

## CONSIDERACIONES SOBRE LA EVALUACION DE EXPERIENCIAS DE LABORATORIO

Giuseppa D'Agostino S.  
Jesúsita Alvarado B.

### INTRODUCCION

La finalidad primordial de la educación es la de generar en los educandos cambios significativos y oportunos, considerados como tales por el medio social en el cual se verifica el proceso. Estos cambios no se cifan al área cognoscitiva, sino que abarcan también lo que atañe a la formación psico-social del ser humano. El logro de esa finalidad está supeditado a múltiples tareas, entre las cuales emergen las siguientes:

- a. Especificación clara en el nivel del planeamiento curricular (nacional, regional, institucional y de clase) de los cambios significativos y factibles de logro que se espera de los educandos, como resultado de una carrera, nivel, ciclo, curso o lección.
- b. Selección de los elementos (contenidos, técnicas, modos y estrategias de instrucción) adecuados para alcanzar las metas preestablecidas.
- c. Evaluación y retroalimentación del proceso.

La última tarea es compleja y abarca desde la valoración de una carrera hasta la de los aprendizajes específicos. Dichos aprendizajes pueden evaluarse en momentos diferentes y para fines también distintos, así que, en la práctica educativa, el docente realiza evaluaciones de tipo diagnóstico, formativo y sumativo. Por la naturaleza del contexto, no nos adentraremos en el análisis de estas distintas finalidades de la tarea evaluativa, aunque nos parece oportuno enfatizar que ella no se restringe a los exámenes finales ni su propósito se agota en calificar y clasificar a los estudiantes según el grado de éxito (alto - mediano y bajo o nulo) obtenido. Por lo contrario, su papel es muy amplio y afecta toda la labor educativa.

Actualmente se concibe la evaluación como "un proceso continuo que consiste en obtener una reunión sistemática de evidencias e información" (1), para establecer si en los educandos se han producido las transformaciones deseadas, en qué medida éstas se han verificado, y para detectar los aciertos y las fallas de la instrucción y del aprendizaje. La finalidad principal de todas estas acciones es, por una parte, el mejoramiento del aprendizaje de los estudiantes, ya que se les puede ofrecer información sobre su rendimiento y proporcionarles la ayuda necesaria para que alcancen las metas establecidas; y por otra, el enriquecimiento y perfeccionamiento de la enseñanza, pues si se detecta su ineficacia se pueden efectuar, a tiempo, los cambios oportunos para mejorarla. En suma, el rol de la evaluación en la labor educativa es estratégico procura evitar el estancamiento de esta última.

Es indudable que, para efectuar una buena evaluación, se necesita recoger información útil y relevante mediante instrumentos de medición (exámenes, tareas, cuestionarios, entrevistas, tests, etc.) válidos, cuyos resultados sean confiables; de ahí la importancia que reviste su elaboración, confección y administración.

Para determinar si el estudiante posee las habilidades, destrezas y conocimientos fijados como metas de la enseñanza, los instrumentos más usados son las pruebas. Estas, según cual sea el criterio que se tome en cuenta, se clasifican en diferentes tipos (abiertas, controladas, informales, tipificadas, objetivas, de ensayo, etc.).

No nos adentraremos en el análisis de las diferentes pruebas, pues es notorio que su bondad o limitación no depende de las características que poseen en sí mismas, sino de la manera, propósito y circunstancias en que se las utiliza como también de los aprendizajes que se desea medir. De la gama de estos últimos escogeremos aquellos que exigen para su comprobación, especialmente, la ejecución de una tarea tangible, como es el caso de las prácticas profesionales y de la realización de experimentos en el laboratorio.

(1) Galvis P., Alvaro. "La evaluación en la educación universitaria a distancia". Revista de Tecnología Educativa 7(1): 39-58, 1981, pág. 40.

## PRUEBAS DE EJECUCION

La experiencia profesional propia, y de otros, nos indica que, no obstante ser común la evaluación de dichas habilidades, no siempre los procedimientos utilizados para tal fin son suficientes y válidos. Dicha circunstancia nos ha motivado a enfatizar en el presente documento algunas consideraciones básicas acerca de la evaluación de sesiones de laboratorio y de las fallas que reiteradamente se cometen en el cumplimiento de dicha tarea. Es nuestro deseo abordar, en un futuro, el mismo tema con respecto a las prácticas profesionales.

