

COMO PONER EN MARCHA UN LABORATORIO CON 30 ESCUDOS

Por el prof. BRIAN HOLMES
De la Universidad de Durham

Mr. Brian Holmes es profesor del Departamento de Educación de la Universidad de Durham del Reino Unido, y ha dado a conocer en un breve artículo, que aquí ofrecemos a nuestros lectores, por gentileza de Mr. J. M. Wilson, del Consejo Británico, una interesante experiencia realizada por él con sus alumnos, que aspiran a un diploma en Educación de esa universidad. El artículo es de indudable interés para toda persona que desee mejorar las técnicas científicas tanto en los liceos como en las mismas aulas universitarias, y por poner a los alumnos, en general, en condiciones de preparar sus propios aparatos de experimentación, superando las dificultades de un presupuesto escaso y estimulando la inventiva y la originalidad constructiva de los jóvenes.

Mr. Holmes ha tenido la amabilidad de conceder la autorización para traducir y presentar su artículo en español a los lectores de nuestro Boletín.

Se nos dice a menudo que "hay que aprender haciendo", y que "no sabemos verdaderamente bien una cosa mientras no la hayamos hecho realmente". Yo quería que mis alumnos, que se preparaban para obtener su Diploma en Educación, hicieran tres cosas en su laboratorio: 1º Deberían llegar a ser capaces de construir algunos modelos bastante sencillos, de esos que los niños pueden construir en sus clases de ciencias de la escuela. Un motor eléctrico, una sencilla bomba elevadora y un compás magnético son ejemplos comunes de lo anteriormente dicho; 2º Deberían aprender a fabricar equipo corriente de laboratorio y de demostración en gran escala, sencillo, con el minimum de detalles, pero con la clara demostración de los principios que pueden enfocarse en un laboratorio sin dificultad; 3º Los estudiantes deberían acometer ellos mismos aquellos problemas que pueden proponerse a los alumnos de una sexta preparatoria. Yo pensaba en el pulimiento de espejos esféricos para telescopios de reflexión y el montaje de una pequeña máquina de Van de Graaf.

Con el poco dinero de que disponía, mi elección era algo limitada. Durante el período de la primera hora y media de conferencia, veinte estudiantes, trabajando apareados, construyeron sencillas balanzas con muelles de reloj. Un relojero amigo me dio una cantidad de muelles viejos. Por mi parte, compré una gruesa de pequeños tornillos, dos o tres atornilladores (no suficientes para todos los alumnos), un soldador de 120 watts, líquido para soldar y un par de tijeras hojalateras, que eran sumamente necesarias para éste y otros trabajos siguientes. Las bases de madera, los soportes verticales y el cartón necesarios para la balanza se obtuvieron de algunos recortes y desechos de material. Las tapas de frascos de mermelada de una libra sumi-

nistraron excelentes platos de balanza y fueron el fruto de una búsqueda en la despensa. Monedas de un penique sirvieron para calibrar la balanza, pues el profesor recordó que tres de ellas pesaban aproximadamente una onza. Algunos estudiantes hicieron su propia versión modificada del modelo que yo sugerí. Todos esperaron en fila pacientemente su turno para el uso de los atornilladores y del soldador, y parecían sumamente contentos de haber fabricado una balanza tan simple.

Evidentemente otras herramientas eran necesarias también. A la semana siguiente compré una sierra para madera, un serrucho y una pequeña prensa de tornillo que podía adaptarse en cualquiera de las mesas móviles de la sala en que estábamos. Se trataba de una común sala de conferencias, cuya única ventaja particular consistía en que tenía bancos planos de buenas dimensiones. Como los punzones no eran reemplazantes satisfactorios de un taladro de mano, compré uno de éstos y encontré que el número de barrenas quebradas durante las primeras semanas del curso era considerable. Dado que tenía cierta cantidad de alambre de cobre de 26 gauge D.C.C. a mi disposición (cosa indispensable en todo caso para un laboratorio), uno o dos imanes en forma de herradura y la cabezera de la empaquetadura de un cilindro viejo, propuse en seguida la construcción de un sencillo motor eléctrico. Unos palillos de tejer nos dieron ejes excelentes, unas latas de cocoa se cortaron para hacer los soportes verticales, y tiras de cobre de la empaquetadura envueltas alrededor de los corchos nos dieron unos satisfactorios conmutadores. Alambre de cobre de 26 gauge estirado dio apropiadas escobillas, pero algunos estudiantes en este detalle como en otros usaron su propio ingenio. Compré pilas secas, porque los acumuladores eran demasiado costosos y no tenía manera de cuidarlos apropiadamente.

