les permitiría seleccionar entre una amplia variedad de recursos aquellos que son compatibles con su propio estilo cognositivo. Así los objetivos podrían ser fijados y los estudiantes tendrían la oportunidad de elegir entre cursos variados aquel que sea más compatible con sus pensamientos.

c. los profesores pasarían más tiempo trabajando individualmente con los alumnos y mucho menos tiempo parados de frente a una clase disertando ante todos los estudiantes. Los estudiantes estarían en diferentes puntos del programa y los profesores deberían desarrollar la habilidad de diagnosticar las dificultades de aprendizaje y prescribir individualmente para cada chico

lo que es apropiado para él en cada momento particular. Los alumnos no aprobarían o reprobarían cursos, sino que demostrarían perfección o dominio y entonces proseguirían con el nivel siguiente.

EVALUACION

Muy a menudo en la educación hacemos cosas que por definición son "buenas". Tenemos la suposición de que cada cambio es para mejorar. Permítaseme asegurarles que los científicos no realizan su trabajo en la forma en que el educador generalmente lo hace. Estoy sugiriendo, que cada vez que hacemos algo en la escuela deberíamos estudiar cuidadosamente el efecto de nuestro cambio en la población escolar. Esto significa que debemos conocer con precisión qué es lo que esperamos conseguir con nuestro cambio. Debemos especificar nuestras metas en términos de comportamiento. Debemos recurrir a psicólogos y expertos en evaluación para que nos ayuden a desarrollar instrumentos y técnicas de observación con las cuales acumularemos datos que nos permitirán extraer las consecuencias de si estamos o no logrando nuestros objetivos.

Lo que yo estoy sugiriendo es que cada equipo que está ahora empeñado en la confección de los programas debería incluir un experto en evaluación. Cada vez que el equipo escriba una ^osecuencia/punto del programa, el evaluador deberá formular las preguntas "Cómo sabe que este punto va a tener éxito?". "Qué resultado espera observar en el comportamiento de los estudiantes?". Entonces construyamos un instrumento con el cual seamos capaces de determinar la efectividad de esa porción del programa. Me doy cuenta de que no es tarea fácil, pero es un deber si queremos aprender sistemáticamente de nuestros errores con el objeto de mejorar continuamente nuestro métodos.

CONCLUSION

Tratando de dar directivas he establecido que la ciencia debe ser enseñanza como un verbo y no como un sustantivo; que los estudiantes ~~deben~~ pasar más tiempo en el laboratorio y menos tiempo oyendo hablar al profesor de conclusiones didácticas de la ciencia; que las ciencias deben ser presentadas a los alumnos en tal forma que ellos sean capaces de ver que la ciencia es un proceso dinámico, que se perfecciona a sí mismo constantemente basándose en nuevas técnicas, nueva instrumentación y nuevas formulaciones de las teorías. Los profesores deben trabajar en una sola escuela o como máximo en dos y ~~deben~~ tener oportunidad de preparar las experiencias de laboratorio para sus alumnos. Esto significa que el material debe ser preparado por los alumnos, porque las primeras manipulaciones **aumentarán** su entusiasmo y mejorarán sus aptitudes hacia las ciencias.

Es también esencial que nuestras metas en ciencia sean establecidas en términos de conducta científica y que nuestras técnicas de evaluación midan los cambios en el rendimiento del estudiante. La validez de la enseñanza se define como "investigar lo que ocurre en los alumnos con lo que usted ~~está~~ enseñando", un ingrediente ~~necesario~~ necesario para asegurar la honestidad intelectual.

Por último diré que la primera meta es ayudar a mejorar la imagen que el estudiante tiene de sí mismo. Debemos producir alumnos que tengan el lenguaje de la disciplina y la motivación de continuar aprendiendo después de dejar la escuela. Por lo tanto, el dominio afectivo es casi tan importante como el dominio cognositivo. Debemos comenzar por desarrollar maneras de medir las actitudes de los estudiantes hacia nuestros campos, para poder así perfeccionar la forma en que nuestra materia es presentada.

Sí, mis amigos, la tarea que hay delante de ustedes es muy grande. Sin embargo no es imposible producir los cambios necesarios en los próximos cinco años si comenzamos ya.