En la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, tanto en el nivel primario como en el medio y en el superior, las sesiones de laboratorio se consideran un recurso valioso. Ellas permiten plantear e indagar problemas, como también buscar soluciones creativas a éstos. Análogamente, estimulan la participación del estudiante y facilitan o refuerzan el aprendizaje de contenidos teóricos y destrezas básicas. Esto incide en la definición de lo que se espera logre el alumno como resultado de la aplicación de un programa o curso de ciencias. Así, es común que, en dichos programas, se incluyan también, además de objetivos de tipo cognoscitivo y actitudinal, otros que impliquen habilidades para llevar a cabo trabajos de laboratorio. Ahora bien, la comprobación de éstos no se puede efectuar, en su totalidad, mediante pruebas orales o escritas. Ellas, como es sabido, son útiles para constatar si el estudiante sabe cómo se hace una cosa, pero no para determinar si puede hacerla. Para ello, se necesita la aplicación de pruebas de ejecución.

El término "pruebas de ejecución" es muy amplio, y abarca desde una prueba que implica pura manipulación de objetos (como es el recortar una pieza según determinadas medidas) hasta otra que requiere procesos mentales superiores (análisis - síntesis - evaluación), como es, por ejemplo, el realizar una investigación científica; sin embargo, no existe duda alguna sobre su utilidad para evaluar y certificar lo que una persona es capaz de hacer y con qué grado de perfección. Es consecuente con lo anterior la importancia que reviste la aplicación de dichas pruebas para evaluar las destrezas y habilidades requeridas en el cumplimiento de un trabajo de laboratorio.

### PASOS EN EL PLANEAMIENTO DE DESTREZAS DE EJECUCION.

En el planeamiento educativo de los cursos que incluyen prácticas de laboratorio, es necesario con-

templar la evaluación de estas últimas y diseñarla antes de iniciar el proceso de enseñanza. Aunque, en un nivel muy general, para su realización es aconsejable cumplir con los siguientes pasos:

1. Definir qué tipo de práctica se efectuará.
2. Establecer con claridad las realizaciones más representativas de las conductas objeto de la evaluación y, con base en su relevancia, asignarles peso.
3. Seleccionar y confeccionar los instrumentos aptos para medir las realizaciones establecidas en el punto anterior.
4. Interpretar y valorar la información obtenida.
5. Certificar el rendimiento del estudiante y tomar decisiones para mejorar, en caso de ser necesario, la instrucción y el aprendizaje, todo ello con base en los resultados de la evaluación.

El cumplimiento del primer paso (definir el tipo de práctica que se efectuará) está supeditado a una adecuada formulación de los objetivos. Esto exige que los cambios que se pretende lograr en el estudiante estén elaborados de manera explícita y clara y que, además, sean representativos de toda la gama de conductas (afectiva - cognoscitiva - psicomotora) que son factibles de alcanzar mediante un programa de ciencias. Con base en las habilidades y aprendizajes planteados en aquellos objetivos que exigen para su logro la ejecución de trabajos en el laboratorio, se define el tipo de práctica (prueba) que deberá realizar el estudiante para demostrar su dominio.

Si lo que interesa, por ejemplo, es evaluar la habilidad para ejecutar los procedimientos (pasos) requeridos en el desarrollo de la actividad asignada, la prueba por elegirse debe contemplar la observación continua y controlada por parte del evaluador con el fin de poder determinar grados de eficiencia y exactitud. Si, por el contrario, lo que se quiere es valorar el resultado final (producto) de la tarea fijada, la prueba por seleccionarse debe incluir la concreción de la actividad en un producto que reúna cualidades significativas prefijadas como requisitos. En el caso de que estos dos aspectos (procedimientos y productos) estén interrelacionados, es obvio que las pruebas por escogerse deben ser funcionales, ya sea para comprobar si los procedimientos empleados son los correctos, como si el producto reúne las características deseadas.

En cualquiera de las tres situaciones planteadas es conveniente establecer con antelación si, para

juzgar las conductas propuestas, se requerirá que el estudiante realice la tarea, la dirija o la evalúe.

Una vez definido el tipo de práctica que se efectuará, el siguiente paso (especificar las realizaciones más significativas para la consecución de la conducta propuesta) exige determinar la secuencia de las tareas principales que conducirán al resultado que se espera.

Si, por ejemplo, nuestro objetivo fuera "calcular el peso real de diferentes muestras de material empleando la balanza de brazo triple", posiblemente, entre las realizaciones más significativas estarían las siguientes:

- a. Usar correctamente las pesas.
- b. Tomar las medidas de precaución necesarias para obtener resultados más precisos.
- c. Leer con exactitud los resultados obtenidos.

En seguida, el docente debe proceder a asignarles peso a las realizaciones descritas, de manera proporcional a su relevancia. En el caso señalado se podría atribuir un 20% a la conducta "a", y un 40% a cada una de las conductas "b" y "c".