Con este equipo, cada pareja de estudiantes hizo un sencillo motor eléctrico que estaba en funciones antes de que hubiese transcurrido la mañana. El éxito final no nos sonrió sin alguna dificultad, pero la gran alegría que demostraron cuando sus motores estuvieron en condiciones de funcionar, me hizo pensar en el placer que niños y niñas podrían sacar de un resultado semejante. Tengo la sospecha también de que algunos de estos graduados en Ciencias aprendieron algo más de lo que ya sabían acerca de motores eléctricos.

Durante la tercera semana de conferencias hicimos bombas elevadoras. Tubería de vidrio de tres cuartos de pulgada de diámetro se usó para los cañones de la bomba, cañería ordinaria de descarga para la salida y el tubo de subida desde el recipiente del agua. Se colocó un corcho en el fondo del cilindro, otro fue usado como pistón y un tercero llevaba el tubo de salida en la parte superior del cilindro. Las válvulas se hicieron de un delgado material plástico (de procedencia casera), fijadas sobre el tubo en el corcho del fondo y sobre el corte en forma de V al lado del corcho del pistón. El pistón mismo quedó firmemente asegurado a una varilla de Junero. Para las labores de esta semana compré una lima triangular para cortar vidrio, un mechero fino de Bunsen para pulir los cortes de los tubos de vidrio que no se hubieran quebrado limpiamente y un instrumento para hacerle hilo a la varilla de Junero. Nuevamente la mayor parte de los estudiantes hizo bombas que trabajaron con éxito. Algunos pistones, es verdad, tenían que ser atados estrechamente con lana de tejer antes de que pudieran funcionar. Como no teníamos agua corriente en nuestro laboratorio tenía que ser acarreada a mano hasta él. Espero que los estudiantes no olviden ahora que son profesores, la alegría que mostraron cuando organizaron una competencia entre ellos para ver cuál de sus bombas arrojaba más lejos el agua.

Me pareció entonces que había llegado el momento en que los estudiantes debían pasar a su segunda etapa, la fabricación de aparatos para demostración. Esto ya no era tan fácil de orga-

nizar, a causa de la gran cantidad de pequeñas cosas que cada grupo necesitaba para su trabajo, si no quería verse detenido. Compré una cierta cantidad de cartón y listones de madera de dos pulgadas por un cuarto para encuadrar los cuadrados de cartón de cuatro pulgadas y darles mayor rigidez. Los pies se hicieron de tal manera que los cartones pudiesen estar de pie. Sobre ellos los estudiantes montaron medidores de demostración de alambre caliente, medidores móviles de aguja, circuitos simples de encendido, circuitos para la Ley de Ohm y hasta un sistema muy eficiente para calentar agua hecho con latas de jarabe. Muchos de los elementos se obtuvieron a bajo precio del comercio local. Con sólo algunos desechos un estudiante construyó una máquina de vapor de dos fases de alguna originalidad. El cilindro era un tubo de vidrio, de unos tres cuartos de pulgada de diámetro, el pistón un corcho, la válvula de corredera estaba hecha con unos pequeños discos de corcho montados en una varilla de Junero y alojada en un trozo de cañería de cobre. En su interior había tres piecitas de tubo de cobre (de un cuarto de pulgada más o menos) con una entrada y dos salidas para el vapor. Casualmente el estudiante poseía un cojinete de rodamiento cuya rueda rodante de latón encajaba y ajustaba muy bien. Todo esto costaba tal vez unos 3 chelines y tuve la convicción de que se había hecho un modelo de trabajo muy útil con fines de demostración.

