



**UNIVERSIDAD DE PANAMA
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRIA EN CIENCIAS CON
ESPECIALIZACION EN EDUCACION CIENTIFICA**

**ESTUDIO ETNOGRAFICO SOBRE EL EFECTO POSITIVO
DE LOS LABORATORIOS DE BIOLOGIA PARA EL
PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

MIGUEL CERVANTES AVILES ESCALANTE

**TESIS PRESENTADA COMO UNO DE LOS REQUISITOS
PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIZACION EN EDUCACION CIENTIFICA**

**PANAMA, REPUBLICA DE PANAMA
1997**

T.H

18 MAR 1998

JURADO EVALUADOR

DIRECTOR (RA) DE TESIS:

Regina R. Sameth

MIEMBRO:

[Signature]

MIEMBRO:

[Signature]

REPRESENTANTE DE LA VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POSTGRADO:

[Signature]

COORDINADORA DEL PROGRAMA DE MAESTRIA:

Regina R. Sameth

FECHA: 25 de noviembre de 1997

algun del autor

01540

AGRADECIMIENTO

A la Dra. Deyanira Barnett, en forma especial, por su valiosa orientación, y por los estímulos oportunos para realizar este trabajo.

Al Dr. Armando Contreras, quien amablemente brindó sus conocimientos y continuas indicaciones.

Al Dr. Alfredo Figueroa Navarro por la revisión del trabajo.

Y a todas aquellas personas, profesores y estudiantes, que, de una u otra forma, me brindaron su apoyo y colaboración desinteresada en el desenvolvimiento de este trabajo.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL

	Pág.
Aprobación.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice General.....	v
Resumen.....	1
Summary.....	3
Introducción.....	5
1. Necesidad del Estudio.....	8
2. Definición del problema.....	10
3. Objetivos.....	11
4. Limitaciones del Estudio.....	12
5. Importancia del Estudio.....	12
Bases Teóricas del Estudio.....	14
Aspectos Metodológicos.....	32
1. Selección de participantes.....	33
A. Estudiantes.....	33
B. Docentes.....	34
2. Instrumentos y técnicas.....	36
3. Estrategias para la recolección de datos.....	37
A. Observación y notas de campo.....	38

	Pág.
B. Entrevistas.....	39
C. Cuestionarios.....	39
D. Análisis de documentos.....	39
4. Diseño general de la investigación.....	40
5. Categorización, Análisis e Interpretación.....	40
6. Descripción del área de Trabajo.....	41
A. Descripción del laboratorio A.....	41
B. Descripción del laboratorio B.....	44
7. Lo que ocurre en un día típico en el laboratorio.....	47
Resultados y Discusión.....	48
Conclusiones y Recomendaciones.....	88
Bibliografía citada.....	94
Anexo.....	105

RESUMEN

Este estudio incluye estudiantes universitarios inscritos en cinco grupos de laboratorio de Biología, así como a cuatro profesores asistentes. Durante un semestre se observó lo que ocurrió dentro de un laboratorio de Biología. Para la recolección de los datos se aplicó el método de la observación etnográfica (Observación participativa, notas de campo, entrevistas, cuestionarios, análisis de documentos). Los resultados se resumen en aseveraciones, cada una de las cuales es reforzada por una interpretación de la misma. Algunos de los encuentros de este estudio son los siguientes: El inicio del laboratorio de Biología va acompañado de una explicación sobre la experiencia que se va a realizar en el laboratorio como un paso para lograr el efecto positivo en el proceso de aprendizaje. La experiencia en el laboratorio se realiza con grupos pequeños de estudiantes, los cuales muestran una fuerte relación entre un clima positivo del aprendizaje. La relación estudiante-estudiante produce actitudes positivas hacia el proceso de aprendizaje durante la experiencia en el laboratorio. El profesor recurre a varias estrategias para evaluar el desempeño de los estudiantes durante las experiencias en el laboratorio. La indecisión del estudiante en el manejo de los instrumentos utilizados durante la experiencia en el laboratorio disminuye el desarrollo de las habilidades en los estudiantes.

S U M M A R Y

In this study we included university students from 5 different laboratory study groups, and also a team of 4 assistant to professors of the Biology laboratory. During one semester we monitored both the performance of students and professors during their laboratory sessions. Data were collected by means of simple observations and the used of a ethnographic method (observations linked with discussions, data from our note book, questioning, taping and by the analysis of writing documents). Results were then tabulated bases on true asumptions and supported by vignettes followed by an objective interpretation of the data obtained. Some of our findings in this study are the following: A laboratory session may usually be initiated with a short introduction or explanation of the laboratory topic to be carried out, and which may be one way to get positiveness in the fulfilment of the objectives and what we shall called the comprehensive period. The laboratory session is carried aut by grouping small amount of student, up to 2, that showed to have some to have some chemistry among them. An adequate atmosphere between students and professors has created positiveness for learning. The relationships created among students and their professors, produced fully motivation for learning during laboratory sessions. The professors assesed their students so they can raise their performance in the laboratory and to promote comprehension of the topic. The lack of conficence and decision of students during a laboratory session when using laboratory equipments or apparatus, reduces their ability to develop laboratory skills and techniques and may difficult learning

INTRODUCCION

La aplicación de los métodos etnográficos, tales como la observación participativa, notas de campo, entrevistas, las grabaciones sonoras y de video, el análisis de documentos, los cuestionarios abiertos, las escalas individualizadas y de rangos, las técnicas proyectivas y las tomas de fotografías, con la finalidad de estudiar el proceso enseñanza - aprendizaje desde el punto de vista de los propios participantes (profesores y estudiantes), es relativamente reciente, Erickson (1986), Gallagher (1986), Goetz y LeCompte (1988) y Martínez (1991).

A fines de la década de los setenta y en los años transcurridos de los ochenta, afirma Torres (1988), y pudiéramos añadir y los primeros años de los noventa, se multiplica progresivamente la utilización de las etnografías y de los diseños cualitativos en general, tanto en las investigaciones educativas como en otras sociológicas o antropológicas.

Esta inclinación hacia el uso de estos métodos etnográficos se debe, como sustenta Erickson (1986), al producto de serias fallas detectadas en los métodos estadísticos - experimentales tradicionalmente empleados para estudiar la compleja dinámica de dicho proceso (enseñanza - aprendizaje) y sus implicaciones. La aplicación de los métodos etnográficos implica un trabajo de campo que, como asevera Contreras (1990), se caracteriza por presentar tres aspectos esenciales:

- a. Una participación intensiva a largo plazo en el sitio objeto de estudio, que en el presente trabajo será el laboratorio de Biología a nivel universitario, que se da a estudiantes de primer ingreso en diferentes escuelas (Biología, Farmacia, Educación).

- b. Un registro detallado de lo que ocurre en dicho sitio caracterizado por la redacción de notas de campo, recolección de documentos y a lo que agregamos grabaciones, videograbaciones, entrevistas, cuestionarios, y, por último,
- c. Un proceso de reflexión analítica sobre dicho registro, conducente a la elaboración de descripciones detalladas en torno a las preguntas que guían la investigación.

La pregunta que orienta la presente investigación es "¿Qué está ocurriendo dentro de los laboratorios de Biología?".

Tratemos de encontrar una respuesta a la misma introduciéndonos en la "Cultura" del laboratorio y afrontar el problema desde la cultura material (equipo, materiales, reactivos) y la cultura mental (creencias sociales, valores y normas). Además de la pregunta guía, surgen otras en torno a lo que está sucediendo en los laboratorios de Biología, las que pueden ser consideradas como subpreguntas:

¿Cómo se lleva a cabo el proceso enseñanza - aprendizaje en los laboratorios de Biología para que los mismos den un efecto positivo para este proceso?

¿Qué piensa el profesor sobre el efecto positivo del aprendizaje en el laboratorio?

¿Cómo es la relación profesor - estudiante?

¿Como es la relación estudiante - estudiante?

¿Es la metodología utilizada por el profesor de laboratorio de Biología la indicada para lograr el efecto positivo de los laboratorios?

¿Cuál es la naturaleza de la interacción y qué implicaciones tiene para el trabajo de laboratorio?

¿Cómo inician los profesores el laboratorio de Biología?

¿Cómo se organizan los estudiantes en el laboratorio?

¿A qué técnicas metodológicas recurre el profesor para incrementar el desempeño en cualquier actividad?

¿Cómo evalúan los profesores las experiencias del laboratorio de Biología?

1. NECESIDAD DEL ESTUDIO

Trabajos sobre lo que ocurre en los laboratorios de Ciencia realizados por investigaciones estadístico - experimentales se encuentran con mucha frecuencia en la literatura: Beasley (1979), Kyle, Penick y Shymansky (1979), Saunders y Dickinson (1979), Leonard (1983), Okebukola y Ogunniyi (1984), Lawrenz y Munch (1984), Nachmias y Linn (1987), Tamir y Amir (1987), Leonard (1988), Glasson (1989), Friedler, Nachmias y Linn (1990), Odubunni y Balogun (1991), y Hykle (1992). Sin embargo, trabajos realizados en el laboratorio de Ciencia por investigadores etnográficos no aparecen en la literatura revisada y aquellas más bien orientados a observar lo que ocurre en el salón de clases (Contreras 1990, 1993).

En Panamá no existe literatura sobre investigaciones de tipo etnográfico realizadas en los laboratorios de Ciencia a nivel universitario. Un trabajo - el único conocido - realizado en la escuela secundaria, cuyos resultados han sido presentados en Congresos internacionales y nacionales, es el de Barnett (1988), donde la investigación se efectúa no solamente en el salón de clase, sino también en el laboratorio.

¿Qué sabemos sobre lo que está ocurriendo en los laboratorios de Biología a nivel universitario? Nada.

Esa falta de información nos conduce a examinar lo que está ocurriendo en nuestros laboratorios de Biología en la Universidad. Se usará el método etnográfico por considerar que el mismo se presta para obtener información que no se lograría con los métodos tradicionales de la investigación estadística - experimental (Erickson, 1986).

Por tradición, la investigación experimental tiene por metas la predicción y control como evidencia para comprender. Es intervencionista. Mientras que la investigación etnográfica interpretativa tiene como metas la descripción y búsqueda de patrones como medio para lograr el entendimiento de las acciones de los miembros de un grupo y lo que está detrás de estas acciones. Es naturalista (Gallagher, 1986).

La investigación experimental busca definiciones precisas, delimita el problema, identifica y controla variables, realiza experimentos controlados, restringe variables contextuales, trata de estar libre de prejuicios, utiliza instrumentos

cuantificables, confiables y válidos. Mientras que la investigación etnográfica evita definiciones pre-establecidas, busca interconexiones de forma naturalista, evitando introducir influencias en el grupo estudiado, trabaja dentro de variables contextuales como una parte de los eventos cotidianos, busca comprender los valores del grupo estudiado. El observador es el instrumento en la recolección de datos, el análisis y su interpretación, las actividades son simultáneas a diferencia de la investigación experimental en que las actividades son separadas (Gallagher, 1986). El método etnográfico permite obtener información de lo que acaece en el laboratorio y que se obvian en la investigación experimental.

2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Diferentes escuelas de la Universidad de Panamá, Educación, Farmacia, Química, Física, presentan dentro de sus programas la materia de Introducción, Elementos o Principios de Biología y compete a la Escuela de Biología la de dar el servicio a estas escuelas pertenecientes a diferentes facultades. La misma Escuela de Biología comenzó a poner en práctica un nuevo plan de estudios que comprende también una Introducción a la Biología.

Se desea saber si esta Biología presenta laboratorios que cumplen con los objetivos planteados en cada una de sus experiencias ya que todos los años se observan problemas tales como falta de espacio físico para realizar las experiencias, número de estudiantes por grupo de laboratorio que oscila entre 20 y 25, cambio de profesor tanto de la teoría como del laboratorio, falta de material y

reactivos, así como de un equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades. También si las experiencias de los laboratorios auxilian realmente a los estudiantes a confrontar ideas erróneas que traen de la escuela secundaria, si ofrecen oportunidades para manipular la información, desarrollar habilidades con pensamiento lógico, construir valores, y desarrollar actitudes científicas, tales como la honestidad, evaluación crítica de los resultados y sus limitaciones, curiosidad, confianza, perseverancia, colaboración. Esto origina preguntas a las que se desea responder mediante la aplicación de métodos etnográficos.

¿Qué está ocurriendo con las actividades en los laboratorios de Biología?

¿Cómo esas actividades se organizan en el laboratorio?

¿Se está cumpliendo con los programas?

¿Qué está ocurriendo en los laboratorios de la carrera de Biología y de los servicios?

3. OBJETIVOS

El presente trabajo busca los siguientes objetivos:

- a. Determinar lo que ocurre actualmente en los laboratorios de Biología.
- b. Determinar si se está produciendo el proceso de enseñanza - aprendizaje en los laboratorios.
- c. Estudiar la relación entre profesores y estudiantes y la relación estudiante con estudiante dentro del laboratorio

4. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Una de las limitaciones al trabajo es la falta de una bibliografía etnográfica pertinente sobre lo que está ocurriendo en los laboratorios de ciencias, principalmente en los de Biología.

Otra limitación es el tiempo disponible para el estudio.

5. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

El laboratorio es parte de la cultura de las ciencias de Biología; por lo tanto, aprender de esa cultura tiene implicaciones sobre aspectos tales como el desempeño de los estudiantes y el profesor, las relaciones entre el profesor y los estudiantes; las relaciones entre estudiantes y estudiantes; adquisición de habilidades prácticas; formación de grupos; habilidades cognoscitivas tales como resolver problemas, análisis, generalización, pensamiento crítico, evaluación, creatividad; el desarrollo de habilidades como la manipulación, investigación, organización, comunicación; formación de conceptos científicos que son la base de la investigación científica lo que permitirá la definición de un problema, formular hipótesis, hacer predicciones, conclusiones y hacer uso de métodos apropiados para encontrar solución al problema planteado. La comprensión de lo que ocurre en un laboratorio nos permitirá preparar nuevas investigaciones, más específicas, que nos lleven a entender más algunos de estos aspectos.

B A S E S T E O R I C A S
DEL
E S T U D I O

El término "etnografía" etimológicamente significa la descripción del estilo de vida de un grupo de personas habituadas a vivir juntas (Martínez, 1991). Esto significa que los estudiantes y el profesor que se dan cita para efectuar una experiencia de laboratorio, en nuestro caso un laboratorio de Biología, también entran dentro de esta definición. En pocas palabras, un aula de clase o un laboratorio son unidades sociales que podemos estudiar etnográficamente.

Lo que se persigue con estos estudios etnográficos, por ejemplo, lo que ocurre en un laboratorio o el efecto positivo de los mismos, es crear una imagen realista y fiel del grupo que se está estudiando y la nueva realidad que emerge al interpretarse la información obtenida (Martínez, 1991), para aprender de ellos su forma de hacer las cosas y de ver la realidad (Agar, 1980).

Según Contreras (1991), dentro del estudio etnográfico la investigación interpretativa se considera importante porque comprenden a los otros términos (observación participativa, constructivismo, trabajo de campo) y presenta un punto común a la mayoría de estos métodos: el interés de la investigación, el significado de las relaciones sociales desde el punto de vista de los propios actores (el profesor y los estudiantes) y su exposición e interpretación por parte del investigador.

La investigación sobre el laboratorio ha incursionado en campos muy diferentes; así se han estudiado modelos teóricos para el desarrollo de la destreza psicomotora en estudiantes de laboratorio (Beasley, 1979); comparación entre logros y cambios de actitud de los estudiantes frente a discursos individuales y de

laboratorio (Saunders y Dickinson, 1979). Estos autores consideran que es bien conocido que, en la enseñanza de la Biología, prominentes educadores de la ciencia han considerado la ciencia de enseñar en el laboratorio como un componente muy importante de la educación, el llamado discurso del laboratorio es una forma de enseñar ciencia que ha sido y continúa siendo ampliamente usado (estudiantes que manipulan aparatos de laboratorio, y que ejecutan experimentos); evaluando y analizando el desempeño de los estudiantes en los laboratorios de ciencia (Kyle *et al.*, 1979), estos autores consideran que la mayoría de los educadores está de acuerdo en que el laboratorio es un aspecto integral y necesario del aprendizaje en los cursos de ciencia; el laboratorio ilustra objetos, conceptos, procesos y experimentos mientras provee a los estudiantes oportunidades para ingresar en el proceso de investigación.

También se ha investigado sobre el uso de videodiscos en el laboratorio (Leonard, 1989); cómo los maestros prefieren demostrar un experimento que tener a los estudiantes realizando el experimento ellos mismos (Glasson, 1989); efectos del laboratorio en los métodos de enseñanza utilizados en los discursos empleados por los educadores para el logro cognoscitivo de la ciencia (Odubunmi y Balogun, 1991); efecto del laboratorio versus método de enseñanza de las ciencias (Hykle, 1992).

Según Fernández (1979), los objetivos de un laboratorio pueden ser de muy diversos tipos:

Motivar adecuadamente a los alumnos.