El tercer paso (seleccionar y confeccionar los instrumentos por utilizarse) implica, de acuerdo con Goring (2), que para practicar la evaluación de ejercicios o de productos en forma más objetiva, esto es, mediante observación controlada, es necesario utilizar dos tipos de instrumentos: la hoja de cotejo y las escalas de clasificación. Ambos sirven para evaluar tareas que impliquen realización de un procedimiento o de un producto, y se utilizan para recoger los datos observados por el evaluador. El primero (hoja de cotejo) consiste en una lista de afirmaciones que abarcan cualidades negativas o positivas de los pasos que forman parte de un determinado procedimiento o de la elaboración de un producto. Es más frecuente su uso para evaluar procesos, en particular aquellos que se pueden fraccionar en una lista de acciones exactas y bien definidas. Por ejemplo, con respecto a la realización mencionada anteriormente y que dice "tomar las medidas de precaución necesarias para obtener resultados más precisos", algunas características

que se podrían observar, mediante lista de cotejo, son las siguientes:

- Coloca papel en el platillo de la balanza para pesar sustancias químicas pulverizadas.
- Determina la masa del papel.
- Limpia el platillo de la balanza antes de usarlo.
- Determina el punto de reposo o punto cero de la balanza.

Esto permitiría al evaluador constatar la presencia o ausencia de la característica, pero no su calidad, su frecuencia ni su grado de excelencia. En el caso de que el proceso requiera pasos secuenciales, las características deben situarse en un orden jerárquico, lo cual permitiría, además de verificar la presencia o ausencia de dichas características, comprobar hasta qué punto el estudiante es capaz de realizarlas ordenadamente.

El segundo de los instrumentos (escalas de clasificación o de evaluación), a diferencia de las hojas o listas de cotejo, no es adecuado para juzgar de manera absoluta (sí o no; presente o ausente) una conducta. Por el contrario, su utilidad es mayor cuando se trata de recopilar información más detallada (frecuencia - calidad - grado de verificación) sobre los aspectos observados. Su confección consiste en diseñar "una serie de enunciados relacionados con lo que se ha de evaluar, cada uno de ellos seguido por una escala de opciones de graduado valor calificativo. De estas escalas el evaluador marca la que a su juicio [respetando los criterios pre-establecidos]\* parece más indicada para describir la ejecución o el producto que se ha de evaluar" (3).

Existen diferentes tipos de escalas de evaluación. Las más comunes son las siguientes: escalas numéricas, escalas gráficas, escalas descriptivas y escalas comparativas. En la escala numérica, el docente marca el número correspondiente al nivel en que se verifica la conducta observada; generalmente los números van del uno al cinco (aunque pueden usarse mayores valores numéricos) y cada uno de ellos responde a una clase calificativa. Así, por ejemplo, con respecto a la realización antes mencionada: "leer con exactitud los resultados obtenidos", un aspecto que debería incluirse en una escala de clasificación sería el siguiente:

1 2 3 4 5

- Expresa los resultados con la precisión y exactitud que demanda la tarea
- Etc.

(2) Goring, Paul A. *Manual de mediciones y evaluación del rendimiento en los estudios*. Buenos Aires: Kapelusz, 1977, pág. 187.

(3) Goring, Paul A. *Manual de mediciones y evaluación del rendimiento en los estudios*. Buenos Aires: Kapelusz, 1977, pág. 191.

\* El paréntesis es nuestro.

Cada uno de esos números debe responder a una valoración, que en este caso podría ser ésta:

1. Lectura inaceptable
2. Precisión demasiado baja
3. Imprecisión de lectura
4. Precisión demasiado alta
5. Precisión deseada

Con respecto a las escalas gráficas, las características que se quieren observar se señalan con un punto sobre una recta de acuerdo con la valoración cualitativa que se les asigna. Por ejemplo, con respecto a "tomar medidas de precaución necesarias para obtener resultados más precisos", entre los rasgos que se podrían contemplar, estarían los siguientes:

- Sigue las normas de seguridad para ejecutar la tarea de laboratorio.  
(Señale con un punto grueso)

..... / ..... / ..... / .....  
Nunca / En ocasio- / Según la / Siempre  
 nes nes actividad nes

La tercera escala, la descriptiva, es una mezcla de los dos tipos anteriores, en la que se describe de manera más específica el rasgo de conducta, y se complementa con una diferenciación cuantitativa.

Por último, la escala comparativa consiste en confrontar la tarea completa y el producto obtenido, con modelos representativos de los diferentes grados de calidad que pueden darse. Para ello, como puede suponerse, lo difícil es establecer las características de lo que se va a considerar como producto académico perfecto. Este tipo de escala comúnmente se llama también escala de producto o cualitativa, ya que se emplea principalmente para valorar el resultado de una actividad, como podría ser una reacción química completa, una monografía, el diseño de una obra, etc.

Cualquiera que sea la modalidad de escala que se selecciona para efectuar la observación, es imprescindible, con el fin de que ésta sea lo más significativa y confiable posible, que en la confección y aplicación de dicho instrumento se tengan en cuenta medidas como las siguientes:

- Hacer el análisis y el desglose de los rasgos más representativos de la realización por evaluar. En el ejemplo que hemos venido analizando, eso sería detallar cada una de las tres realizaciones (a-b-c).

(Esta tarea sólo puede realizarla una persona que sea *experta* en la materia de que se trate).

- Formular, con los detalles correspondientes a un comportamiento observable, las cuestiones (preguntas - actividades - conductas) aptas para recoger la información más significativa en la valoración de cada rasgo.

(Debe tomarse la precaución de que las cuestiones que se incluyan en una escala, además de ser válidas, no queden ambiguas, ya que, de suceder así, darían pie a diferentes interpretaciones y, por lo tanto, sería difícil obtener resultados confiables).

- Evitar que las preguntas que se emplean se incluyan una a otra.
- Establecer los grados de aceptación o no aceptación (3-4-5 ó más) de cada aspecto que se va a observar, y registrarlos, mediante descripciones verbales numéricas gráficas y comparativas.
- Fijar los criterios que se emplearán para seleccionar cada grado de la escala. En otros términos, hay que establecer los criterios en cuanto a la ausencia, presencia o excelencia del aspecto observado.

(Esta última es una de las tareas más importantes para el éxito de la observación ya que juega un papel esencial en la objetividad y representatividad de ésta. No obstante, en la práctica, ella se descuida, lo que fomenta la subjetividad en el registro de las conductas. Resulta lógico que dicha actividad deba ser efectuada por un experto en la materia, ya que sólo él está en capacidad de discernir las pautas de calidad y suficiencia para determinar cómo y en qué medida se verifica una determinada conducta).

- Probar el instrumento con una muestra significativa, para, con base en los resultados obtenidos, perfeccionarlo.
- Fijar cómo y cuándo se aplicará el instrumento y quién será el encargado de suministrarlo. De ser éste alguien que lo desconoce (en las prácticas de laboratorio, con frecuencia son los asistentes) se le deberá proporcionar el entrenamiento y las instrucciones apropiadas para tal fin. No se debe olvidar que la incompetencia del evaluador es enemiga de la confiabilidad de la información que arroja un instrumento de medición.

Sería de poca utilidad cumplir los anteriores rubros y diseñar una buena escala con suficientes criterios para valorar sus resultados, si se deja al descubierto lo que atañe a su aplicación. Es sabido que en esta fase son múltiples los errores en los que se puede incurrir y que falsean la información.

Dichos errores son originados por varias causas, entre ellas: la insuficiencia de tiempo para efectuar la observación; la presencia en el medio físico de condiciones poco adecuadas (iluminación insuficiente, ruido, interferencias varias y otros); las oportunidades reducidas para observar con la mayor exactitud (a esto, a veces se suma el poco conocimiento de los educandos, por parte de la persona que aplica la escala); el excesivo número de estudiantes por observar; la presencia de características peculiares de la personalidad de éstos (nerviosismo, comportamiento falseado, desmotivación, etc.), y las disposiciones personales del evaluador.

Este último debe *controlar* tendencias tales como las siguientes:

- Desestimar la actividad evaluativa por desinterés y falta de estímulos.
- Permitir que el concepto subjetivo (de aprecio o desprecio) que tenga del estudiante, interfiera en el grado de calificación que le otorga.
- Calificar un rasgo dejándose influir por la presencia o ausencia de otro que está relacionado con él.
- Usar como patrón de respuesta los extremos de la escala (bajo - alto) o las posiciones intermedias de ésta.

Muchos de los errores citados pueden obviarse descartando o reduciendo al mínimo las condiciones adversas (tiempo, situaciones físicas, oportunidades de observación, etc.), como también seleccionando una persona *apta* (motivada, sin prejuicios, con buen conocimiento de los educandos, etc.) y *diestra* en realizar buenas observaciones.

En suma, los resultados de los instrumentos siempre tendrán un margen de error (no todas las variables pueden controlarse, como, por ejemplo, ciertos aspectos peculiares de la personalidad del estudiante), pero éste se reduce a un mínimo, si se diseñan buenas escalas y listas de comprobación, y si se emplean evaluadores capacitados y procedimientos técnicos que faciliten una labor más objetiva y sistemática.