- Reforzar el proceso del aprendizaje en determinados aspectos: como es bien sabido, cuanto más sentidos estén implicados en dicho proceso, mayor es el aprendizaje y la retención.
- Relacionar determinados aspectos abstractos o teóricos con la fenomenología y las realidades concretas.
- Provocar un razonamiento de tipo inductivo - deductivo en los alumnos: bien procediendo desde los ejemplos a la generalizaciones, o desde las generalizaciones a los hechos concretos.
- Enriquecer el proceso didáctico.

Lazarowitz y Tamir (1993), en su trabajo sobre el uso del laboratorio, presentan cuatro objetivos que emergen de la literatura sobre la enseñanza de la ciencia en los laboratorios:

- Los laboratorios de ciencia pueden ofrecer experiencias concretas y vías que ayuden al estudiante a confrontar las ideas erróneas, que traen, por ejemplo, de la escuela secundaria.
- Los laboratorios de ciencia pueden ofrecer oportunidades para manipular información a través del uso de microcomputadoras.
- Los laboratorios de ciencia pueden ofrecer oportunidades para desarrollar habilidades de pensamiento lógico y en organización, especialmente con respecto a la ciencia, la tecnología y los problemas sociales.

- Los laboratorios de ciencia pueden ofrecer oportunidades para construir valores, especialmente en aquellos relacionados con la naturaleza de las ciencias.

Lo que se pretende es no crear con los laboratorios un ambiente pasivo y receptivo, sino que estos laboratorios presenten un ambiente más bien participativo y discursivo; que el profesor sepa guiar el laboratorio hasta lograr los objetivos que se haya planteado; el trabajo de laboratorio supone una participación más directa de los alumnos en el proceso de aprendizaje.

Los laboratorios de Biología se pueden presentar de dos maneras:

- Laboratorios de Comprobación:

En estos laboratorios, manifiesta Fernández (1979), el alumno o los alumnos se enfrentan con trabajos o proyectos que ya aparecen delineados por las llamadas guías de laboratorio, donde aparece ya detallada la forma cómo debe llevarse a cabo el laboratorio y que conduce a la observación de fenómenos y la comprobación de aspectos previamente estudiados en clase y lo que se persigue con ellos es que los alumnos desarrollen destrezas de laboratorio, que desarrollen el hábito del trabajo de equipo, que aprendan comprobación experimental de leyes y generalizaciones, que aprendan orden, limpieza, meticulosidad y precisión. El profesor tiene los resultados esperados de cada una de las experiencias por lo que van a pasar los estudiantes. Este tipo de laboratorio se puede dar en forma demostrativa por parte del profesor o permitir la participación de los estudiantes que, en nuestra opinión, sería la forma más correcta de darlos.

- Laboratorios de Investigación:

Este tipo de laboratorio, según Fernández (1979), consiste en enfrentar al estudiante con pequeños proyectos de investigación o trabajos de investigación, donde el estudiante podrá hacer uso del método científico, formular hipótesis y tratar de encontrar pruebas para comprobarlas, recopilando información y analizándolas. Estas dos formas de efectuar el laboratorio de Biología pueden ser combinadas.

¿Están nuestros profesores de laboratorio concientes de la importancia de lograr un efecto positivo del laboratorio de Biología para el proceso de enseñanza aprendizaje?

Estamos de acuerdo con Fernández (1979), cuando detalla "Es al profesor a quien compete sacar el máximo provecho formativo del laboratorio escolar. Un docente que tenga ideas coherentes en torno a la riqueza formativa de distintos enfoques metodológicos, con toda probabilidad obtendrá resultados valiosos y fécondos. Por contraste, el profesor que programa experimentos y clases prácticas de laboratorio porque es necesario utilizar el material, sin ver claro dónde quiere llegar ni qué objetivos concretos pretende conseguir, no alcanzaría ninguna meta nítidamente definida. Además, se corre el riesgo de aburrir a los alumnos".

Se espera que el estudiante en el laboratorio, como nos dice Beard (1974), logre la familiaridad con el instrumental, el desarrollo de la práctica y exactitud en la observación, la inculcación de una metodología científica, la evaluación de los resultados, y aprender a registrar observaciones y presentar descubrimientos. El

laboratorio proporciona al estudiante una experiencia directa con el material básico de la asignatura así como con los aparatos de manejo complicados, con el uso de computadoras y programas elaborados especialmente para su utilización en los laboratorios (Buttles, 1992; Schwartz, 1992; Krajcik y Layman, 1993).

Dentro de un laboratorio de Biología, el profesor debe, según Beard (1974), promover un verdadero espíritu de investigación y de pensamiento ordenado; estimular la participación activa de todos los estudiantes tanto en el planeamiento como en la ejecución del trabajo experimental, análisis de los resultados, participar en la actividad del laboratorio, alentar a los estudiantes a formular y aceptar críticas constructivas; proporcionar un ambiente donde el máximo nivel no conozca otra limitación que la capacidad de los propios estudiantes, su entusiasmo y el tiempo disponible.

El problema de los laboratorios ha sido motivo de muchos estudios donde se han investigado diferentes aspectos que son una constante preocupación por parte de los investigadores de la educación. Veamos algunos de ellos, la mayoría tomados del trabajo de Lazarowitz y Tamir (1993).

El uso de la filosofía de la Ciencia en el trabajo de los estudiantes en el laboratorio ha sido analizado por Layton (1990), Shulman y Tamir (1973), mientras que el impacto que el laboratorio tiene sobre el entendimiento de la Naturaleza de la Ciencia ha sido tema de Yager, Englen y Snider (1969).

Como parte de su experiencia de laboratorio, los estudiantes frecuentemente escriben informes de laboratorio siguiendo un estilo que recuerda el usado

en los libros y revistas escolares. Si se permitiera a los estudiantes elaborar estos informes de manera libre, con el estilo preferido por cada uno de ellos, se podría lograr el desarrollo del conocimiento personal y el desarrollo de actividades científicas positivas (Lazarowitz y Tamir, 1993).

Algunos factores que facilitarían el buen éxito en el laboratorio de ciencia han sido tomados en cuenta durante el desarrollo de las investigaciones: currículum, recursos, medio ambiente, efectividad del aprendizaje y las estrategias de evaluación.

El material curricular usado consiste frecuentemente de un manual de laboratorio que, a su vez, consta de una serie de ejercicios o experiencias sobre investigaciones que pueden o no pueden ser integradas a los laboratorios; en hojas de trabajo o de un libro de texto que incluyen experiencias de laboratorio. Las hojas de trabajo son preparadas por los mismos profesores los cuales tienen diferentes concepciones de lo que significa currículum y si fuera poco estos profesores no cuentan con el tiempo y recursos para escribir libros y menos para hacer manuales de laboratorio (Lazarowitz y Tamir, 1993).

Las experiencias de laboratorio han sido analizadas por Herron (1971), Tamir y Lunetta (1978) y Lunetta y Tamir (1981) y han revelado serias deficiencias en estas experiencias en términos de oportunidades en las prácticas y para desarrollar una mayor indagación de conocimiento o habilidades tales como definir un problema de investigación, formular hipótesis, planear experimentos, e identificar las limitaciones de un experimento.

El tiempo para realizar el trabajo en el laboratorio ha sido también tomado en cuenta. Por su naturaleza, el trabajo en el laboratorio es un consumidor de tiempo (Lazarowitz y Tamir, 1993). Algunos consideran que debe asignarse al laboratorio un 40% de la enseñanza de la ciencia (James, 1987). Otros estudios, uno de ellos en la escuela secundaria, de Frieder y Tamir (1984) y otro en un nivel universitario, por Hegarty-Hazel (1990) demostró que en las clases de laboratorio se emplea más tiempo en discutir el manejo, el ordenamiento y la preparación de las experiencias.

De los trabajos de Boud, Dunn, Kennedy y Thorly (1980), Quinlan (1981) y Zieleniecova (1984) se desprenden evidencias para el beneficio de la integración del laboratorio y los libros de texto. El aprendizaje en el laboratorio puede lograr sus metas si se usan estrategias que permitan delegar las experiencias a medios tales como películas, diapositivas, y televisión, a través de experimentos (Reif y St. John, 1979); invitación a la investigación. (Schwab, 1963); microcomputadoras (Fraser, Giddings, Giffith, Hofstein y Herkle, 1990; Lunetta, 1974); sistema personalizado de instrucciones (Dunn, 1986), y métodos audiotutoriales (Postlethwaite, Novak y Murray, 1964). Así la interrelación entre el trabajo en el laboratorio y el currículum es clara. El laboratorio determina la naturaleza del currículum y el currículum tiene una fuerte influencia sobre el efecto positivo del laboratorio (Lazarowitz y Tamir, 1993).

Sabemos, por experiencia, que el trabajo que se realiza en un laboratorio depende mucho del uso que se hagan de las facilidades disponibles (equipo, reactivos). Muchos de los equipos que se usan son caros (microscopios, com-

putadoras, planchas calientes). Algunos requieren mantenimiento (microscopios, por ejemplo). La variedad de soluciones químicas y de organismos vivos (ratones, hamsteres, peces, ratas) empleados en el laboratorio es mayor que hace una década (Archenhold, Jenkins y Wood-Robinson, 1978). ¿Cuán importantes son las facilidades que se pueden encontrar en un laboratorio? De acuerdo a Showalter (1984), la investigación ha demostrado que, sin una adecuada facilidad de materiales y equipo en los laboratorios, muchos estudiantes no aprenderían la Biología de ninguna manera. Ainley (1978) encontró que las mejores facilidades están asociadas con lo que perciben los estudiantes en un medio de aprendizaje enriquecedor, lo que conduce a los estudiantes a tener más actividad y más estímulo para el estudio. En otros estudios, Beisenherz y Olstad (1980) descubrieron que la falta de material, equipo y facilidades se convertía en un obstáculo para las actividades del laboratorio.

Un papel no tocado en las investigaciones sobre el trabajo en el laboratorio es el rol que juega el técnico o asistente de laboratorio en la administración y aprendizaje en el laboratorio de las escuelas. Tamir y Doran (1992), hallaron una correlación positiva en varios países entre el asistente y la frecuencia de experiencias en el laboratorios, el nivel de investigación en el laboratorio y el desempeño de los estudiantes.

Un aspecto que atrae a los investigadores es el aprendizaje y el medio ambiente, es decir, el entorno del laboratorio. Las lecciones en este medio son frecuentemente mucho menos formales que las lecciones que no se imparten en el

laboratorio. En ellos los estudiantes pueden hacer muchas cosas, se mueven libremente, tienen la oportunidad de interactuar con otros estudiantes, con un grupo pequeño, con su pareja o con su profesor (Lazarowitz y Tamir, 1993). Se sabe que en este medio los estudiantes encuentran el trabajo duro de realizar (Anderson y Walberg, 1979), que el profesor les dice los pasos que hay que hacer en el laboratorio (Barnes, 1967).

Algunos investigadores entre los que se pueden citar a Hofstein, Gluzman, Ben-Zvi y Samuel (1980) han encontrado que los estudiantes de escuelas académicas a diferencia de los estudiantes de escuelas vocacionales, perciben las experiencias de laboratorio como más satisfactorias, están mejor organizadas y son más competitivas. Sin embargo, en ambos tipos de escuelas se requiere mayor esfuerzo, más actividad en el aprendizaje y habilidad para el trabajo en grupo.

Un logro importante fue el que obtuvieron Hertz-Lazarowitz, Baird, Webb y Lazarowitz, en 1984, al encontrar que la conducta cooperativa es más frecuente en el laboratorio que en las clases teóricas. Los estudiantes en laboratorios en los que se realizan investigaciones orientadas resultaron ser más activos y con más ideas que en los laboratorios convencionales (Eggleston, 1983; Friedler, 1984). En estos laboratorios de investigación orientada, el proceso de la ciencia recibe más énfasis, se discute más durante el post-laboratorio, el profesor da menos instrucciones y se mueve con más frecuencia alrededor de los estudiantes corrigiendo, orientando (Hofstein *et al.*, 1980).

Se han estudiado los efectos que los diferentes métodos de laboratorios, instrucción y aprendizaje de habilidades (Okebukola y Ogunniyi, 1984; Barden y Pugh, 1993) tienen en el desempeño de los estudiantes, así como la adquisición de habilidades prácticas, comparando el efecto de un grupo cooperativo, otro competitivo y el trabajo individualizado. Este estudio demostró que la cooperatividad basada en grupos era mejor en desempeño cognoscitivo, mientras que los grupos competitivos eran mejores en habilidades y en procesos prácticos. Ambos eran mejores en desempeño cognoscitivos que aquellos estudiantes que aprendían de un modo individual. El grupo cooperativo se mostró ligeramente inferior en el proceso de habilidad. A las mismas conclusiones llegaron investigadores como Peterson y Janicki (1979); Skon, Johnson y Johnson (1981); Michaels (1977), Miller y Hamblin (1963) quienes encontraron que la cooperación es superior cuando hay tareas cooperativas para ser efectuadas en los laboratorios y que las tareas efectuadas en grupos son superiores a las efectuadas individualmente. Sharan (1980), Howe y Durr (1982), y Sharan y Hertz-Lazarowitz (1980) se inclinan a favor del aprendizaje cooperativo en los laboratorios; los grupos deben ser pequeños de dos, tres o cuatro estudiantes los cuales cooperan en la realización del experimento.

Investigadores como De Vries y Slavin (1978), Johnson, Johnson y Scott (1978); Sharan, Kussell, Hertz-Lazarowitz, Bejarano, Raviv y Sharan (1984), y Lazarowitz *et al* (1985), concluyen que el aprendizaje con un método cooperativo requiere estudiantes que hagan medidas, comuniquen e interpreten las gráficas,

interpretación de datos y diseño de experimentos. Esta habilidad hace posible cambios en las ideas y la discusión dentro de estos grupos cooperativos.

Tobin (1990), informa que el estudio de aprendizaje cooperativo muestra una fuerte relación entre la autoestima de los estudiantes y el desempeño académico y que promete una motivación alta para aprender y una buena conducta para resolver tareas. Tobin (1990), sugiere que urge realizar más estudios sobre aprendizaje cooperativo en el trabajo de laboratorio, ya que la oportunidad de trabajar en grupos puede dar luces sobre como los estudiantes colaboran y se asisten unos a otros.

Dos aspectos de la enseñanza - aprendizaje en los laboratorios de ciencia, y que preocupan a los investigadores son el efecto positivo de la enseñanza en el laboratorio y las estrategias que utiliza el profesor para evaluar a los estudiantes en el trabajo de laboratorio. La enseñanza en el laboratorio requiere un alto nivel de habilidades, además de un buen conocimiento de la materia que se va a tratar, conocimientos pedagógicos, actitudes específicas, y una disposición para aceptar riesgos (Lazarowitz y Tamir, 1983).

Las investigaciones demuestran que muchos profesores están mal preparados y excluyen metas que no realizan, hacen currículos con su filosofía personal y son severos a la hora de evaluar a los estudiantes en el laboratorio (Welch, Klopfer, Aikenhead y Robinson, 1981). Aunque muchos factores influyen en la naturaleza del aprendizaje de los estudiantes en un laboratorio, el único factor que tiene un gran impacto es el profesor (Lazarowitz y Tamir, 1983), y esto es así si

tenemos en cuenta que la enseñanza en el laboratorio es, de muchas maneras, muy diferente a la enseñanza en un salón de clase ordinario.

Klinckman (1970), declara que los libros sobre la enseñanza de la Biología ofrecen amplia información y ejemplos relacionados a la enseñanza en el laboratorio. Los profesores facilitan a sus estudiantes prácticas de laboratorio tomadas de los libros de texto comerciales sin considerar la naturaleza de estas experiencias y lo que los estudiantes están actualmente aprendiendo de ellos (Tamir y Lunetta, 1978). Muchas de estas experiencias son malas traducciones de otros idiomas como son el inglés, el francés, etc. Según Gallagher y Tobin (1987), el papel más importante del profesor es facilitar el aprendizaje en un ambiente en el cual los estudiantes sientan el desafío para realizar las actividades en el laboratorio. Novak y Gowin (1984) observaron que los estudiantes, cuando entran a un laboratorio, piensan en lo que van a hacer o ver, y su confusión es grande cuando no ocurre así, lo que genera que ellos procedan ciegamente en la realización de sus informes, en la manipulación de los aparatos. Para evitar esto, el profesor podría utilizar mapas conceptuales como una ayuda a los estudiantes identificando llaves de conceptos y relaciones que le ayuden a interpretar los eventos y objetos que ellos están observando. Ellis (1995), usando mapas conceptuales modificados que el llama morfo vs mapas conceptuales, logra resultados positivos en clases para estudiantes de Enfermería cuyos métodos podrían ser aplicados a los laboratorios de ciencia.

El aprendizaje en el laboratorio resulta una experiencia única, ya que el trabajo práctico significa habilidades manuales como intelectuales que son muy diferentes a aquellas usadas en los trabajos no prácticos (Kelly y Lister, 1969; Ben-Zvi, Hofstein, Samuel y Kempa, 1977; Comber y Keeves, 1973; Robinson, 1969; Tamir, 1972, 1975).

Cuando en un prueba o examen están presentes objetos físicos, dan una medida más válida para el razonamiento lógico y el proceso de habilidades, que cuando las pruebas son solamente de papel y lápiz (Yeany, Larussa y Hale, 1989). Las pruebas de papel y lápiz son inadecuadas para evaluar la actuación de los estudiantes en el laboratorio; sin embargo, la evaluación de la ciencia sigue siendo tradicionalmente no práctica (Bryce y Robertson, 1985). Esto ha sido preocupación de otros investigadores como Tamir y Nussinovitz (1979); Tamir (1974, 1983).

El aprendizaje en el laboratorio depende también de la naturaleza de las tareas que se asignen, así como de las oportunidades que se le ofrezcan a los estudiantes para aprender. La naturaleza de las tareas asignadas es frecuentemente determinada por el libro de texto (Lazarowitz y Tamir, 1993).

Algunos autores, como Herron (1971), analizaron los manuales de laboratorio, mientras que Tamir y Lunetta (1978) se preocuparon por identificar las oportunidades que se brindan a los estudiantes en una experiencia particular de laboratorio. Otros aspectos investigados fueron la discusión que tiene lugar en el laboratorio durante el pre-laboratorio y el post-laboratorio (Smith, 1971; Tamir, 1974). Durante estas etapas, el profesor suele hablar poco si se le compara con las

clases teóricas (Friedler y Tamir, 1977). Cuando hay más discusión durante el post-laboratorio, los estudiantes son más activos y aportan ideas con más frecuencia (Lazarowitz y Tamir, 1993). Estos dos autores también encontraron que las actividades del aprendizaje dependen del profesor y las condiciones que presente el laboratorio.

Existen quienes apoyan los cursos de laboratorio y quienes los cuestionan. Así, Pickering (1980) se pregunta si los cursos de laboratorio no son una pérdida de tiempo, mientras que Hofstein y Lunetta (1982) consideran que las actividades de los laboratorios son buenas para promover la investigación, el desarrollo intelectual, la habilidad para resolver problemas, la habilidad para la manipulación y la formación de conceptos científicos. Sin embargo, Stake y Easley (1978) y Tobin y Gallagher (1987), encontraron que las actividades del laboratorio, tal como corrientemente son puestas en práctica, no elevan el aprendizaje de los estudiantes ni la comprensión de la ciencia.

Las investigaciones confirman que existe una correlación entre el estado cognoscitivo de los estudiantes, las estrategias del aprendizaje, el funcionamiento de los experimentos de laboratorio y, las hojas de instrucción del trabajo con el desempeño esperado (Lawson y Blake, 1976; Lawson y Renner, 1975; Lawson y Wollman, 1976; Lazarowitz y Witenoff, 1990).

Las malas interpretaciones que traen los estudiantes sobre la ciencia pueden ser identificadas a través del laboratorio (Driver y Bell, 1986; Friedler, 1984).

El trabajo en el laboratorio favorece el desarrollo de habilidades cognitivas tales como resolver problemas, análisis, generalización (Ausubel, 1968), pensamiento crítico, aplicación, sintetización, evaluación y ayuda para la toma de decisiones y la creatividad (Shulman y Tamir, 1973). Es también esencial para desarrollar habilidades de varias clases: manipulación, investigación, indagación, organización y comunicación (Olsson, 1973; Shulman y Tamir, 1973; Tamir, 1975). Sobre la habilidad de manipulación los estudiantes en el laboratorio versan las investigaciones de Bryce y Robertson (1985), Eglén y Kempa (1974), Hegarty-Hazel (1990a), Klopfer (1990) y sobre la habilidad para investigar abundan y dictaminan Klopfer (1990), Tamir, Nussinovitz y Friedler (1982).

Un tema que se aborda muy poco en las investigaciones de lo que ocurre en un laboratorio de ciencia es la comprensión de los conceptos que son la base de la investigación científica, así como la definición de un problema científico, las hipótesis, las suposiciones, predicciones, conclusiones y métodos (Lazarowitz y Tamir, 1993; Friedler y Tamir, 1986). Otro tema que examinan Henry (1975), Shulman y Tamir (1973), se refiere al desarrollo de actitudes científicas, tales como la honestidad, prontitud para admitir fracasos, evaluación crítica de los resultados y sus limitaciones, curiosidad, riesgo, objetividad, precisión, confianza, perseverancia, responsabilidad, colaboración y aceptar acuerdos generales. Para Atkinson (1990), muchas experiencias del laboratorio de ciencias favorecen el aprendizaje de símbolos particulares y conceptos.

Basándose en el uso de instrumentos en el laboratorio, se puede observar que el potencial de enseñanza de los laboratorios es enorme y que el laboratorio es el lugar en que el estudiante de ciencia tiene experiencias que interactúan con los conceptos adquiridos y que, al mismo tiempo, desarrolla nuevos conceptos (Lazarowitz y Tamir, 1993).

Las creencias de los estudiantes y del propio profesor pueden afectar el aprendizaje en el laboratorio. Esta gama de problemas ha sido investigados por Champagne, Klopfer y Anderson (1980), Gunstone y White (1981).

Como se puede observar, lo que ocurre en el laboratorio ha generado muchos estudios. De allí surge la necesidad de llevar al laboratorio la investigación etnográfica para contestarnos la pregunta: ¿Qué es lo que está ocurriendo en los laboratorios de Biología?

**ASPECTOS
METODOLÓGICOS**

1. SELECCION DE PARTICIPANTES

A. ESTUDIANTES

Este estudio incluye estudiantes universitarios inscritos en cinco grupos de laboratorio de Biología. Tres grupos corresponden a estudiantes que ingresaban a la Facultad de Ciencias Naturales y Exactas; de estos, dos grupos son estudiantes de la Escuela de Biología y uno de la Escuela de Farmacia. Los restantes grupos los conforman estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Educación. Los laboratorios que correspondían a los grupos de la Escuela de Biología realizaban prácticas en dos períodos a la semana. Los restantes grupos en dos períodos a la semana. Estos grupos estuvieron bajo observación durante 15 semanas, observaciones que se efectuaron en los Laboratorios A y B de la Escuela de Biología en diferentes días de la semana y a diferentes horas.

A cada grupo se le asignó una numeración para su identificación:

Grupo 1 (Biología): Días de observación: Martes y Jueves de 7:00AM a 9:25AM con dos períodos de laboratorio a la semana. 20 estudiantes. Seis varones y catorce mujeres.

Grupo 2 (Biología): Días de observación: Lunes y Miércoles de 12:10PM a 2:35PM con dos períodos de laboratorio a la semana. Cinco varones y diez mujeres.

Grupo 3 (Educación): Días de observación: Martes de 9:35AM a 12:00PM. Con un sólo período de laboratorio a la semana. 20 estudiantes, un varón y diecinueve mujeres.

Grupo 4 (Educación): Días de observación: Jueves de 9:35AM a 12:00PM. Con un sólo período de laboratorio a la semana. 20 estudiantes, dos varones y dieciocho mujeres.

Grupo 5 (Farmacia): Días de observación: Viernes de 12:10PM a 2:35PM. Con un sólo período de laboratorio a la semana. 20 estudiantes, siete varones y trece mujeres.

Los grupos 1 y 2 se observaron en el Laboratorio B localizado en el tercer piso de la Escuela de Biología y los grupos 3, 4 y 5 se observaron en el Laboratorio A localizado en la planta baja de dicho edificio.

Los grupos se eligieron tomando también en cuenta si eran carreras científicas o no. Para las carreras científicas se seleccionaron tres grupos, dos de Biología y uno de Farmacia, para el grupo no científico se escogieron dos grupos de Educación. Esto permitía observar el comportamiento de grupos no afines en el Laboratorio de Biología.

B. DOCENTES

Cuatro profesores asistentes atendían a estos grupos en el laboratorio. Solamente los grupos 3 y 4 eran atendidos por el mismo profesor. Dos de los

profesores eran varones y dos mujeres. Los profesores de cátedra eran cuatro, tres mujeres y un varón.

El nombre de los profesores ha sido omitido y en su lugar se usan seudónimos.

Profesor Carlos: Posee varios años de experiencia en cursos de Biología de servicio. Funge tiempo parcial. Trabaja también en la escuela secundaria por la tarde. Biólogo especializado en Bioquímica. Encargado de los grupos de Educación (grupos 3 y 4), presta el servicio de 9:35AM a 12:00PM los martes y jueves. Fuerte inclinación religiosa que trata de transmitir a sus estudiantes. Es asistente de la profesora Tania, licenciada en Biología con especialización en Zoología y con una maestría en Ciencias.

Profesor Antonio: Tiene varios años de experiencia en cursos de Biología de servicio. Funge tiempo completo. Biólogo especializado en Zoología, también con una licenciatura en Inglés. Encargado del grupo 5 (Farmacia), presta el servicio los viernes de 12:00PM a 2:35 PM. Es asistente de la profesora María, licenciada en Biología con especialización en Bioquímica.

Profesora Marta: Cuenta con varios años de experiencia dictando el curso de Biología general de servicio. Funge tiempo parcial. Enseña también en un colegio secundario por la tarde. Es licenciada en Biología con especialización en Botánica. Encargada del

grupo 1 de Biología, presta servicio de 7:00AM a 9:25AM los días martes y jueves. Asistente del profesor Julio, Botánico, con título de Doctor especializado en algas marinas.

Profesora Helena: Dispone de varios años de experiencia en cursos de Biología general, Histología Comparada, Embriología, Técnicas Histológicas. Labora tiempo completo. Bióloga especializada en Zoología, con una maestría en Ciencias. Encargada de un grupo de Biología (grupo 2), presta servicio de 12:10PM a 2:35PM los lunes y miércoles. Asistente de la profesora Julia, con licenciatura en Biología y una maestría en Entomología.

2. INSTRUMENTOS Y TECNICAS

Durante un semestre (quince semanas) se observó lo que ocurrió dentro de un laboratorio de Biología, utilizando a los cinco grupos mencionados con anterioridad. Cada grupo posee su propia guía de laboratorio, donde los estudiantes pueden seguir paso a paso el desarrollo de las actividades. Estas fueron realizadas de la manera tradicional. Cada tema o experiencia de laboratorio proveía una introducción, objetivos, reactivos, materiales necesarios, procedimientos y preguntas a desarrollar durante la actividad y que los estudiantes podían seguir paso a paso como la "receta de una cocina". Los laboratorios trataban de confirmar el contenido presentado en la introducción o lo dicho por el profesor catedrático en la clase y familiarizar al estudiante con el trabajo científico

(investigación científica, uso de aparatos). Los temas tratados en los laboratorios de los cinco grupos comprendían en uso del microscopio, bioquímica, citología, enzimas y fermentación, fotosíntesis, división celular (mitosis y meiosis) y genética.

En cada laboratorio se tomaron notas sobre lo que ocurría allí: cómo se comportaba el profesor asistente durante los laboratorios, presencia o no del profesor titular y su actividad durante la experiencia, comportamiento de los estudiantes durante las actividades (formación de grupos, dominio en el manejo de equipo, conocimiento del contenido de la guía). Se analizaron los exámenes presentados por los estudiantes, las entrevistas se desarrollaron durante los laboratorios.

La observación comprendió el estudio por tres horas de las actividades desarrolladas por un grupo de estudiantes dentro del laboratorio. Se reparó en la relación existente entre ellos y con su profesor y la de éste con sus estudiantes. Se tomó en cuenta también la preparación para el laboratorio (dominio del tema), las actividades durante el laboratorio, presentación del informe de laboratorio, ejercicios.

3. ESTRATEGIAS PARA LA RECOLECCION DE DATOS

Durante todo el semestre se asistió a diferentes actividades de laboratorio. Cada grupo se observó por lo menos una vez por semana, con excepción de aquellos grupos que poseían dos períodos de laboratorio a la semana y que eran observados dos veces a la semana. En total, se realizaban siete observaciones a

la semana. Durante estas visitas de observación a los grupos en los laboratorios, se realizaron las siguientes actividades:

A. OBSERVACIÓN Y NOTAS DE CAMPO

Durante las primeras tres semanas se anotó todo lo que ocurría en el laboratorio, tanto la actividad de los estudiantes como del profesor, cómo se organizaban, la relación entre ellos, la formación de los grupos de trabajo. Preguntas y respuestas tanto del estudiante al profesor como del profesor al estudiante. En las semanas siguientes, la atención se dirigió a un grupo de estudiantes, los cuales fueron observados durante todo el período que duraba el laboratorio.

La organización de los laboratorios no era homogénea en cada grupo. En algunos se formaban parejas de estudiantes, otros eran grupos de tres y cuatro estudiantes y en algunos casos la división se hacía por mesa de trabajo, resultando grupos de más de 7 a 10 estudiantes. Cuando los laboratorios tenían varias partes, el profesor asistente dividía el grupo en subgrupos y le daba a cada uno una parte para que la trabajara y luego informara a sus compañeros los resultados obtenidos.

Las notas consistían en ir apuntando en papel 8,5 x 11 dividido en tres columnas: la primera para anotar la hora, la segunda para anotar lo observado y la tercera para anotar o llamar la atención sobre algunos aspectos de lo observado. En las anotaciones se tomaban en cuenta la relación estudiante - estudiante y estudiante - profesor asistente, la forma como el estudiante manejaba los

instrumentos de trabajo, así como la interpretación de la guía, si consultaba otros libros y las notas que tomaba durante el laboratorio. También se obtuvo información mediante audiotape, donde se grabó la conversación de los estudiantes entre ellos y con el profesor.

B. ENTREVISTAS

No todos los estudiantes fueron entrevistados, se tomaron diez al azar de cada grupo de laboratorio. Cada entrevista fue individual y privada, con una duración de 30 minutos.

C. CUESTIONARIOS

Estudiantes, también seleccionados al azar, fueron sometidos a cuestionarios con preguntas claves de interés para la investigación durante todo el semestre. Muy pocas veces se utilizó todo el grupo.

D. ANÁLISIS DE DOCUMENTOS

Los exámenes, así como el resultado de los mismos se obtuvieron del profesor asistente. Los exámenes sirvieron para tener una idea del avance de los estudiantes, de lo aprendido en el laboratorio durante el semestre. Los exámenes consistían en pruebas cortas (quizes) y largas (parciales).

4. DISEÑO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de este estudio es cualitativo, de tipo etnográfico. Toda la colecta de campo la realizó una sola persona, nunca se utilizó observación del profesor asistente o del profesor titular. Se evitó siempre intervenir en las actividades del laboratorio ya fueran estas ayudando al profesor asistente o a los estudiantes. Los estudiantes se adaptaron a la presencia del investigador lo que permitió la disminución de la tensión provocada por la observación, la grabación y las entrevistas durante el laboratorio.

5. CATEGORIZACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

Este paso nos permitirá sumergirnos mentalmente en la realidad de lo que está ocurriendo en el laboratorio de Biología. Se revisarán los relatos escritos y se oirán las grabaciones, con la actitud de revivir la realidad de lo que allí ocurrió y luego con actitud de reflexionar acerca de la situación vivida para comprender lo que pasa en el laboratorio.

A la información recogida en el campo se le agregará, en uno de los extremos de la página, la categorización. Ésta consistirá en rótulos de categorías, propiedades o atributos que nos permitirán más tarde integrar todo lo observado a medida que se revisa el material y va emergiendo el significado de cada sección.

El análisis, que sigue a la categorización, nos permitirá la formulación de aseveraciones. Seguidamente vendrá la interpretación de las aseveraciones, apoyadas hasta donde sea posible por la literatura consultada.

6. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

El área de trabajo comprende dos laboratorios, que aquí llamaremos A y B, y que se localizan en el Edificio de la Escuela de Biología, edificio que presenta tres plantas, localizado entre el edificio de la Facultad de Farmacia y el Instituto Especializado de Análisis. En estos dos laboratorios se efectuaron las observaciones de los grupos de Biología.

A. DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO A

Este laboratorio se localiza en la planta baja del edificio de Biología. Es visible desde cualquiera de los dos pasillos que conducen a la entrada del edificio de la Escuela de Biología, lo que permite observar lo que ocurre dentro del laboratorio (Ver Anexo A).

Una vez dentro del edificio de Biología se toma por el primer pasillo a la izquierda y luego se entra por la primera puerta a la izquierda. La puerta es doble con ventanas de vidrio que permiten observar en su interior sin necesidad de entrar.

El laboratorio es espacioso y comprende tres mesas grandes con capacidad para ocho estudiantes cada una. En cada mesa se observa un lavadero localizado

en el extremo cercano a las ventanas, en el centro de las mesas se observan tres tomas de gas y dos tomas eléctricas de cuatro enchufles cada una. Las mesas están abiertas por debajo, allí se encuentran los asientos de madera sin respaldo. En su parte superior, las mesas están cubiertas de fórmica, el resto de la mesa es de metal.