Además de los instrumentos que hemos considerado útiles (hojas de cotejo y escalas de evaluación) para juzgar las destrezas y habilidades de un

educando, en el cumplimiento de una tarea de laboratorio y uso del equipo apropiado, hay otros medios a los cuales recurre con frecuencia el docente. Ellos son el registro anecdótico y las descripciones escritas u orales (informes) presentadas por el estudiante acerca del trabajo que ha realizado en el laboratorio.

El primero (registro anecdótico) consiste en anotar los aspectos focales del desempeño del estudiante. Esto requiere la observación directa del evaluador y resulta funcional siempre y cuando se hayan establecido a priori los rasgos por observar y las pautas específicas que connotan la excelencia de la conducta observada. De lo contrario, se correría el riesgo de tomar notas sobre aspectos insignificantes para la apreciación de esta última.

El segundo medio (informes) tiene dos modalidades: escrita y oral. Generalmente se prefiere la forma escrita para poder efectuar su evaluación con mayor tiempo y cuidado.

En las prácticas de laboratorio, es corriente abusar del "informe" para constatar resultados que podrían obtenerse de mejor manera por otros medios (tests de aprovechamiento). Por ejemplo, en el caso en que se trate solo de conocimientos relativos a hechos, leyes, teorías, etc., los tests de aprovechamiento resultan adecuados. Si fuera el caso de evaluar solamente manejo de equipo y procedimientos en la aplicación de técnicas de laboratorio, los instrumentos de observación constituyen un mejor recurso.

No ahondaremos en la gama de factores y circunstancias (tanto del sistema educativo en sí mismo como también de los que atañen directamente al docente y a la asignatura específica) que generan la situación planteada con antelación; pero sí consideramos necesario advertir que el informe, como medio de evaluación, adquiere plena funcionalidad cuando debe valorarse la realización, por parte del educando, de una investigación o de un experimento de laboratorio —salta a la vista que dichos trabajos suponen habilidad en los procesos de investigación y aprendizaje de distinto dominio (afectivo, psicomotor y cognoscitivo) y de elevado nivel (análisis, síntesis, evaluación)—.

Así concebido, el informe es un excelente medio para juzgar el desempeño del estudiante en una cadena de tareas de investigación que conducen al logro de un producto o resolución final. De tal manera que, aspectos tales como reconocer un problema, formular una hipótesis, seleccionar o crear procedimientos para efectuar experimentos útiles en la comprobación de la hipótesis, realizar dichos

experimentos, procesar e interpretar los datos obtenidos, valorar si los descubrimientos hechos prueban o no la hipótesis y otros, son partes indispensables de un informe de práctica de laboratorio según como éste se considera en el presente contexto. Para valorar de manera más objetiva el trabajo que el estudiante vierte y describe en un informe, el docente debe establecer con antelación los criterios de forma y fondo frente a los cuales juzgará, ya sea los diferentes aspectos de la obra o el nivel de perfección que ésta tiene en su conjunto.

En conclusión, reiteramos que, en una tarea de laboratorio, hay aspectos (como los que atañen al conocimiento acerca de teorías, técnicas, procedimientos, etc.), que se prestan para ser examinados mediante prueba de papel y lápiz; hay otros (como el desempeño en el manejo de equipo y en la aplicación de técnicas específicas para resolver un problema) que se miden mejor con las listas de cotejo y las escalas de evaluación; por último, están las destrezas y habilidades para conducir y llevar a término experimentos e investigaciones científicas cuyos procesos y resultados pueden evaluarse con más precisión y objetividad si se describen, de manera sistemática, en un informe escrito.

Resumiendo un poco las consideraciones anteriores, esperamos haber dejado claro que la bondad y limitaciones de los instrumentos que se usan para recoger información referente al desempeño del estudiante en el laboratorio de Ciencia, dependen, en general, de los siguientes aspectos:

- Propósito de la observación;
- Especificación de las conductas que se desea observar (esta labor es fundamental: sin ella, la observación será rudimentaria y de poco valor);
- Procedimientos que se emplean y precauciones que se toman en su diseño y aplicación;
- Criterios que se fijan para interpretar y valorar los resultados que arrojan.

En seguida nos ocuparemos de este último aspecto.

Para valorar y calificar los datos y la información que se ha recogido mediante un instrumento de observación, debe confeccionarse simultáneamente al diseño de éste, una guía de calificación. En ella se especificarán con claridad los criterios frente a los cuales se juzgará la bondad de la conducta observada, y se anotarán también los puntajes correspondientes. Esto garantiza, en parte, que

el evaluador juzgue y califique al estudiante de manera más objetiva. Ilustraremos lo anterior, con respecto a una lista de verificación (cotejo), y a una escala de calificación.