Al entrar, en la pared de la derecha que es de madera comprimida, se observa un anaquel bastante maltrecho (es de madera) para que los estudiantes dejen allí sus bolsas y libros, luego viene un tablero de color verde de tamaño regular, seguido por un estante de madera donde se guardan soluciones, cristalería y una plancha caliente, el cual siempre permanece cerrado por dos pequeños candados. Sobre este estante hay una colección de moluscos colocados en una estructura de madera atacada por las polillas; por último, se aprecia un anaquel de metal hecho con arma rápido que contiene frascos de diferentes tamaños, el cual se encuentra bastante deteriorado.

A lo largo de la pared que se encuentra a la mano izquierda, cuando se entra al laboratorio, existen dos cubículos, uno de tamaño mediano, donde se guarda equipo de laboratorio tales como microscopios, planchas calientes, así como cristalería, libros que son utilizados por los profesores asistentes. El otro cubículo es grande y lo utiliza un profesor de cátedra y siempre permanece cerrado.

En la pared de estos cubículos, que es de madera comprimida, se observan cuatro anaqueles. En el primero se custodian reactivos líquidos y en polvo, encima de este anaquel y pegadas a la pared se ve un pequeño anaquel que se utiliza para

guardar las llaves de los anaqueles. Al lado hay un termómetro grande que indica, la temperatura en dos escalas, grados Fahrenheit y en grados Celcius. En el segundo y tercer anaquel, ambos de madera, se conserva la cristalería. El cuarto anaquel es de arma rápido forrado en madera, de gran tamaño, y se encuentra al final de la pared y en el se guardan microscopios con sus lámparas, tiene puertas que se cierran con un candado.

En la pared del fondo, de concreto, se observa un tablero de tamaño mediano de color verde debajo del cual hay un pequeño anaquel de madera que está lleno de piedras fósiles, exámenes viejos, pedazos de tela, que han sido dejados allí por profesores asistentes en años anteriores. También se aprecian dos estantes grandes de madera, bastante antiguos por su diseño. Uno de ellos contiene frascos con diferentes soluciones (Benedict, Lugol, NaOH al 0.5%, 1N HCL), también hay como tubos de ensayo, vasos químicos de diferentes volúmenes, cilindros graduados, y goteros, gradillas de metal y de madera, todos colocados en desorden. El otro anaquel contiene reactivos, muchos de los cuales se encuentran deteriorados por el tiempo. Al lado de este anaquel hay una vieja refrigeradora dañada, llena de frascos con soluciones de diferentes orígenes. En esta pared hay dos láminas que anuncian los estereomicroscopios Wild, que ya han perdido un poco la coloración.

Una mesa de concreto queda debajo del ventanal que da al pasillo exterior por donde transitan profesores, administrativos, estudiantes y otro público. Un árbol de mango proyecta sombra sobre esta área. La circulación del aire es mala, ya que

al otro lado del pasillo se levanta el edificio de la Facultad de Farmacia. Debajo de la mesa de concreto hay un extractor de aire que ya no se utiliza. En uno de sus extremos, el que queda junto a la pared de concreto, se observa un recipiente grande de vidrio que contiene piedras con fósil de erizos, corales y moluscos, los cuales se encuentran cubiertos de polvo. Debajo de la mesa también hay grandes pedazos de piedras que detentan fósiles y que se encuentran llenas de polvo. A la mitad de la mesa de concreto hay una caja de madera que contiene un esqueleto de ave.

De las 25 lámparas en el cielo raso, solamente 15 se encontraban funcionando al iniciarse las observaciones. Las ventanas se encuentran abiertas, hace calor. El aire acondicionado central está dañado. Un hueco tapado con madera en la ventana indica el lugar que una vez ocupara un acondicionador de aire. Un polvillo lo cubre todo. Los bancos visibles en el laboratorio son de dos tamaños: unos altos y otros bajos. Los altos no son incómodos.

B. DESCRIPCIÓN DEL LABORATORIO B

El laboratorio **B** se encuentra en el tercer piso. Para acceder a él es necesario subir por las escaleras que se encuentran a la mano derecha cuando se ingresa por la única puerta en uso que tiene el edificio de la Escuela de Biología. No hay ascensores. Una vez en el tercer piso se toma por el pasillo de la izquierda y la primera puerta a la derecha la entrada al laboratorio. La puerta es doble y tiene ventanas de vidrio. Al entrar nos encontramos con dos cubículos, uno a la

izquierda donde se guarda el equipo como por ejemplo, microscopios, planchas calientes, balanza, además de la cristalería como son vasos químicos, tubos de ensayos, frascos de florencia, Erlenmeyers, cilindros graduados. No hay reactivos en este cubículo. En este cubículo está el escritorio y silla para el uso del profesor. El otro cubículo es más grande y se usa para conservar colecciones de Malacología.

El laboratorio es pequeño, solamente tiene dos mesas grandes con una capacidad de ocho estudiantes por mesa. Tiene tres tomas de gas y dos tomas eléctricas en el centro, las mesas tienen fórmica en la parte superior, el resto es de metal. De cada mesa salen dos tuberías que conducen el gas. Las tinas están a los extremos cerca de las ventanas; las llaves se encuentran defectuosas. Se observa un tablero negro con marcos de color verde en la pared de la izquierda que es de fórmica. A cada lado del tablero se destacan afiches.

La pared de la derecha es de concreto y está desnuda, se distinguen rajaduras. En el techo hay tres hileras de lámparas algunas de las cuales están quemadas, también se observan rajaduras por las que se filtra el agua cuando llueve.

Un gran ventanal permite ver hacia fuera donde figuran árboles tan altos como el edificio. Se puede escuchar el ruido que proviene de afuera y que provocan los automóviles que transitan por una carretera de cuatro carriles que se encuentra cerca del edificio. Debajo del ventanal hay una mesa de concreto en uno de cuyos extremos se aprecian frascos que contienen especímenes biológicos.

También hay frascos vacíos. En el otro extremo hay una caja para guardar microscopios. Esta mesa se utiliza para colocar los reactivos que se van a utilizar durante las experiencias. Debajo de la mesa de concreto figura un extractor de aire que no funciona; una gran cantidad de recipientes de vidrio que detentan especímenes biológicos yacen en el suelo.

En la pared de los cubículos que esta forrada de fórmica se observa a la derecha un anaquel de madera con seis puertas, que se cierran con tres candados, aquí se guardan los reactivos que se utilizan en los cursos de Biología General. Adheridos a la pared hay dos afiches, uno mostrando las ballenas del mundo y el otro invertebrados de importancia económica.

A la izquierda se encuentra un refrigerador dañado. Una capa de polvo cubre la parte superior de éste. En el laboratorio hay sillas o bancos de dos tamaños.

Las más grandes son incómodas e impiden que una persona sentada pueda introducir las piernas debajo de la mesa. Un recipiente de pintura de cinco galones hace las veces de basurero.

Al inicio de las observaciones las ventanas de este laboratorio permanecían abiertas porque el acondicionador de aire no funcionaba, pero, a mediados del semestre, se instaló uno nuevo y las ventanas se cerraron. Mejoró la temperatura pero no el ruido. En el laboratorio se atisban los restos de un viejo sistema de aire central que dejó de funcionar hace varios años. El piso del laboratorio no tiene mosaicos. Está cubierto de un material especial para laboratorios.

7. LO QUE OCURRE EN UN DIA TIPICO EN EL LABORATORIO

El profesor pasa lista. Explica lo que se va a realizar en la experiencia del laboratorio. Aclara conceptos. Formula preguntas a los estudiante. Recoge tareas. Pone un quiz. Los estudiantes se organizan en grupos y se inicia la experiencia. El profesor recorre el laboratorio examinando lo que hacen los estudiantes, llama la atención y corrige cualquier error que advierta. Al final discute con los estudiantes el resultado de la experiencia. Si capta que una prueba está mal hecha, la manda a realizar de nuevo. Los estudiantes guardan los instrumentos, y limpian las mesas y se retiran del laboratorio. El profesor abandona el laboratorio.

RESULTADOS

Y

DISCUSION

Los resultados obtenidos de la observación de cinco grupos de estudiantes de los cursos de Biología para determinar el efecto positivo de los laboratorios en el proceso enseñanza-aprendizaje se presentan aquí en nueve aseveraciones que nos ayudan a comprender lo que está ocurriendo en los laboratorios de Biología. Cada aseveración está apoyada con datos obtenidos durante las observaciones y seguida por una interpretación y discusión de las mismas.

Aseveración 1: EL INICIO DEL LABORATORIO VA ACOMPAÑADO DE VARIAS ACTIVIDADES COMO UNA ESTRATEGIA PARA LOGRAR EL EFECTO POSITIVO EN EL PROCESO DE APRENDIZAJE.

Durante los primeros minutos del laboratorio los profesores realizan varias actividades: pasan lista, ponen un examen corto, piden la tarea correspondiente a la experiencia pasada, brindan instrucciones sobre lo que hay que traer para el próximo laboratorio, preguntan sobre lo que deben haber leído los estudiantes en su guía de la materia que se va a tratar, revisan si los estudiantes han traído el material correspondiente a la experiencia que se va a realizar, facilitan una introducción al experimento que se va a tratar seguido de una aclaración sobre la experiencia que se va a efectuar en el laboratorio.

Cada profesor hace lo posible por lograr en su introducción, corta o larga, que los estudiantes aprendan algo. El laboratorio es necesario para el aprendizaje y así lo reconocen los profesores. Esto obliga a tratar, durante su intervención, de preparar al estudiante para la actividad del laboratorio que se va a realizar. Como

suel haber un divorcio entre lo conceptual y lo metodológico, el profesor se enfrenta a este problema desde el inicio del laboratorio. Se trata de promover un verdadero espíritu de investigación y de pensamiento ordenado. El profesor debe dar las facilidades necesarias para que la experiencia se convierta en un aprendizaje enriquecedor.

Cuando por algún motivo, llegar tarde por ejemplo, el profesor no realizaba la introducción al inicio del laboratorio, el estudiante se encontraba un poco desorientado en interpretar las indicaciones de la guía de laboratorio y demoraba un poco más para iniciar la experiencia.

Uno de los profesores observados, Carlos, que atendía grupos de Educación, como nos manifestó en una de las entrevistas, estaba siempre preocupado por lo que iba a decir ya que era consciente de que el grupo no tenía bases científicas y no comprendía los términos científicos que él empleaba en su discurso de introducción al laboratorio. Carlos el profesor empleaba el inicio del laboratorio en explicar la terminología que iba utilizando mientras hablaba. Su justificación de la actividad solía ser siempre demostrativa. En la experiencia sobre el Microscopio comienza por señalar cada una de las partes del microscopio: el ocular, el tubo, el revolver, la platina, etc. Los estudiantes escuchan, algunos anotan en sus cuadernos. Luego hace una exhibición del uso correcto del microscopio. Mientras explica utiliza el tablero dibujando esquemas y escribiendo términos. Al profesor le agrada que los estudiantes lo rodeen mientras hace la

demostración. Una vez terminada la presentación, los estudiantes retornan a sus respectivos puestos y se ponían a trabajar.

Otro ejemplo lo constituye el profesor Antonio. Recoge la tarea correspondiente a la semana pasada, pone un examen corto, pasa lista. Aclara la diferencia entre orgánico e inorgánico. Escribe y hace dibujos en el tablero acerca de la forma como debe calentarse una sustancia para saber si es orgánica o inorgánica. Explica cómo ocurren las reacciones para determinar algunas sustancias y la coloración que dan estas reacciones.

Algunos estudiantes llegan al laboratorio sin ganas de realizar la experiencia. La explicación que el profesor dirige a los estudiantes antes de iniciar el laboratorio refuerza lo aprendido al leer la guía del laboratorio, y provoca cambios en la disposición del estudiante para realizar la experiencia del laboratorio. Los estimula.

La reflexión del profesor va acompañada del uso de la demostración para que el estudiante comprenda mejor en qué consiste el trabajo del laboratorio, y no conforme con la demostración, realiza dibujos en el tablero y escribe él o los conceptos que va utilizando en su explicación y que los estudiantes no entienden.

La introducción es poco formal y a ella el profesor le dedica un tiempo determinado. Durante la introducción, los profesores preguntan al estudiante para informarse del conocimiento que tienen sobre el tema que se va a tratar y así ir aclarando cualquier duda que pudiera existir.

La participación de los estudiantes durante este período es muy importante. Sin embargo, la realidad ha demostrado que el número de estudiantes que participan es pequeño, mientras que la mayoría se dedica a buscar en sus guías o cuadernos las respuestas a las preguntas que formulan el profesor o terminan por escribir en sus cuadernos la respuesta que éste emite.

El profesor tiene que prepararse muy bien en el tema que va a tratar, necesita una especial clase de conocimientos pedagógicos, ciertas actitudes específicas, y debe estar preparado para aceptar riesgo, ya que su conducta frente a los estudiantes puede afectar el aprendizaje.

Aseveración 2: LOS PROFESORES DISTRIBUYEN A SUS ESTUDIANTES EN GRUPOS PEQUEÑOS PARA DAR MAYOR OPORTUNIDAD DE PARTICIPACIÓN EN LA EXPERIENCIA DEL LABORATORIO.

Los profesores dividen el grupo de estudiantes en subgrupos que van de dos a cuatro miembros dependiendo de la materia a tratar en el laboratorio. La formación de cada grupo es libre, pero en cada experiencia se vuelven a formar. Los profesores observados no acostumbran a intervenir en la formación de los grupos y ni siquiera se preocupaban de quienes los integraban, ni donde se sentaban en el laboratorio.

En una experiencia, el profesor Carlos pide a los estudiantes que formen parejas cuando realmente hay material para que trabajen cuatro estudiantes por grupo. Se observa que las parejas se forman y luego se reagrupan formando grupos de cuatro al iniciar la experiencia.

Para un laboratorio como "Líquidos Biológicos", la profesora Marta divide el grupo en tres, y a cada grupo le asigna una parte del laboratorio. En el laboratorio de Moléculas Orgánicas (Proteínas y Carbohidratos), una experiencia que tiene muchas pruebas, la profesora Marta pide que cada dos estudiantes hagan una prueba.

La profesora Helena, en algunas experiencias, como la de la Fermentación, divide el grupo de 14 estudiante en cuatro subgrupos. Esta forma de arreglar al grupo tiende al ahorro de tiempo, material y equipo.

En la experiencia de los Líquidos Biológicos, Helena divide al grupo en dos. Cada grupo hace su actividad y luego intercambian los resultados. Cada grupo nombra un estudiante que escribirá los resultados en el tablero y discutirá con sus compañeros los resultados obtenidos.

El profesor Antonio solicita a sus estudiantes que formen grupos de dos o de tres según las experiencias. Los estudiantes se agrupan libremente y la distribución por las mesas del laboratorio también queda en libertad de los estudiantes. Los grupos tampoco permanecen constantes. Muy pocas parejas permanecían juntas hasta finales del semestre. En cada laboratorio se formaban nuevas parejas.

Los profesores distribuyen a sus estudiantes en grupos pequeños, utilizan la técnica de fraccionamiento de un grupo grande en grupos pequeños, para dar mayor oportunidad de participación a todos sus miembros. Cuando el profesor considera que es necesario formar grupos mayores, se lo hace saber a los estudiantes.

La experiencia del laboratorio con grupos de dos a cuatro estudiantes permite que exista cooperación y participación en la ejecución del experimento.

Hay ciertas técnicas que los profesores podrían utilizar para organizar grupos no solamente para la realización de la experiencia sino para cuando llegue la discusión de los resultados al final del laboratorio como son Phillips 66: que consiste en la división de un grupo grande de estudiantes en pequeñas fracciones de seis miembros, que discuten un asunto durante seis minutos; pregunta circular: el profesor formula una misma pregunta, individualmente, a todos los alumnos que

se distribuyen en círculo, o el panel, que es una forma activa de presentar un tema, ya que despierta mayor interés en los estudiantes un grupo de personas que discuten informalmente sobre un determinado tema que una sola persona que lo expone. Lamentablemente no se observa esto en el laboratorio de Biología.

Los profesores obtendrían mejores resultados si distribuyeran responsabilidades dentro de los grupos. Se observa con frecuencia que un estudiante lleva todo el peso de la experiencia mientras que el resto permanece sin hacer nada.

En las observaciones realizadas durante el semestre se atisbó en algunos grupos que la responsabilidad caía en un solo estudiante. Esto ocurría en aquellos grupos, muy pocos por cierto, en que los estudiantes integrantes siempre eran los mismos. Mientras que en los grupos que se forman en cada laboratorio no ocurría esto, y se observaba que algunos estudiantes evitaban unirse a estudiantes que son problemas.

La falta de material y equipo conduce, en muchos casos, al profesor, a formar grupos grandes de trabajo. La formación de grupos se ha convertido en una rutina dentro de los laboratorios de Biología, el potencial que representan los mismos, como instrumento para el aprendizaje, se ha perdido por completo.

Aseveración 3: EL MOVIMIENTO DEL PROFESOR POR EL LABORATORIO INTERACTUANDO CON LOS ESTUDIANTES ES IMPORTANTE PARA LOGRAR QUE LOS OBJETIVOS PLANTEADOS EN LA EXPERIENCIA DE LABORATORIO SE CUMPLAN.