Una vez establecidas las realizaciones más significativas (a-b-c) y asignados los pesos correspondientes a cada una, se procede a desglosar, por un lado, las realizaciones en sub-tareas (ver elaboración de instrumentos); por otro, a fraccionar los pesos, cuidando de que éstos respondan al nivel de importancia de cada una de las sub-tareas fijadas.

Anteriormente se había establecido que la realización "b" (tomar las medidas de precaución necesarias para obtener resultados más precisos) tenía un valor de 40%. Supongamos que, al desglosarla en sub-tareas, la situación quedara así:

	Peso
Realización:	
- "tomar las medidas de precaución necesarias para obtener resultados más precisos"	40 %
Sub-tareas:	
- Uso de papel en el platillo	4 %
- Determinación de la masa del papel	5 %
- Limpieza del platillo	4 %
- Determinación del punto de reposo o punto cero de la balanza	5 %
- Otros	22 %

Supongamos, además, que para su valoración se hubiera diseñado una hoja de cotejo. A estas alturas sería necesario elaborar la guía de calificación en la cual habría que contemplar tanto los criterios para juzgar el desempeño del estudiante, como la asignación de puntaje, según se anota en el siguiente ejemplo, con respecto a la sub-tarea "uso del papel en el platillo":

#### INSTRUCCIONES PARA CRITERIOS Y PUNTUACION

- Dado que las muestras No.1, No.4 y No.5 están pulverizadas, es necesario que, el estudiante al pesarlas, coloque papel en el platillo, para evitar contaminación y, por lo tanto, el falseamiento de los resultados. Por otra parte, las otras muestras (No. 2 y No. 3) corresponden a trozos de metal inerte, razón por la cual no es indispensable colocar papel de filtro en el platillo.
- Por cada ocasión (para muestras No.1, No. 4 y No.5) en que el estudiante coloque papel de filtro en el platillo, se le asignan 0,8 puntos. En

## MUJERES Y MATEMÁTICA

Silvia Chavarría González.

Emmy Noether, 1882-1935 "...era gorda, áspere y gritona, pero tan bondadosa, de buen humor y sociable que todos los que la conocían la querían..."

Esta cita, aparece en una recopilación hecha por Ray Redheffer (6), de los mejores matemáticos que ha habido desde el año 1000 hasta nuestros días. Emmy Noether es la única mujer que se nombra ahí y la cita es parte de la descripción personal que se le hace. Es conocido que a Emmy Noether no se le permitió inicialmente ingresar a la facultad de matemática de Göttingen, Alemania, aunque dio muchas charlas de alto nivel a nombre de David Hilbert. En 1922 fue por fin admitida, pero nunca se le pagó salario. Creo que este ejemplo es suficientemente claro para ver que existe un problema con matemática y mujeres.

¿Hay alguna relación entre cosas tan "antagónicas" o "contradictorias", que pareciera que lo único que tienen en común es que sus nombres empiezan con M? ¿Qué interés puede existir en discutir esto? Estas preguntas surgen cuando vemos que existen estudios realizados sobre este tema desde la década de los 60 en otros países.

Cuanto más aprendí sobre el problema de mujeres y matemática he comprendido mejor que este no es un problema personal sino un problema social, que ha tenido y sigue teniendo un efecto muy negativo y de mucho peso sobre la posibilidad de trabajo y la remuneración salarial de la mujer.

Esto último me ha motivado a abrir la discusión sobre el tema, a compartir mis experiencias, pues creo que solo mediante el conocimiento y la discusión se puede llegar a plantear una solución adecuada.

Diferentes autores tratan de explicar desde su punto de vista a qué se debe y qué factores influyen en el "poco interés", "capacidad" o "preparación" de las mujeres en matemática. Lynn H. Fox en un estudio que realizó para la Ford Foundation, "The Problem of Women and Mathematics" (3), presentado en marzo de 1980, hace una recopilación y análisis de la mayoría de los

trabajos publicados en Estados Unidos sobre este tema.

Para entender la diferencia de trato que se ha dado a las mujeres, en el campo de la matemática, precisamente por su sexo, Lynn Fox (3) hace tres divisiones: aprendizaje de matemática, estudio de matemática y aptitud hacia la matemática.

En el "aprendizaje de matemática" se miden especialmente los resultados por medio de exámenes. Estudios hechos en Estados Unidos muestran que aunque las mujeres tomen el mismo número de cursos de matemática, a nivel de secundaria, que los hombres, van a aprender menos en clase debido al tratamiento diferencial por parte de los maestros; que los hombres tienen más oportunidad de aplicar sus conocimientos matemáticos fuera de clase; que el método de enseñanza favorece a los hombres; que los hombres tienen más confianza en su habilidad para aprender matemática, y esto les permite, a la vez, aprender más; que los hombres están más motivados que las mujeres, ya que creen que van a utilizar más estos conocimientos en un futuro (3).