Durante la realización de la experiencia se observa al profesor mezclarse con los estudiantes, interactuando con ellos. Va de un grupo a otro grupo. Hace preguntas, recibe respuestas. Dialoga con el o con los estudiantes. Se mantiene al tanto de lo que está ocurriendo en el laboratorio. Corrige errores, vigila que no ocurran accidentes, que los estudiantes realicen la experiencia como debe ser, que no se desvíen de las instrucciones de la guía. Se puede observar que este movimiento del profesor es importante para que se logren los objetivos básicos de la experiencia, que los estudiantes participen y que aprendan. Cuando algunos de los profesores, por alguna razón, no recorría los grupos se veía inmediatamente que en ciertos grupos algunos estudiantes dejaban de trabajar y se ponían a realizar cualquier otra actividad no relacionada con la experiencia de laboratorio como leer libros de textos no relacionados con el tema, ponerse a estudiar para un examen, conversar con su compañero o con el estudiante de otro grupo sobre un tema ajeno a la experiencia. Cuando el profesor está interactuando con ellos los estudiantes están atentos a lo que hacen.

De los cuatro profesores observados, el profesor Antonio era el que más se movía entre los estudiantes. Este profesor siempre estaba atento a lo que estaba ocurriendo en el laboratorio.

Durante su recorrido por el laboratorio se acerca a la mesa donde están los estudiantes y observa lo que hacen, habla con ellos, hace preguntas, corrige errores que cometen los estudiantes al usar los equipos, aparatos y reactivos. Se dirige a otro grupo y formula preguntas sobre la actividad que se realiza. A otro grupo le imparte una explicación seguida de una demostración, llama la atención cuando los estudiantes tienden a escandalizar o alzar demasiado la voz. Manda a repetir una de las pruebas que no ha quedado muy clara. Y pide a los estudiantes que laven los tubos de ensayos antes de repetirla.

La profesora Marta se mezcla con los estudiantes dependiendo de la experiencia a realizar. Cuando le tocó el laboratorio sobre el microscopio, recorría los grupos para ayudar a los estudiantes a enfocar sus placas. Le gusta escribir en el tablero y hacer preguntas desde allí. No llama a los estudiantes por sus nombres. La pregunta va dirigida a todo el grupo y contesta el que sepa la respuesta o hay una contestación en coro. Una vez que ha terminado de recorrer los diferentes grupos se retira a la mesa cercana al tablero donde permanece hasta que algún estudiante la llama o, pasado un cierto tiempo, se levanta y se dirige a las mesas del laboratorio para observar y hacer preguntas sobre la experiencia que se está realizando.

Los estudiantes aprovechan la presencia del profesor para formular preguntas sobre lo que están haciendo; el profesor les contesta y a su vez pregunta para saber si los estudiantes han aprendido de la experiencia.

Esta relación del profesor con sus estudiantes es la que le va a permitir saber si éstos son honestos, responsables, cuidadosos en la actividad que realizan. Además, el profesor debe velar por la seguridad de los estudiantes, que todo se mantenga en orden, durante su recorrido por el laboratorio. El profesor debe visitar los grupos durante la experiencia para controlar y supervisar lo que están efectuando los estudiantes. Debe, dentro de sus obligaciones, indicar el correcto uso y control del equipo y materiales.

Durante el recorrido el profesor corrige algunos defectos o temores de los estudiantes a realizar una prueba que parece un poco peligrosa. El profesor realiza él mismo la prueba para darle al estudiante la confianza que necesita para la realización del trabajo.

Al principio, el movimiento del profesor puede causar cierta distracción, pero luego los estudiantes se acostumbran. Una buena orientación de la experiencia por parte del profesor durante este ir y venir por el laboratorio puede lograr que las actividades de los estudiantes despierten el interés por la investigación, el desenvolvimiento intelectual, el desarrollo de la habilidad para resolver problemas, la habilidad de manipulación de información nueva que le va llegando de la experiencia, el manejo de nuevos conceptos y de equipo.

Aseveración 4: EL COMPORTAMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DURANTE LA REALIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE LABORATORIO NOS REVELA ASPECTOS IMPORTANTES DE SU ACTIVIDAD COGNOSCITIVA, AFECTIVA Y PSICOMOTORA.

Durante la realización de la experiencia de laboratorio se observó a los estudiantes realizar actividades que revelan aspectos de su dominio cognoscitivo, afectivo y psicomotor.

El intercambio de información no solamente tiene lugar entre los miembros del grupo sino que es frecuente observar a los estudiantes de un grupo comparar resultados con los miembros de otro grupo e intercambiar información.

Se observó como dos estudiantes comparaban los resultados de su experiencia con los de otro grupo. Se interesaban por saber quién había realizado la experiencia. Un estudiante que pertenecía a otro grupo les dictó los resultados obtenidos por ellos. El estudiante pidió a su vez información sobre los resultados de una parte de la experiencia. En otra ocasión, una de las dos estudiantes se retiró a una de las mesas distantes a buscar la información u observar lo que estaban realizando allí.

En la observación de una estudiante durante una experiencia con el microscopio se notó el mismo fenómeno advertido en los estudiantes que formaban parejas. La estudiantes se acerca a otros compañeros para indagar sobre los resultados que han obtenido e intercambiar información. Comentar con sus compa-

ñeros los resultados obtenidos. Se mueve por el laboratorio consultando a sus compañeros y observando lo que están realizando.

Durante la observación de los diferentes grupos se encontraron estudiantes que hacían mal uso del equipo, lo cual obligaba la intervención del profesor. En algunos casos el estudiante observaba cómo lo usaban sus compañeros. Algunos no informaban al profesor.

En el laboratorio sobre Actividad Enzimática, el profesor Antonio se enfrenta a dos casos: en uno observa a un estudiante que trata de vertir una solución de un frasco al tubo de ensayo, tiene que decirle que utilice una varilla de vidrio para efectuar el vertido. En el otro caso un estudiante utilizando una varilla de vidrio ha roto el tubo de ensayo. El profesor se le acerca y le explica cómo debe hacer la trituración en el tubo de ensayo utilizando una varilla de vidrio sin necesidad de que el tubo se rompa.

Es frecuente encontrar a estudiantes deambulando por el laboratorio. Este vagar se observó en todas las experiencias durante el semestre. No se trata de andar de un grupo a otro grupo para consultar, sino de pasear por el laboratorio sin rumbo determinado, sin saber que hacer. Se pudo observar que estos estudiantes, por lo general, son aquellos que participan muy poco o nada en la experiencia de laboratorio.

Algunos estudiantes muestran temor al efectuar una parte de la experiencia, otros no la hacen y se necesita la intervención del profesor.

A veces se escucha el grito de un estudiante que ha realizado una prueba y se ha asustado con el resultado de la misma. Esto ocurre cuando se realizan pruebas químicas donde se producen reacciones rápidas, inesperadas.

Los estudiantes se acercan al profesor durante la experiencia o lo llaman para que se aproxime al grupo o aprovechan que él pasa por allí en su recorrido por el laboratorio, para preguntarle sobre lo que no han entendido de la experiencia.

Desde que entran al laboratorio, muchos estudiantes se la pasan leyendo su guía u hojeándola. Es frecuente que los estudiantes lleguen al laboratorio sin haber leído la experiencia que van a realizar y parte del tiempo la pierden leyendo la guía para enterarse de lo que deben realizar en el laboratorio. Se observa a los estudiantes que leen, anotan, borran, hojean su guía o se ponen a mirar en libros o cuadernos.

Los laboratorios están llenos de afiches, maquetas, que pueden distraer a los estudiantes durante la realización del laboratorio. Cuando los estudiantes pasan delante de ellos se detienen para contemplarlos. En un laboratorio había unos huesos de ave dentro de una caja que eran motivo para que los estudiantes se detuvieran a observarlos. En otro laboratorio un afiche de las ballenas del mundo y otro de invertebrados divertían a los estudiantes. También se distraen observando a través de las ventanas del laboratorio. Esto es señal de la poca concentración que los estudiantes tienen en las pruebas que están efectuando.

Cuando el estudiante carece de la terminología apropiada recurre a cualquier término que le permita describir lo que él observa: ¡Esta muestra tiene bichitos!, ¡Viste! está saliendo la lombriz de nuevo, ¡Pásame aquella cosa!.

El laboratorio ofrece también la única oportunidad para identificar las fallas que traen los estudiantes, principalmente fallas conceptuales o malas interpretaciones.

Los estudiantes tienen miedo de sufrir algún accidente al realizar algunas experiencias de laboratorio tales como la de encender el mechero de gas, mezclar dos reactivos que provocan una reacción violenta o la de usar ácidos que pueden producir quemaduras. Este temor de los estudiantes de realizar este tipo de pruebas se puede eliminar si el profesor realiza él mismo las pruebas para darle al estudiante la confianza que necesita para la realización del trabajo.

Durante la ejecución de las pruebas en el laboratorio el estudiante aprende el cabal uso de los instrumentos, el desarrollo de habilidades cognitivas tales como resolver problemas, análisis, generalización, pensamiento crítico, aplicación, síntesis, evaluación, toma de decisiones y creatividad; pero también logra manipulación, investigación, interés, indagación, organización y comunicación. Por lo examinado pareciera que todas estas habilidades no llegan realmente a desarrollarse en todos los estudiantes.

El pasear que realizan los estudiantes por el laboratorio puede interpretarse como indecisión sobre lo que está haciendo, lo que le lleva a ir a observar lo que realizan sus compañeros. Lectura con frecuencia de la guía indica que están

realizando la experiencia como si fuera una receta de cocina. Si se les pregunta sobre el significado de sus resultados no saben dar una respuesta correcta. También nos indica que el estudiante no realiza la lectura de la guía antes de venir al laboratorio, lo que indica que para ellos no tiene mucha importancia si la leen o no y prueba de ello es que muchos ni siquiera la han comprado o utilizan una del año pasado. No se sienten estimulados para realizar la experiencia completamente alejada de la realidad como observar las maquetas y leer los afiches que se encuentran por el laboratorio o se ponen a conversar con sus compañeros de temas que nada tienen que ver con la experiencia que se está realizando en el laboratorio. Esto lleva a los estudiantes a asesorarse con sus compañeros y en muchos casos se forme una cooperación entre los grupos que se intercambian información, lo que trae como consecuencia que el estudiante pierda el beneficio de la vivencia de la experiencia y se corre el riesgo de copiar información errada.

Los estudiantes que se observan realizando el trabajo en el laboratorio son muy pocos, es claro que a ese nivel el estudiante todavía no ha desarrollado actividades científicas como la honestidad, evaluación crítica de los resultados, curiosidad, objetividad, pero que se espera irán desarrollando a medida que pasen los años de estudios.

Esta deber ser una de las preocupaciones del profesor durante el recorrido que hace por el laboratorio. Observando, escuchando y preguntando, aconsejando a los estudiantes durante su trabajo se revela su pensamiento, y se reconoce si saben manipular los objetos y aparatos.

Claramente se advierte que el estudiante, que se mueve libremente, tiene oportunidad de interactuar no solo con sus compañeros de equipo sino también con los miembros de los otros grupos y esto es muy importante para el desarrollo de sus habilidades científicas.

Aseveración 5: EL PROFESOR RECURRE A ESTRATEGIAS ESPECIALES EN CIRCUNSTANCIAS INESPERADAS.

Durante el presente estudio de lo que ocurría en los laboratorios de Biología observamos un solo caso de como un profesor recurre a estrategias especiales en circunstancias inesperadas. Un profesor, Marta, se enfrenta a un problema: los estudiantes quieren ir a las festividades de novatadas, hay un permiso expedido por la dirección de la escuela que solicita a los profesores cooperen con los estudiantes para que los mismo participen en las novatadas. La profesora desea dar el laboratorio para que los estudiantes no se atrasen. Los estudiantes aceptan dar el laboratorio. Al llegar el día fijado los mismos están pensando en la fiesta más que en el laboratorio. Para que no se pierda el día la profesora se vale de algunos trucos que nosotros interpretamos como estrategias especiales para salvar la situación.

Veamos ahora lo que la profesora Marta hace para salvar un laboratorio que parecía iba a ser un desastre ya que los estudiantes de la 7:00a.m. tienen una actividad de novatada a las 8:00a.m. y no quieren concurrir al laboratorio. Son estudiantes de primer año.

La profesora Marta utiliza la explicación introductoria para hacer que los estudiantes se queden a realizar la experiencia a pesar de la situación del momento.

Con la explicación introductoria al laboratorio la profesora Marta logra dos objetivos: uno, hace que los estudiantes se olviden por el momento de la fiesta de

novatadas, y dos, logra que efectúen el laboratorio. Para este último objetivo la profesora necesita distraer a los estudiantes haciéndoles ver que la experiencia solamente durará 15 minutos, pero, mientras habla sobre lo que van a hacer, ha tomado más de una hora para cuando los estudiantes empiecen el laboratorio.

La profesora Marta explica a los estudiantes por qué se encuentran en el laboratorio y por qué es necesario realizar la experiencia. Los estudiantes tienen una actividad y quieren retirarse del laboratorio, pero, a pesar de la actividad, todos han acudido al llamado de la profesora para realizar el laboratorio. Algunos estudiantes insisten en que deben retirarse, pero la profesora les hace ver que van a perder el período de repaso para la próxima semana. Hábilmente la profesora convence a los estudiantes de que la duración del laboratorio es de solamente 15 minutos, les llama la atención en el sentido de que todos han traído el material para trabajar lo que confirma que hay interés por parte de un grupo de estudiantes de efectuar el laboratorio.

La profesora comienza a hablar sobre las enzimas y formula preguntas sobre el tema a las que contestan los estudiantes en coro o individualmente. Poco a poco la profesora hace que los estudiantes se olviden por el momento de las fiestas de novatadas, por lo menos la mayor parte de ellos, ya que hay algunas unidades que seguirán molestando durante todo el período de laboratorio. La profesora emplea más de una hora explicando a los estudiantes lo que se va a hacer en la experiencia. Los estudiantes se motivaron y se pusieron a hacer su

laboratorio. La profesora Marta los dividió en grupos pequeños, cada uno de los cuales realizó una parte de la experiencia.

El discurso del profesor en el laboratorio es importante para el desempeño y cambios de actitud de los estudiantes. A veces unas estrategias especiales de educación son necesarias para identificar la adquisición de conocimientos de las actividades del laboratorio.

Es evidente que la profesora Marta se motiva ella misma y motiva también a sus estudiantes. Su meta es hacer el laboratorio y no dejarlo para la próxima semana, ya que sería un poco problemático por la cercanía de un examen parcial. Convince a los estudiantes que el mismo es corto y, al final, logra su propósito: se realiza la experiencia. Durante el resto del semestre no se presentaron más circunstancias como estas.

Aseveración 6: LA EVALUACIÓN DEL ESTUDIANTE PERSIGUE MEDIR LO QUE ESTÁ APRENDIENDO, SERVIR DE GUÍA EN LA SELECCIÓN DEL CONTENIDO Y TÉCNICAS DE ENSEÑANZA, CLASIFICAR Y COMPARAR EL RENDIMIENTO.

¿Qué han aprendido los estudiantes durante las experiencias de laboratorio?. Para saberlo el profesor tiene que evaluar al estudiante. Quiere medir lo que están aprendiendo. Los resultados le servirán al profesor como guía para mejorar o reforzar el contenido de la experiencia y sus técnicas de enseñanza. Con la información obtenida podrá clasificar y comparar el rendimiento. Cada profesor tiene su forma de poner exámenes cortos. El profesor Antonio los aplica en cada período de laboratorio y al inicio del mismo; mientras que el profesor Carlos los realiza al final del laboratorio. Las profesoras Marta y Helena los efectúan una vez por semana e informan a los estudiantes los temas que vienen y el período de laboratorio en que se hará el examen corto.

P. Antonio: ¡Buenas tardes! Sacos y bolsas en el lugar para ellos. Primera pregunta.

Los estudiantes se preparan para hacer el examen corto. El profesor reparte los ejercicios anteriores. Pasa lista.

P. Antonio: - ¿Disóciense! ¡Saquen una hoja! - los estudiantes se separan para hacer el ejercicio - Contesten las siguientes preguntas. No tengo las respuestas. Lo que saquen de éste se los suman al primero. - Dicta las preguntas.

1. ¿Cuál es la estructura del microscopio que permite movilizar todo el sistema óptico?
2. Estructura del microscopio que permite desplazar las preparaciones.
3. A través de esa lente se obtiene la imagen del objeto.
4. Con esta estructura obtenemos el contraste de la imagen.
5. Con esta estructura controlamos la intensidad de luz que entra al condensador.
6. Esta estructura mantiene suspendido el condensador y la platina.
7. Con esta estructura se obtiene el sistema óptico o la platina móvil en un punto fijo.
8. Esta estructura hace incidir los rayos de luz en un solo punto.
9. Con esta estructura subimos y bajamos el sistema óptico.
10. Corrige la siguiente frase: Observe tres animalitos caminando cerca del palito negro en el microscopio.

Los estudiantes entregan los "exámenes cortos" inmediatamente.

Veamos otros ejemplos.

Entra la profesora Helena. Los estudiantes ingresan con ella. Algunos vienen leyendo su guía, ya que tienen un examen corto anunciado desde la semana pasada. Los estudiantes colocan sus pertenencias en una mesa debajo de las ventanas. Algunos repasan por última vez en su guía. Los estudiantes se acomodan en sus puestos y preparan su hoja para el examen. La profesora no hace cambios en la distribución adoptada por los estudiantes.

P. Helena:- No copien las preguntas. Contesten enseguida.- Dicta las preguntas.

1. Indique las unidades químicas que componen a la molécula de ADN.
2. ¿Cómo está compuesto un nucleótido?
3. Mencione las bases nitrogenadas que componen el ADN.
4. De las bases nitrogenada conocidas, ¿Cuáles son Purinas y cuáles son Pirimidinas?
5. ¿Qué tipo de enlace químico une a las bases nitrogenadas?
6. Mencione dos diferencias entre células procariotas y las células eucariotas.
7. ¿A qué reino pertenecen los protistas?. - La profesora Helena se equivocó y cambia la pregunta.- ¿A qué reino pertenecen los protozoarios?.- Puntos para los estudiantes - dice la P. Helena.
8. ¿A qué reino pertenecen las bacterias y las Cianobacterias?

Después que el laboratorio ha terminado, el profesor Carlos le pone un examen corto a sus estudiantes.

P. Carlos:- ¡Saquen las placas! - Los estudiantes llevan las placas a la primera mesa donde se encuentra el profesor y luego guardan los microscopios. Sacan su hoja y se preparan para el examen corto que va a ser sobre el laboratorio que acaban de realizar. El profesor Carlos dicta las preguntas.

1. ¿Qué células vieron hoy?
2. Diferencie entre célula animal y vegetal.
3. ¿Para qué se tiñen las placas?

A los estudiantes se les da un tiempo para que contesten las preguntas. El profesor recoge los exámenes cortos después de tres minutos. Los estudiantes se retiran del laboratorio.

Veamos como la profesora Marta realiza sus exámenes.

Entra la profesora y da los buenos días.

P. Marta: - Antes de empezar hagamos el examen corto. Los informes los ponen aquí. - señala la mesa.

Los estudiantes se levantan para llevar los informes del laboratorio anterior.

P. Marta:- ¡Vayan sacando sus hojitas! ...La profesora dicta el examen corto el cual comprende dos partes.

1. ¿Por qué observa usted el espécimen inverso en el microscopio?
2. Mencione tres partes mecánicas del microscopio.
3. ¿A qué llamamos microscopio electrónico?
4. Parte del microscopio que concentra la luz.
5. ¿Cómo calcula usted el diámetro del campo del objeto del bajo poder por el método de la regla?

P. Marta: - Volteen la página y pongan número dos.- Primera pregunta.

1. ¿A qué se debe la particularidad de que el agua sea un solvente excelente?
2. Mencione tres compuestos no polares.
3. ¿Qué significa pH?
4. ¿Qué función tiene el bicarbonato en este laboratorio?
5. ¿Qué ocurre si el pH de la sangre varía?

P. Marta:- ¡Vayan entregando! -ningún estudiante se para - ¡Me van entregando! - Se levantan los estudiantes y entregan los exámenes.

Cada profesor tiene su estilo de poner el examen corto. El número de preguntas fluctúa entre tres a quince. En todo el semestre se aplican unos 10 exámenes cortos que representan un 30% de la nota final de un total de 100 puntos. La finalidad de los mismos es que los conocimientos aprendidos durante la experiencia del laboratorio se asimilen. ¿Pero logran realmente estos exámenes cortos lo que se han propuesto los profesores?. El profesor Antonio considera que los estudiantes fracasan en estos exámenes por lo siguiente:

1. Dejan todo para última hora.
2. Piensan simplemente o añoran los días de secundaria.
3. Pereza mental para analizar, quieren memorizar todo.

Es interesante la respuesta del profesor Antonio, si tomamos en cuenta que él hace, en exámenes cortos y parciales, preguntas que obligan al estudiante a memorizar para lograr las respuestas correctas.

4. No tienen objetivos claros de su carrera.
5. Se fían de exámenes antiguos o de años pasados para no estudiar el material asignado.
6. No traen la base científica adecuada.
7. Son inmaduros para estudiar una carrera.

P. Marta:- Falta de estudio.

P. Helena:- Creo que no estudian lo suficiente, muchas veces se hace una prueba demostrativa (dos estudiantes) y el resto no lo hace por falta de materiales.

El profesor Carlos no dio ninguna respuesta.

Este problema no solamente se presenta en los exámenes cortos, sino también en los exámenes parciales que duran más de una hora y que consisten en rotar por la mesa cada dos a tres minutos hasta completar un total de veinte paradas donde el estudiante puede encontrar de una a cuatro preguntas. El número de exámenes parciales suele ir de dos a tres durante el semestre y suele representar un 70% de la nota final. El resto del porcentaje lo dan los exámenes cortos y trabajos asignados.

Y los estudiantes qué opinan:

EA:- Sí, algunas preguntas no están bien formuladas y confunden muchas veces el sentido y, por lo tanto, las respuestas.

EB:- Sí, deberían revisarse los errores y tratar de que cada oración esté bien hecha para que se entienda, pues a veces he encontrado frases que no se entienden.

EC:- No, todo está claramente explicado.

ED:- Se comprende la gran mayoría.

La evaluación del aprendizaje del estudiante en el laboratorio ha sido siempre preocupación del profesor. Por lo observado éste se va por lo más fácil, es

decir poner parciales durante el semestre de los cuales una es la suma de 10 exámenes rápidos.

La evaluación persigue dar al profesor la información de cuáles son los progresos efectuados por los alumnos: si algunos progresan más que otros; si algunos mejoran más en algunos aspectos del programa y menos en otros; si algunas partes del programa son más eficaces que otras; el individuo mismo desea contemplar sus progresos en términos de su propia capacidad y en relación con los efectuados por los demás; el profesor busca el conocimiento de la eficacia comparativa de los diversos materiales y experiencias, tanto con grupos como con individuos, las pruebas persiguen medir lo que se está aprendiendo, aumentar el impacto producido por la instrucción, servir de guía al profesor en la selección del contenido y técnicas de enseñanza, clasificar y comparar el rendimiento.

Aseveración 7: CUANDO EL PROFESOR UTILIZA PREGUNTAS DIRECTAS, LOS ESTUDIANTES SE MANTIENEN ATENTOS, PARTICIPAN MÁS Y APORTAN IDEAS; CUANDO NO SE FORMULAN PREGUNTAS DIRECTAS, LOS ESTUDIANTES NO PARTICIPAN, NI APORTAN IDEAS Y SE MUESTRAN INDIFERENTES A LA DISCUSIÓN.

Cuando un profesor pregunta a los estudiantes puede hacerlo de dos formas: al grupo o a un estudiante determinado. Si la pregunta va dirigida al grupo la pregunta es indirecta. Los estudiantes contestan en coro o alguno de ellos da la respuesta. En este tipo de preguntas el profesor no insiste demasiado, esto hace que los estudiantes no participen y no aporten ideas y se muestran indiferentes a la discusión ya que después de todo el profesor contesta la pregunta o algún estudiante va al tablero y copiaba las respuestas. Cuando la pregunta va dirigida a un estudiante determinado, el profesor lo llama por su nombre, tenemos una pregunta directa. Aquí los estudiantes se mantienen atentos y participan más y aportan ideas durante la discusión. El estudiante tiene que prepararse bien para contestarle al profesor ya que éste los conoce por su nombre.

Las preguntas directas son más positivas que las indirectas. Ayudan al profesor a conocer a sus estudiantes en forma individual e informarse del avance de los mismos.

Durante la realización del laboratorio, el profesor sostiene un continuo diálogo con los estudiantes: pregunta, razona, interpreta, saca conclusiones. Durante este tiempo, el profesor no solamente se interrelaciona con ellos, sino que

también trata de averiguar si conocen la experiencia a realizar, las habilidades que presentan, cómo mejoran los conceptos, si han leído la guía del laboratorio.

Ingresan los estudiantes y se sientan alrededor de las mesas. Entra la profesora Marta. Los estudiantes ocupan los mismos puestos que en el laboratorio anterior.

P. Marta: ¿Alguien va a comprar la guía?

Hace calor y se oye mucho ruido externo de carros que pasan. Las ventanas están abiertas; no hay acondicionador de aire (esto mejoró después al instalarse una unidad climatizadora). Los estudiantes que poseen la guía la están leyendo, otros revisan el informe que deben entregar hoy. La profesora cobra el dinero de la guía.

P. Marta: - Hoy vamos a empezar el laboratorio número tres, Líquidos Biológicos. El quiz lo haremos la otra semana, el informe me lo entregan también la próxima semana.

E1: ¡Yo me pasé matándome para tenerlo listo!

P. Marta: - La guía le explica la importancia de los líquidos en la materia orgánica. ¿Qué es una solución?

E2: - Es una mezcla homogénea entre dos sustancias - responde un estudiante de la mesa 1.

P. Marta: - ¿A qué llamamos solvente?

E3: - Lo que disuelve.

P. Marta: - ¿Y el soluto?

E3: - Lo que se va a disolver.

P. Marta: - Las soluciones coloidales se caracterizan por tener partículas grandes. ¿Qué es una sustancia polar?.

E4: - Las sustancias polares se disuelven en agua.

P.Marta: - ¿Pero por qué? Porque tiene un átomo eléctrico negativo.-
¿Ejemplo de sustancia polar?

E5: - Amoniaco, alcohol.

La profesora habla sobre los pH, las sustancia ácidas y alcalinas.

P.Marta: - ¿Qué es un hidroxilo?

E6: - Es una base.

P. Marta: - Traten de no hacerlo como una receta de cocina. No como añadir, añadir y añadir y ya está. ¿Alguna pregunta sobre lo que van hacer? Para el próximo laboratorio tienen que tener azúcar, aceite de oliva; almidón hay aquí, un poquito nada más.

La misma profesora, en otra experiencia, esta vez con el uso del microscopio.

P. Marta: - ¡Bien! Vamos a seguir con el microscopio. Pero antes pasen la lista para que firmen - se pasa una hoja donde los estudiante anotan su nombre y número de cédula - No tenemos micrómetro. Vamos a ver como medir objetos en el microscopio. Medir el tamaño del espécimen. Hay dos formas de hacerlo. Midiéndolo con una regla transparente y el otro es usando un micrómetro. ¿Qué van hacer ustedes para calcular el diámetro del campo del objetivo examinador? - la

profesora borra el tablero - Ningún microscopio tiene objetivo examinador. Voy a ver si consigo uno en Botánica. ¡Saquen los microscopios!

Los estudiantes se levantan a buscar los microscopios que se encuentran en un pequeño cubículo a la entrada del Laboratorio B.

P. Marta: - ¡Sin desorden!

Los estudiantes regresan a sus puestos con los microscopios para realizar la experiencia.

P. Marta: - ¡Trabajen con el compañero que tienen al lado! Silencio.-
¿Trajeron reglas transparentes? Traten de observar las rayitas en el bajo poder. El objetivo de 10X. Cada rayita en la regla es un milímetro. - lee en la guía.

La profesora recorre los grupos para ayudar a los estudiantes a enfocar en el microscopio.

P. Marta: -¡Bien! Ese es el diámetro de los objetivos. Como no hay objetivo examinador, no se pueden calibrar los demás objetivos. - Lee en la guía, dibuja en el tablero lo que se verá con el 4x - ¿Qué diámetro anotaría usted?

E4: - ¡Cuatro milímetros!

P. Marta: - ¿Cuánto nos dio el diámetro de la lente examinadora?

E: - ¡Cuatro! - contestan tres estudiantes en coro.

P. Marta: - Multipliquen usando la formula $A/B \times C$ - la escribe en el tablero - $A=40X$ y $B=100x$, $C=4mm$. Reemplazar en la fórmula - escribe en el tablero: $40/100 \times 4 = 1.6$ micrones. - ¡Estamos claro! Sigán la regla, reemplacen y dividan. Así encontramos el diámetro del objetivo de bajo poder.

La profesora escribe en el tablero cómo se calcula el diámetro del objetivo de alto poder. Hace preguntas a los estudiantes mientras escribe en el tablero y éstos le contestan en coro.

P. Marta: - ¿Cuánto les dio? ¿No tienen las calculadoras allí? ¿Cuánto?

E1: - 0.35

P. Marta: - Si lo multiplica por 1000, ¿Cuánto les da? 350 micras, ¿Verdad?

En la guía ustedes tienen que llenar todos los espacios en blanco.

En una experiencia con el profesor Antonio (Lab. A)

P. Antonio: - ¿Preparados para la discusión? dice el profesor que acaba de entrar, había salido del laboratorio por un momento - ¿Quién está todavía haciendo azúcar simple? Nadie contesta.

P. Antonio: - ¡Yesica! ¿Ya terminaron?

Yesica: - ¡Sí!

P. Antonio: - ¡Preparados para la discusión!

P. Antonio: - ¡Marisol! ¿Cuál fue el objetivo de la primera experiencia?

¡Rocío! Objetivo de la primera experiencia.

Los estudiantes no contestan.

P. Antonio: - Para transformar el almidón en azúcar simple debo agregarle amilasa para romper los enlaces, para hidrolizarlos. ¿Saben ustedes lo que es hidrólisis? Descomposición del agua.

El profesor sigue preguntando, pero son pocas las respuestas que recibe de parte de los estudiantes.

Durante la discusión de la experiencia, se interpretan los resultados y se sacan conclusiones. Para llegar a ello los profesores suelen hacer preguntas a los estudiantes y van llevando la discusión al terreno que ellos desean, pero los estudiantes dudan en contestar las preguntas que les formula el profesor y éste termina respondiendo por el estudiante. De los profesores solamente Antonio hacía uso del nombre de los estudiantes y la mayoría de las preguntas iban dirigidas a un estudiante blanco, a diferencia de los otros profesores cuyas preguntas iban dirigidas al grupo, contestando cualquier estudiante o el característico coro por respuesta. Todos los profesores terminan la experiencia del laboratorio haciendo preguntas a los estudiantes sobre los resultados obtenidos, momento que aprovechan los estudiantes para corregir la información anotada en sus guías.

Dos son las etapas utilizadas por el profesor para iniciar una conversación con los estudiantes:

1. Al inicio de la experiencia, después de la introducción al tema a tratar o durante la misma. El profesor formula preguntas para indagar sobre el conocimiento que tienen los estudiantes sobre el tema que se va a tratar:

P. Antonio: - ¿Qué es una enzima, Melisa?

Melisa: - No sé.

Antonio: - ¡Cómo no sabe! Levanten la mano los que leyeron la guía. -
Nadie levanta la mano.

P. Antonio: - ¿Nadie sabe lo que es una enzima? Son de naturaleza protéica.

El profesor escribe en el tablero mientras explica qué es una enzima.

2. Al final de la experiencia cuando pregunta sobre los resultados obtenidos.

P. Helena: - Vamos a resumir los resultados obtenidos en la primera parte de soluciones molares y soluciones coloidales. ¿Qué ocurrió con el agua corriente cuando le agregamos HCL?

E: - El papel cambia de color, se torna amarillo.

P. Helena: - ¡Correcto! - La profesora explica los cambios del pH.

Aseveración 8: ES RESPONSABILIDAD DE LOS PROFESORES TENER A TIEMPO TODO LO NECESARIO PARA EFECTUAR LA EXPERIENCIA; CUANDO NO OCURRE ASÍ, ELLO INFLUYE NEGATIVAMENTE EN EL APRENDIZAJE.

Durante las experiencias realizadas en el semestre se pudo observar que la falta de material, equipo y reactivos influyó negativamente en el aprendizaje. La falta de material, de acceso al equipo y reactivos llevó al profesor a tomar tres de estas medidas.

1. Suspender el laboratorio sin probabilidad de ser recuperado.
2. Reemplazar el material, equipo o reactivo por otro similar.
3. No realizar esta parte de la experiencia.

Todo parece indicar un problema de coordinación.

En una experiencia con la profesora Marta:

P. Marta: - El laboratorio de hoy es la primera parte del laboratorio de microscopio, pero no hay llave para abrir el cubículo, por lo que no se hará el laboratorio. Mientras se entrega la guía, se fotocopiarán las primeras cinco páginas de ésta. - La profesora explica en el tablero las partes del microscopio y hace preguntas a los estudiantes. Como no llega la coordinadora después de media hora se suspende el laboratorio. La coordinadora no llegó en todo el período del laboratorio.

Aquí vemos a la profesora Marta enfrentada a dos problemas: uno, el cubículo donde se guardan los microscopios está cerrado por lo que no podrá hacer

uso de este equipo tan importante para la experiencia a realizar, y dos, los estudiantes no tienen guía todavía; ella trata de resolverlo fotocopiando la experiencia de su guía para que la tengan los estudiantes y espera a que venga la profesora coordinadora para que abra el cubículo donde se encuentran los microscopios. Como después de cierto tiempo no llega la profesora coordinadora, la profesora Marta tomó la decisión de no hacer el laboratorio y se pierde esta experiencia. La profesora debió tomar las medidas del caso para evitar que esto no ocurriera o haber tenido una buena coordinación con su profesora de teoría.