Lynn Fox (3) define como "estudio de la matemática" el número y grado de los cursos optativos de esa materia que llevan los estudiantes de secundaria en los Estados Unidos. De acuerdo con un estudio del College Entrance Examination Board de 1973 (3) dirigido a los estudiantes de último año de secundaria que pensaban seguir estudios universitarios, aproximadamente el 63% de los hombres y el 43% de las mujeres habían tomado cuatro o más años de matemática en secundaria. Se determinó también que entre las mujeres jóvenes que habían participado en programas optativos de ciencias o matemática a nivel de secundaria, el 73% planeaba estudiar carreras científicas, pero el 85% de este grupo cambió de área de estudio después de entrar a la Universidad (Christman, Vidulich, Gralle y Kirk, 1976) (3). En los Estados Unidos el 13% de los doctorados en matemática y el 10% de los de física entre 1965-66 y 1976-77 fueron obtenidos por mujeres (Dearman y Plisko, 1979; Grant

## MUJERES Y MATEMÁTICA

Silvia Chavarría González.

Emmy Noether, 1882-1935 "...era gorda, áspere y gritona, pero tan bondadosa, de buen humor y sociable que todos los que la conocían la querían...".

Esta cita, aparece en una recopilación hecha por Ray Redheffer (6), de los mejores matemáticos que ha habido desde el año 1000 hasta nuestros días. Emmy Noether es la única mujer que se nombra ahí y la cita es parte de la descripción personal que se le hace. Es conocido que a Emmy Noether no se le permitió inicialmente ingresar a la facultad de matemática de Göttingen, Alemania, aunque dio muchas charlas de alto nivel a nombre de David Hilbert. En 1922 fue por fin admitida, pero nunca se le pagó salario. Creo que este ejemplo es suficientemente claro para ver que existe un problema con matemática y mujeres.

¿Hay alguna relación entre cosas tan "antagónicas" o "contradictorias", que pareciera que lo único que tienen en común es que sus nombres empiezan con M? ¿Qué interés puede existir en discutir esto? Estas preguntas surgen cuando vemos que existen estudios realizados sobre este tema desde la década de los 60 en otros países.

Cuanto más aprendí sobre el problema de mujeres y matemática he comprendido mejor que este no es un problema personal sino un problema social, que ha tenido y sigue teniendo un efecto muy negativo y de mucho peso sobre la posibilidad de trabajo y la remuneración salarial de la mujer.

Esto último me ha motivado a abrir la discusión sobre el tema, a compartir mis experiencias, pues creo que solo mediante el conocimiento y la discusión se puede llegar a plantear una solución adecuada.

Diferentes autores tratan de explicar desde su punto de vista a qué se debe y qué factores influyen en el "poco interés", "capacidad" o "preparación" de las mujeres en matemática. Lynn H. Fox en un estudio que realizó para la Ford Foundation, "The Problem of Women and Mathematics" (3), presentado en marzo de 1980, hace una recopilación y análisis de la mayoría de los

trabajos publicados en Estados Unidos sobre este tema.

Para entender la diferencia de trato que se ha dado a las mujeres, en el campo de la matemática, precisamente por su sexo, Lynn Fox (3) hace tres divisiones: aprendizaje de matemática, estudio de matemática y aptitud hacia la matemática.

En el "aprendizaje de matemática" se miden especialmente los resultados por medio de exámenes. Estudios hechos en Estados Unidos muestran que aunque las mujeres tomen el mismo número de cursos de matemática, a nivel de secundaria, que los hombres, van a aprender menos en clase debido al tratamiento diferencial por parte de los maestros; que los hombres tienen más oportunidad de aplicar sus conocimientos matemáticos fuera de clase; que el método de enseñanza favorece a los hombres; que los hombres tienen más confianza en su habilidad para aprender matemática, y esto les permite, a la vez, aprender más; que los hombres están más motivados que las mujeres, ya que creen que van a utilizar más estos conocimientos en un futuro (3).