En la segunda parte del mismo laboratorio:

P. Marta: - ¡Bien! Ese es el diámetro de los objetivos. Como no hay objetivo examinador no se puede calibrar los demás objetivos. - los microscopios no tienen objetivos 4x - Háganse la idea de que están utilizando el objetivo examinador.

En esta experiencia la guía pide el uso de un micrómetro que no hay en el laboratorio, la profesora explica entonces cómo reemplazar el micrómetro por una regla transparente.

Pide a los estudiantes que se hagan la idea de que están utilizando el objetivo examinador. La profesora pasa a realizar una demostración trayendo un microscopio del Departamento de Botánica que sí tiene el objetivo examinador. Todos los estudiantes tienen que pasar por la mesa 1 para observar cómo se calibran los objetivos utilizando el objetivo examinador y la regla transparente. Luego regresan a sus puestos para hacerse la idea de que están utilizando el objetivo examinador. Pero no todo termina allí, tampoco hay un micrómetro en el

Laboratorio por lo que esta parte de la experiencia no se va a realizar perdiendo los estudiantes la oportunidad de aprender a utilizarlo.

En otra experiencia la profesora Marta se encuentra con que no hay éter lo cual la lleva a reemplazarlo con bencina de petróleo. La falta de reactivos o sustancias es muy frecuente en los laboratorios lo que hace que los profesores se vean en la necesidad de reemplazar una sustancia por otra o simplemente eliminar esa parte de la experiencia. El profesor de cátedra no interviene, es responsabilidad del profesor asistente. Ciertamente es responsabilidad, tanto del profesor de cátedra como del profesor asistente, tener todo lo necesario para efectuar la experiencia.

La escasez del material en los laboratorios lleva a los profesores muchas veces a repartirlos en pequeñas cantidades para que no se agoten; un ejemplo es el uso del papel pH en donde la tiras son cortadas en cuatro pedazos pequeños y repartidas a los estudiantes.

Un estudiante coloca sus tubos en un recipiente plástico por falta de gradillas. Estos plásticos tienen el inconveniente de que se pueden dañar con ácidos y algunos disolventes orgánicos.

Esto ocurre porque en el laboratorio no hay equipo suficiente para darle a cada grupo de estudiantes y éstos se ven en la necesidad de improvisar. Esto es muy frecuente.

Una estudiante se encuentra frente a una improvisada gradilla, un frasco de mayonesa de 8 oz., junto a la que hay una pequeña probeta.

La parte de la experiencia que utiliza el reactivo de Benedict no se puede realizar; el reactivo de Benedict ha desaparecido y no se pueden hacer las pruebas. El reactivo pudo haber sido sustraído por algún profesor de Biología IO3, nos dice la profesora Marta. Es obligación de la profesora tener todo listo antes del laboratorio, pero todo parece indicar que no es así.

Esto es tan frecuente que lleva a los profesores a ser un poco egoístas y guardar bajo llave reactivos, equipo y material para no quedarse sin nada. Es necesario trabajar en equipo y en coordinación para preparar las cantidades que se necesitan.

La profesora se molesta porque los alumnos no han traído el jugo de tomate y porque no han realizado la prueba de la glucosa. Dice que esto va a venir en el examen y que no se retirarán del laboratorio hasta cuando terminen de hacer esta experiencia.

Los profesores dan a tiempo a los estudiantes una lista de materiales que deben traer para efectuar las experiencias, pero puede faltar alguno de estos materiales y los profesores deben estar preparados teniéndolos a mano, para que esta parte de la experiencia se lleve a cabo.

El trabajo que puede ser hecho en un laboratorio depende fuertemente del uso que se haga de las facilidades a mano. Un laboratorio sin las adecuadas facilidades, como son materiales, reactivos o equipo no se puede aprender Biología de ninguna manera. La falta de material, equipo, y facilidades es uno de los mayores impedimentos para realizar las actividades del laboratorio.

Aseveración 9: EL TRABAJO DE LABORATORIO ES IMPORTANTE PARA EL DESARROLLO DE HABILIDADES Y DE ACTITUDES CIENTIFICAS POSITIVAS.

El trabajo de laboratorio favorece el desarrollo de destrezas en el manejo de los instrumentos utilizados durante la experiencia, así como el desarrollo de habilidades cognoscitivas tales como resolver problemas, análisis, generalizaciones.

Durante el trabajo en el laboratorio podemos encontrar a estudiantes que muestran vacilación para efectuar parte de la experiencia, probablemente por timidez o ignorancia en el conocimiento del instrumento que va a utilizar. En las experiencias observadas durante el semestre, se pudieron atisbar algunos casos. Una estudiante se niega a repetir una experiencia a solicitud del profesor. La estudiante tiene que acercar una astilla encendida a la boca de un frasco para que se produzca una explosión que indica la producción de oxígeno. Uno de los compañeros de mesa tiene que realizar la experiencia. A pesar de que el profesor efectúa varias demostraciones de la experiencia que permite a los estudiantes observar, realizar practicas supervisadas y actividades independientes, son pocos los estudiantes que se atreven a repetir las. El acercamiento de la astilla encendida a la boca del frasco y la producción de una llamarada produce temor en los estudiantes. Esto es muy corriente en unidades de primer ingreso a la Universidad. El profesor tiene que luchar contra estos pavores. Otro ejemplo lo tenemos cuando

los estudiantes tienen que prender el mechero Bunsen. También hay recelo de encenderlo, ya que se produce una fuerte llamarada que les asusta.

Instrumentos sencillos como el microscopio presentan problemas para algunos estudiantes que encuentran difícil su manejo, aún cuando el profesor les haya explicado su funcionamiento.

También los estudiantes tienen dificultad en el uso de las balanzas donde demoran bastante tiempo para pesar algunos gramos de una sustancia x, o la medición con el cilindro graduado de una solución.

Los laboratorios de Biología se planifican precisamente para eliminar todos estos temores de parte de los estudiantes y, a pesar de las dificultades que encuentran, éstas son superadas en la mayoría de los casos. La práctica durante el semestre del uso de estos instrumentos va formando a los estudiantes.

El trabajo de laboratorio es importante para el desarrollo de habilidades tales como manipulación, investigación, indagación, organización, comunicación y el desarrollo de actitudes científicas positivas. Todo ello va a contribuir durante los años de formación del estudiante a que éste elimine los temores y angustias que le causa el trabajo en el laboratorio y en el que va a jugar papel preponderante el profesor asistente.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El profesor intentará a lo largo del semestre hacer que los estudiantes se interesen por las diferentes experiencias poniendo lo mejor de él y dando a los estudiantes el equipo, materiales y reactivos que tenga a mano para realizar las experiencias.
- El profesor inicia el laboratorio ofreciendo una explicación, muchas veces una repetición de lo que se encuentra en la guía, sobre la experiencia que se va a realizar en el laboratorio para hacer que los estudiantes tengan un interés genuino hacia la actividad en que van a trabajar. Los estudiantes responden de acuerdo con el tema que se trate. Algunos temas como microscopía, genética, parecen atraer a los estudiantes más que otros. El profesor se convierte en el centro de la actividad del laboratorio durante esos minutos en que se dirige a los estudiantes; su actuación resulta en ese momento de gran importancia; de ella depende que la actividad resulte positiva. El profesor debe estar bien preparado en el tema que va a tratar, tener conocimientos pedagógicos y presentar ciertas actitudes específicas y aceptar riesgos. De su presentación a los estudiantes depende el éxito o el fracaso de la actividad de laboratorio.
- Los profesores consideran que no se ha logrado conseguir en un 100% que los estudiantes respondan como ellos quisieran para lograr que el aprendizaje en el laboratorio tenga un efecto positivo. Consideran que los

estudiantes no poseen los conocimientos básicos que se asume un bachiller en ciencias debe tener. No leen la guía antes de hacer el laboratorio. Los estudiantes no le dan la debida importancia al laboratorio.

- Los estudiantes en el laboratorio se organizan en grupos pequeños, de dos a cuatro unidades, pero también hay individualistas. Los grupos de estudiantes se forman entre amigos y se relacionan unos con otros cambiando la información que obtienen de la experiencia. Son pocos los grupos donde el peso del trabajo recaiga sobre uno de los integrantes mientras que el otro o los otros permanecen sin hacer nada. Hay repartición del trabajo. Los individualistas suelen tener problemas desde el principio y andan desorientados por el laboratorio.
- La relación entre el profesor y los estudiantes crea un clima positivo en el aprendizaje. Esta relación es muy buena para aquellos profesores que se movilizan activamente por el aula de laboratorio mientras se realiza una experiencia. Esto le permite al profesor conocer mejor a sus estudiantes, controlar los grupos, darse cuenta de lo que está ocurriendo durante la experiencia, verlos trabajar, conocer cómo piensan, cómo se van formando los hábitos y actitudes, destrezas propias de un futuro científico. Los puede ir conociendo uno a uno. Los profesores que no tienen esta costumbre y permanecen sentados en algún lugar del aula esperando ser llamados por los estudiantes, para resolver algún problema que se presente durante la

experiencia, sus alumnos no tienen un aprendizaje positivo de la actividad del laboratorio.

- La relación estudiante-estudiante es importante en el laboratorio para el desarrollo de las habilidades cognitivas tales como resolver problemas en conjunto permitiendo el intercambio de conceptos y el aporte de ideas. Les permite tomar decisiones en conjunto y desarrolla en ellos la colaboración que es muy importante para el logro de una buena actividad.
- El profesor debe motivarse él mismo y también a sus estudiantes para la realización de la experiencia. Los estudiantes motivados que inician la experiencia del laboratorio, sienten un verdadero gusto por lo que van a hacer.
- Los profesores recurren a varias estrategias que les permiten apreciar el desempeño de los estudiantes durante las experiencias. Las evaluaciones se hacen mediante la acumulación de puntuaciones a través de pruebas cortas, parciales, tareas, entrega de informes, proyectos y la participación en la actividad del laboratorio.
- Interrogando a los estudiantes, discutiendo con ellos, interpretando los resultados obtenidos por ellos en las experiencias y obteniendo conclusiones, el profesor hace que la experiencia en el laboratorio juegue un papel importante en el aprendizaje. Todo esto le va a ayudar a conocer mejor a sus estudiantes.

- La falta de material, equipo y reactivos lleva al profesor a realizar cambios en la secuencia de un laboratorio o a la suspensión o eliminación del mismo. Esto influye negativamente en el aprendizaje. El profesor debe tener con anticipación, los materiales y equipo preparados para la experiencia.
- El profesor debe facilitar el desarrollo de destrezas en el uso de los instrumentos por los estudiantes durante cualquier experiencia de laboratorio para estimular el desarrollo de habilidades en los estudiantes.
- Los profesores deben cambiar su metodología para lograr un efecto positivo en el desarrollo del laboratorio. Actualizar y revisar los laboratorios para cortar la rutina que lleva a repetir las experiencias año tras año.
- Los estudiantes fallan en conocimientos generales, no analizan, quieren memorizarlo todo, tanto en lo que se les dice como en lo que oyen. No tienen objetivos claros en cuanto a la carrera que desean estudiar.
- El profesor debe desarrollar el hábito en la lectura ya que la mayoría de los estudiantes no lo tiene y, además, guiarlos para que sepan manejar la información que se les proporcionan o que van adquiriendo durante la experiencia en el laboratorio.

RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones etnográficas observadas con más detalle cada aspecto de lo que se hace durante el período de laboratorio en un semestre.
- Organizar talleres para capacitar a los futuros docentes de laboratorio con metodologías surgidas de las investigaciones etnográficas en el campo de la enseñanza-aprendizaje.
- Capacitar a los profesores de laboratorio para que aprendan a observar o tener en cuenta las cosas que ocurren en sus laboratorios.
- Hacer a los profesores de laboratorio partícipes de las investigaciones de tipo etnográfico.
- Invitar a los profesores a introducir nuevas estrategias en la ejecución de las actividades de laboratorio.

BIBLIOGRAFIA
CITADA

- AGAR, M. 1980. The Professional Stranger: An Informal Introduction to Ethnography. New York. Academic Press
- AINLEY, J. 1978. An evaluation of Australian Science Facilities program and its effect on Science education in Australian Schools. Unpublished Ph.D. Thesis, University of Melbourne.
- ANDERSON, G.J. y WALBERG, H.J. 1974. Evaluating educational performance. Learning environments. En H.J. Walberg (ed.) Berkeley, CA; Mc.Cutchan.
- ARCHENHOLD, W.F.A.; JENKINS, E.W. y WOOD-ROBINSON, C.W. 1978. School Science laboratories: A handbook of design and management. London: John Murray.
- ATKINSON, E.T. 1990. Learning scientific knowledge in the student laboratory. En E. Hegarty-Hazel (ed.), The Student laboratory and the science curriculum. London: Routledge. pp. 119-131.
- AUSUBEL, D.P. 1968. Educational psychology: a cognitive view. New York: Holt, Reinhalt and Winston.
- BARDEN, LAURA M. y PUGH, M. 1993. Strategies and skills Exhibited by college students during laboratories in first year Physics. Paper presented at the Annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching. Atlanta, Georgia, April 15-19., pp. 11.
- BARNES, I.W. 1967. The development of student checklist to determine laboratory practices in high school biology. En A.E. Lee (ed.), Research and curriculum development in science education. Austin: University of Texas Publication. pp. 90-97.
- BARNETT HERRERA, D. 1988. Estudio Etnográfico de un aula de clase de Biología. Trabajo presentado en The Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Lake Ozark, MO., April 10-13, 1988.
- BEARD, RUTH. 1974. Pedagogía y didáctica de la Enseñanza Universitaria. Oikos Tau, S.A. Ediciones. Barcelona, España. pp. 262
- BEASLEY, WARREN F. 1979. The Effect of Physical and Metal practice of Psychomotor skills on chemistry student laboratory performance. Journal of Research in Science Teaching. vol. 16, N°5, pp. 473-479.

- BEISENHERZ, P. C. y OLSTAD, R. G. 1980. The use of Laboratory instruction in high school biology. American Biology Teacher. 42, 166-168.
- BEN-ZVI, R., HOFSTEIN, A., SAMUEL, D., y KEMPA, R. F. 1977. Modes of instruction in high school chemistry. Journal of Research in Science Teaching. 14:433-439.
- BOUD, D. J., DUNN, J., KENNEDY, T., AND THORLY, R. 1980. The aims of science laboratory courses: A survey of students, graduates and practicing scientists. European Journal of Science Education. 2:415-428.
- BRYCE, T. G. K. , y ROBERTSON, I. J. 1985. What can they do? A review of practical assessment in science. Studies in Science Education. 12:1-24.
- BUTLES, SUNNY. 1992. A Model for Incorporating and Evaluating use of a computer laboratory simulation in the non majors Biology Course. The American Biology Teacher. vol. 54, N°8 (november-december), pp. 491-494.
- CHAMPAGNE, A.B., KLOPFER, L. E., y ANDERSON, J. H. 1980. Factors of influencing the learning of classical mechanics. American Journal of Physics. 48:1074-1079.
- COMBER, L. C. y KEEVES, J. 1973. Science Education in nineteen countries. New York: Wiley.
- CONTRERAS, ARMANDO. 1990. La Investigación Interpretativa sus implicaciones en la capacitación del docente en Física. Ponencia inaugural presentada en las V Jornadas Nacionales sobre Enseñanza de la Física. Organizadas por CENAMEC, Caracas. Marzo 12-16, 1990.
- CONTRERAS, ARMANDO. 1993. La Clase de Ciencias desde una perspectiva Sociocultural. Trabajo presentado en la 66th convencion Anual de la National Association for Research in Science Teaching, realizada en Atlanta, Georgia, USA., Abril 15-19, 1993.
- De VRIES, D. L. y SLAVIN, R. E. 1978. Teams games tournament (TGT): Review of ten classroom experiments. Journal of research and development in Education. 12:28-38
- DRIVER, R., y BELL, B. 1986. Students thinking and the learning of Science: A constructivist view. School Sciences Review. 67:443-456.

- DUNN, J. 1986. Teaching strategies. En D. Boud, J. Dunn and E. Hegarty-Hazel (Eds.): Teaching in laboratories. Guilford: Society of Higher Education, NFER. pp. 35-36
- EGGELESTON, J. 1983. Teacher pupil interactions in science lessons: Explorations and theory. In P. Tamir, H. Hofstein y M. Ben Peretz (Eds.) Preservice and inservice education of science teacher (pp. 519-536) Rehovot Balaban International Sciences Services.
- EGLIN, J. R. y KEMPA, R. F. 1974. Assessing manipulative skills in practical chemistry. School Science Review. pp. 261-273.
- ELLIS DUFF, ARTURO A. 1995. Morfo versus Mapas Conceptuales. Primer encuentro Nacional de Investigadores en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. ALIECEN. 27,28 y 29 de Octubre. pp. 101-105.
- ERICKSON, FREDERICK. 1986. Métodos Cualitativos de Investigación sobre la Enseñanza. En M.C.Witrock (Ed.): Handbook for Research on Teaching. pp. 119-161.
- FERNANDEZ URIA. E. 1979. Estructura y Didáctica de las Ciencias. Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Ciencias de la Educación. Madrid. pp. 378.
- FRASER, B. J.; GILDINGS, G.J.; GIFFITH, A.K.; HOFSTEIN, A. y HERKLE, D.G. 1990. A cross national study of science laboratory Classroom Environments. Symposium presented at the Annual Meeting of National Association of Research in Science Teaching. Atlanta, GA.
- FRIEDLER, Y. NACHMIAS, R. y LINN, M.C. 1990. Learning Scientific Reasoning Skills in Microcomputerbased laboratories. Journal of Research in Science Teaching. vol. 27, pp. 173-191.
- FRIEDLER, Y. y TAMIR, P. 1984. Teaching and learning in high school laboratory in Israel. Research in Science Education. 15:98-96.
- FRIEDLER, Y. 1984. Problems and processes in learning and teaching in the biology laboratory in Israeli high Schools. Tesis (Ph.D.), Hebrew University, Jerusalem.
- FRIEDLER.Y. y TAMIR, P. 1986. Teaching basic concepts of Scientific research to high school students. Journal of Biological Education. 24: 263-269.

- GALLAGHER, J.** 1986. Métodos Cualitativos para el Estudio de la Educación. (traducción realizada por C.C. Hazelwood y J. Viveros B.) de Qualitative Methods for the Study of Schooling. In D. Treagust and B. Fraser (ed.), Looking into Classroom. Western Australia Institute of Technology.
- GALLAGHER, J. y TOBIN, K.** 1987. Teacher Management and Student engargement in high school science. Science Education. 71, 535-555.
- GLASSON, G.E.** 1989. The effects of handson and Teacher demonstration Laboratory methods on Science Achivement in relation to reasoning ability and prior knowledge. Journal of Research Science Teaching. Vol.26, nº2, pp. 121-131.
- GOETZ, J.P. Le COMPTE, M.D.** 1988. Etnografía y diseño cualitativo en Investigación Educativa. Ediciones Morata, S.A. Madrid, España. 279 págs.
- GUNSTONE, R.F. y WHITE, R.T.** 1981. Understanding of Gravity. Science Education. 65:291-299.
- HEGARTY-HAZEL, E. (Ed.)**1990a. The student laboratory and the science curriculum. London: Rutledge. 125 pp.
- HENRY, N.W.** 1975. Objetives for laboratory work. In P.L. Gardner (Ed.), The Structure of Science Education, pp. 61-75. Hawthorn, Victoria: Longman.
- HERRON, M.D.** 1971. The Nature of Scientific inquiry. School Review. 79:171-212.
- HERTZ-LAZAROWITZ,R.; BAIRD, H.J.; WEBB, C.D. y LAZARO-WITZ, R.** 1984. Student-student interaction in Science classrooms: A naturalistic study. Science Education. 68:603-619.
- HOFSTEIN, A., GLUZMAN, R., BEN-ZVI, R. y SAMUEL, D.** 1980. A comparative study of chemistry students perception of the learning environ-ment in high schools and vocational schools. Journal of Research in Science Teaching. 17:547-552.
- HOFSTEN, A., y LUNETTA, V.N.** 1988. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. Review of Educational Research. 52: 201-217.
- HOWE, A.C., y DURR, B.P.** 1982. Análisis of an Instructional unit for level of cognitive demand. Journal of Research in Science Teaching 19:217-257.

- HYKLE, J.A. 1992. The Effect of Laboratory Versus Lecture science teaching methods: A meta-analysis. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Boston, MA, march 22, 1992. pp. 20.
- JAMES, R.K. 1987. Follow up study of the concerns of Texas Science Teachers about the forty percent lab time role. Paper presented at the Annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Washington, D.C.
- JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T. y SCOTT, L. 1978. The effects of cooperative and individualized instruction on student attitudes and achievement. Journal of Social Psychology. 104:207-216.
- KELLY, P.J. y LISTER, R. 1969. Assessing practical ability in Nuffield a level Biology. En J.F. Eggleston and J.F. Kerr (Eds.), Studies of assessment. London: English Universities Press. pp. 129-142
- KLINCKMAN, E. (Ed.) 1970. Biology teacher Handbook. 2nd. ed. New York: Wiley.
- KLOPPER, L.E. 1990. Learning Scientific inquiry in the School Laboratory. En E. Hegarty-Hazel (Ed.). The student laboratory and the science curriculum. London: Rutledge. pp. 95-118.
- KRAJCIK, J.S.; y Layman. 1993. Microcomputer-based laboratories in the Science Classroom. NARST. march, n° 31, pp. 3-6.
- KYLE, W.C., PENICK, J.E. y SHYMANSKY, J.A. 1979. Assessing and Analyzing the performance of students in college science laboratories. Journal of Research in Science Teaching. vol. 16, n°6, pp. 545-551.
- LAWRENZ, F. y MUNCH, T.W. 1984. The effect of Grouping of Laboratory students on selected educational outcomes. Journal of Research in Science Teaching. vol. 21, n°7, pp. 679-708.
- LAWSON, A.E. y RENNER, J.W. 1975. Piagetian and biology teaching. American Biology Teacher. 37: 336-343
- LAWSON, A.E. y BLAKE, A.J.D. 1976. Concrete and Formal Thinking abilities in high school Biology students as measured by three separate instruments. Journal of Research in Science Teaching 13:227-235.

- LAWSON A.E. y WOLLMAN, W.T. 1976. Encouraging transition from concrete to formal cognitive functioning on experiment. Journal of Research in Science Teaching. 13:413-430.
- LAYTON, D. 1990. Student laboratory practice and the History and philosophy of Science. En E. Hegarty-Hazal (Ed.), The Student Laboratory and the Science Curriculum. London: Rutledge. pp. 37-39.
- LAZAROWITZ, R., BAIRD, J.H., HERTZ-LAZAROWITZ, y JENKINS, J. 1985. The effects of modified jigsaw on achievement classroom social climate, and self esteem in high school science classes. En R. Slavin, S. Sharan, S.Kagan, R.Hertz-Lazarowitz, C.Webb, y R. Schnuck (Eds.). Learning to Cooperate, Cooperating to learn. New York: Plenum. pp. 231-253.
- LAZAROWITZ, R. y WITENOFF, S. 1990. Teaching the pH concept to non formal operational students in the ninth grade biology laboratory. Research in Education. 44:21-38.
- LAZAROWITZ, R. y TAMIR, P. 1993. Research on Using Laboratory Instruction in Science. International Journal of Qualitative Research in Education. pp. 94-128.
- LEONARD, W.H. 1983. An Experimental Study of a BSCS- style Laboratory approach for University General Biology. Journal of Research in Science Teaching. vol.20, nº9, pp. 807-813.
- LEONARD, W.H. 1988. An Experimental test of a extended discretion laboratory approach for University general Biology. Journal of Research in Science Teaching. vol. 26, nº1, pp. 79-91.
- LEONARD, W.H. 1989. A Comparison of student reactions to Biology instruction by interactive videodisc or conventional Laboratory. Journal of Research in Science Teaching. vol. 26, nº2, pp.95-104.
- LUNETTA, V.N. y TAMIR, P. 1981. An Analysis of Laboratory activities: Project physics and PSSC. School Science and Mathematics. 81:230-236.
- LUNETTA, V.N. 1974. Computer based dialogs: A supplement to the physics curriculum. Physics Teacher. 12:355-356.
- MARTINEZ M., M. 1991. La Investigación Cualitativa Etnográfica en Educación. Manual Teórico práctico. Editorial Texto S.R.L. Caracas, Venezuela, pp. 169.

- MICHAELS, J. W. 1977. Classroom reward structures and academic performance. Review of Educational Research 47:87-98.
- MILLER, L. K. y HAMBLIN, R. L. 1963. Interdependence, differential rewarding and production. American Sociological Review 28:768-778.
- NACHMIAS, R. Y LINN, M.C. 1987. Evaluations of Science Laboratory data: the role of computer presented information. Journal of Research in Science Teaching. vol. 24, n°5, pp. 491-506.
- NOVAK, J.D. y GOWIN, B. 1984. Learning how to learn. Cambridge: Cambridge University Press.
- ODUBUNMI, O. y BALOGUN, T.A. 1991. The Effect of Laboratory and lecture teaching methods on cognitive achievement in integrated science. Journal of Research in Science Teaching. vol.28, n°3, pp. 213-224.
- OKEBUKOLA, P. A. y OGUNNIYI, M.B. 1984. Cooperative, Competitive, and individualistic Science Laboratory Interaction patterns-effects on Students achievement and acquisition of practical skills. Journal of Research in Science Teaching. vol.21, n°9, pp. 875-884.
- OLSON, D.R. 1973. What is worth knowing and what can be taught. School Review. 82:27-43.
- PETERSON, P.L. y JANICKI, T. C. 1979. Individual characteristics and childrens learning in large group and small group appraaches. Journal of Educational Psychology. 71:677-687.
- PICKERING, M. 1980. Are lab courses a waste of time? Chronicle of Higber Education. 19:44-50.
- POSTLETHWAITE, S.N., NOVAK, J. y MURRAY, H. 1964. An integrated experience approach to learning. Minneapolis: Burgess.
- QUINLAN, C. 1981. Project Physics in N.S.W. Re-search in Science Education 111:86-87.
- REIF, F. y ST. JOHN, M. 1979. Teaching physicists thinking skills in the laboratory. American Journal of Physics. 47:750-757.
- ROBINSON, J. 1969. Evaluating laboratory work in high school biology. American Biology Teacher. 31:236-240.

- SAUNDERS, W. L. y DICKINSON, D.H. 1979. A Comparison of community college students achievements and attitude changes in a lecture - only and lecture - laboratory approach to general education Biological science Courses. Journal of Research in Science Teaching. vol.16, nº5, pp. 459-464.
- SCHWAB, J. J. 1963. Biology Teachers Handbook. New York: Wiley.
- SCHWARTZ, J. W. 1992. Computer uses in Secondary Science Laboratory: Staff Retrospective on the grant: Then and Now. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Cambridge, Mat. pp. 4.
- SHARAN, S. 1980. Cooperative learning in small groups: Recent methods and effects on achievements attitudes and ethnic relations. Review of Educational Research. 50:241-271.
- SHARAN, S., y HERTZ-LAZAROWITZ, R. 1980. A group investigation method of cooperative learning in the classroom. En S. Sharan, P. Hare, D.D. Webb and R. Hertz-Lazarowitz (Eds.), Cooperation in Education. Pravo, UT: Brigham Young University Press. pp. 14-46.
- SHARAN, S., KUSSELL, P. HERTZ-LAZAROWITZ, R. BEJA-RANO, Y., RAVIN, S. y SHARAN, Y. 1984. Cooperative learning in the classroom. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- SHOWALTER, B. 1984. What is unified science education? Prism, 11. 1829. Columbus: Center for Unified Science Education, Ohio State University.
- SHULMAN, L.S. y TAMIR, P. 1973. Research Teaching in the Natural Sciences. En R.M.W. Travers (ed.). Second Handbook of Research on Teaching. (pp. 1098-1140). Chicago: Rand McNally.
- SKON, L., JOHNSON, D. W. y JOHNSON, R.T. 1981. Cooperative peer interaction versus individual competition and individualistic efforts: Effects on the acquisition of cognitive reasoning strategies. Journal of Educational Psychology. 73:83-92.
- SMITH, J.P. 1971. The developmet of a classroom ob-servation inventory relevant to the earth science curriculum project. Journal of Research in Scien-ce Teaching. 8:231-235.
- STAKE, R.E. y EASLEY, J. 1978. Case studies in science education. Urbana Champaign. University of Illinois, Center for Instructional and Curriculum Evaluation.

- TAMIR, P. 1972. The practical mode of performance in Biology: A distinct mode. Journal of Biological Education. 6:175-182.
- TAMIR, P. 1974. An inquiry oriented laboratory examination. Journal of Educational Measurement, 11:25-33.
- TAMIR, P. 1975. Nurturing the practical mode in schools. The School Review. 83:499-506.
- TAMIR, P. 1977. How are the laboratories used? Journal of Research in Science Teaching. 14:311-316.
- TAMIR, P. 1983. External examinations as a news for teacher education. En P. Tamir, A Hofstein and M Ben Peretz (Eds.), Preservice and inservice of science teachers Rehovot: Balaban Interscience Services. pp. 615-621.
- TAMIR, P. y AMIR, R. 1990. Inter Relationships among laboratory process skills in Biology. Journal of Research in Science Teaching. vol. 24, nº2, pp. 137-143.
- TAMIR, P. y DORAN, R. 1992. Conclusions and discussion of findings related to practical skills testing in science. Studies in Educational Evaluation. 18:393-408.
- TAMIR, P. y LUNETTA V.N. 1978. An analysis of laboratory activities in the BSCS yellow version. American Biology Teacher. 40:353-357.
- TAMIR, P. y NUSSINOVITZ, R. 1979. Analysis of students answers to questions in the Biology practical laboratory examinations. Jerusalem, Israel Science Teaching Center. Hebrew University, Jerusalem.
- TAMIR, P., NUSSINOVITZ, R. y FRIEDLER, Y. 1982. The design and use of practical tests assessment inventory. Journal of Biology Education. 16:42-50.
- TOBIN, K. 1990. Research on laboratory activities; In pursuit of better questions and answers to improve learning. School Science and Mathematics. 90:403-418.
- TOBIN, K. y GALLAGHER, J.J. 1987. What happens in high school science classrooms? Journal of Curriculum Studies. 19:549-560.
- TORRES SANTOME, J. 1988. La investigación etnográfica y la reconstrucción crítica en educación. En Goetz y De Comte, Etnografía y diseño cualitativo en Investigación Educativa. pp. 11-22.

- WELCH, W.W., KLOPFER, L.E., AIKENHEAD, G.S. y ROBINSON, J.J. 1981. The role of inquiry in science education: Analysis and recomendations. Science Education. 65: 33-50.
- YAGER, B. E., ENGLER, H.B. y SNIDER, B.C. 1969. Effects of the laboratory and demonstration methods upon the outcomes of instruction in secondary biology. Journal of Research in Science teaching. 6:76-86.
- YEANY, K.H., LARUSSA, A.A. y HALE, M.L. 1989. A Comparison of performance based versus paper and pensil measures of science processes and reasoning skills as influenced by gender and reading ability. Peper presented at the Annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching. San Francisco.
- ZIELENIECOVA, F. 1984. Interests in Science and technology in Czechoslovakia. National Report to the 12th IPN Symposium, University of Kiel.

ANEXO

**UNIVERSIDAD DE PANAMA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGIA
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POST GRADO**

CUESTIONARIO No. 1

1. ¿Es adecuado el lenguaje utilizado en la guía de laboratorio?
2. ¿Considera Ud. que se puede mejorar el lenguaje que utiliza la guía?
3. ¿Encuentra términos nuevos que Ud. no entiende? ¿Cuáles por ejemplo?
4. ¿Hay algo que no comprenda de la guía de laboratorio?
5. ¿Considera que la guía debe ser modificada?
6. ¿Qué aspectos deben ser modificados?
7. ¿Se cumplen los objetivos de cada experiencia?
8. ¿Considera que el profesor debe dar más orientación sobre el uso de la guía?
9. ¿Está conforme con lo que hace el profesor?
10. ¿De las experiencias tratadas, cuál fue para Ud. la más interesante?
11. ¿Los laboratorios llenan las expectativas que Ud. tenía sobre la Biología como
Ciencia?
12. ¿Cómo le gusta el trabajo en el laboratorio: en grupo o individualmente?
13. ¿Las experiencias de laboratorio desarrollan en Ud. interés por las Ciencias?
14. ¿Sabe Ud. manejar el equipo de laboratorio?
15. ¿Considera Ud. que el profesor debe dar más orientación sobre el uso del
equipo de laboratorio?

**UNIVERSIDAD DE PANAMA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y TECNOLOGIA
VICERRECTORIA DE INVESTIGACION Y POST GRADO**

CUESTIONARIO No. 2

1. ¿Cómo percibes la Ciencia?
2. ¿Cómo aplicas esta percepción que tienes de la Ciencia a los laboratorios?
3. ¿Te responden los laboratorios como tú quieres?
4. ¿Consideras que los estudiantes te responden a lo que tú deseas de los laboratorios?
5. ¿En qué están fallando los estudiantes?
6. ¿Están las guías de laboratorio de acuerdo a lo que tú piensas debe ser un laboratorio?
7. ¿Qué cambios harías a la guía de laboratorio?
8. ¿Qué temas consideras que se deben agregar a la guía y cuales deben ser eliminados?
9. Explica cómo evalúas a tus estudiantes (quices, parciales, etc.)
10. ¿Concuerda la teoría con el laboratorio?
11. ¿Recibes ayuda del profesor de la cátedra?
12. ¿Qué consideras tú que puedes ser la causa del fracaso de algunos estudiantes en los exámenes que les has puesto?
13. ¿Cuenta el laboratorio con todo lo necesario para efectuar las experiencias?