Lynn Fox (3) define como "estudio de la matemática" el número y grado de los cursos optativos de esa materia que llevan los estudiantes de secundaria en los Estados Unidos. De acuerdo con un estudio del College Entrance Examination Board de 1973 (3) dirigido a los estudiantes de último año de secundaria que pensaban seguir estudios universitarios, aproximadamente el 63% de los hombres y el 43% de las mujeres habían tomado cuatro o más años de matemática en secundaria. Se determinó también que entre las mujeres jóvenes que habían participado en programas optativos de ciencias o matemática a nivel de secundaria, el 73% planeaba estudiar carreras científicas, pero el 85% de este grupo cambió de área de estudio después de entrar a la Universidad (Christman, Vidulich, Gralle y Kirk, 1976) (3). En los Estados Unidos el 13% de los doctorados en matemática y el 10% de los de física entre 1965-66 y 1976-77 fueron obtenidos por mujeres (Dearman y Plisko, 1979; Grant



resultados obtenidos), exíase, por una parte, asignar una nota al alumno (que significa el grado de dominio alcanzado), y por otra, prever las alternativas a las que se acudirán para subsanar los problemas detectados.

Con respecto a lo primero, lo que usualmente se hace es asignar un valor numérico al rendimiento global del estudiante, confrontarlo con una nota mínima de aprobación (que generalmente es 60% - 65% - 70%), establecida con anterioridad y certificar el fracaso o el éxito obtenido por el educando.

En cuanto a lo segundo, se exige que, el docente identifique las fallas del proceso enseñanza-aprendizaje, investigue sus causas y elija las alternativas adecuadas para evitarlas en futuras ocasiones.

Por ejemplo, un instructor detecta que algunos de los datos registrados no son objetivos y, determina como causa principal de esto lo imposible que le resultó observar el trabajo de todos los estudiantes a su cargo por tener que desplazarse a lo largo de tres pasillos. Ante esto fija como medida, en una futura oportunidad, la siguiente modificación en la mecánica de trabajo con un grupo de veinte estudiantes: diez de ellos desarrollarán la tarea, y la otra mitad del grupo evaluará a sus compañeros. Esto en vez de que la totalidad de los estudiantes desarrolle simultáneamente la tarea.

Como puede notarse lo importante es que la práctica de laboratorio tal y como está diseñada (recursos - instrumentos - etc.) resulte eficaz y eficiente y que en la medida en que se detecten dificultades y fallas, se proceda a incorporar cambios - producto de experiencias anteriores- en la repetición de la práctica en un futuro semestre.

En conclusión, hemos considerado a lo largo del presente trabajo, algunos de los principales aspectos involucrados en la evaluación del desempeño del estudiante en tareas de laboratorio de Ciencias. Vimos la importancia que revisten en este proceso la especificación y descripción de las tareas que conducen al logro de las conductas deseadas. Al no cumplir con lo anterior se corre el riesgo de que la observación y la apreciación de las destrezas y habilidades que domina el estudiante resulten pobres, rudimentarias y subjetivas. Enfatizamos la utilidad de algunas técnicas de observación para juzgar "procedimientos" y "productos" requeridos para

llevar a cabo una tarea de ejecución, como también algunas de las precauciones más importantes que deben tomarse para garantizar cierta confiabilidad y validez de los resultados que se obtendrán mediante la aplicación de dichas técnicas. En fin, creemos que no es tarea fácil planear, ejecutar y evaluar sesiones de laboratorio, sin embargo vale la pena intentar hacerlo lo mejor posible, pues esto no solamente satisface al "verdadero" educador y enriquece el aprendizaje del estudiante, sino que en última instancia se convierte en un aspecto modular en la prevención del estancamiento del sistema educativo en su globalidad.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bloom, Benjamín S.; Hastings, J.; Thomas y Madaus, George F. *Evaluación del aprendizaje*. Buenos Aires: Editorial Troquel, 1975. V. 1-3.
- D'Agostino, Giuseppa; Alvarado, Jesusita. *Evaluación sumativa de los aprendizajes*. San José, 1982. Ed. mimeografiada (Presentado por Giuseppa D'Agostino al I Seminario sobre evaluación de los aprendizajes).
- Galvis, Alvaro. "La evaluación universitaria a distancia". *Revista de Tecnología Educativa* 7(1): 39-58, 1981. Pág. 40.
- Goring, Paul A. *Manual de mediciones y evaluación del rendimiento de los estudios*. Buenos Aires: Kapelusz, 1977.
- Lafourcade, Pedro D. *Evaluación de los aprendizajes*. Buenos Aires: Kapelusz, 1973.
- Mehrens, William A.; Lehmann, Irvin J. *Medición y evaluación en la educación y en la psicología*. México: Editorial CECSA, 1982.
- Sjarnsul A., Achmad. "Variantes en los métodos de enseñanza de la Química y de enseñanza de la Química y de actividades de laboratorio". *Nuevas tendencias en la enseñanza de la Química*. Volumen IV: 81-95. Editorial de la UNESCO, 1975.