Otros estudiantes convirtieron unos miliímetros dados de baja en voltímetros de 0.3 volts y en amperímetros de 0.3 amp., dejándolos listo y en condiciones de ser usados. Dos estudiantes limpiaron los huesos de un conejo y montaron el esqueleto. Aprendieron mucho durante su laboriosa tarea acerca de cementos que sequean rápida y firmemente y, naturalmente, acerca del esqueleto de un conejo. No tuvieron completo éxito en evitar que su conejo pareciera haber sufrido en vida de una aguda forma de artritis. Otra pareja de estudiantes construyó un par de carretes magnéticos únicamente por el precio de costo del alambre. Un acuario pequeño de seis pulgadas por lado costó muy poco; pienso que el costo total del vidrio y la masilla no debe de haber subido de unos tres chelines. Otra tarea que se emprendió fue la construcción del modelo de un gasómetro con la ayuda de un variado surtido de tarros. Un estudiante fabricó un sencillo condensador de vapor con latas de diferentes tamaños. Pienso que el resultado más importante que los jóvenes obtuvieron de la ejecución de estas dos últimas tareas debe de haber sido la técnica de la soldadura.

En aquella época la sala en que trabajábamos tenía un banco de demostración, agua y gas instalados. Esto ayudó enormemente a aumentar la categoría de los problemas cuya solución podía emprenderse sin encontrar dificultades insuperables; sin embargo, en el tiempo de que pudieron disponer, no lograron pasar a la tercera tarea y ninguno de ellos acometió problemas para los de sexta preparatoria. Con tan limitadas facilidades habrían sido incapaces de desarrollar la precisión requerida o de tener pronto acceso a otra cosa que no fueran los equipos y aparatos más simples.

No había nada de original o desacostumbrado en lo que se alcanzó durante la primera parte del curso. Yo pienso verdaderamente que de todos modos los estudiantes sacaron gran provecho de esta manera de acercarse a los problemas. Estuvieron así en mejores condiciones para alentar a sus escolares a acometer la tarea de construir modelos científicos. Tuvieron conocimiento directo de las dificultades relacionadas con la organización de un trabajo de esta especie con recursos algo inadecuados, pudiendo formarse una idea clara de la especie de preparación que requiere, de manera que con recursos limitados los niños puedan proceder y trabajar sin necesidad de ser ayudados indebidamente. El hecho de que algunos estudiantes hayan emprendido un trabajo semejante en su práctica escolar, está indicando que tenían la impresión exacta de que

se podían superar las dificultades. Un estudiante, con una clase de más o menos treinta alumnos, había fabricado cámaras fotográficas cuyo objetivo era nada más que un agujero practicado con un alfiler, había tomado fotografías y las *había desarrollado*. Los estudiantes, al ser puestos en contacto con la importancia del proyecto y la ejecución de las demostraciones más simples y de los aparatos de laboratorio, comenzaron a ver para qué eran más útiles las herramientas, las que eran esenciales y las que se usaban más a menudo. Debían elaborar sus proyectos cuidadosamente en vista de lo limitado de sus recursos financieros y para encontrar fuentes de abastecimiento de poco costo, pues, durante la segunda parte del curso, los estudiantes, o suministraron elementos ellos mismos, o los sacaron de los fondos del curso, o me encargaron que se los obtuviera. El dibujo de las piezas de los aparatos les ayudó a aclarar no solamente sus propios conocimientos sino también sus fines educativos.

Yo pienso que todo esto es valioso en su entrenamiento como posibles maestros. Además, me hizo ver la importancia del dinero, tiempo y energía nerviosa que los maestros de ciencias pueden ahorrar teniendo algún dinero de caja que pueda usarse rápidamente para pequeños gastos accidentales.

¿Cuánto dinero tenía yo para comenzar el curso? Diez libras esterlinas, pero con la promesa de más. Con esta experiencia en mi acervo no pienso que lo necesitaría. Todo se usó en el laboratorio no una sino muchas veces y nada quedó tirado allí solo, para criar polvo; pero qué enorme montón de latas se juntó... Los estudiantes, al ver este montón, y al ayudar a hacerlo crecer, difícilmente podrían negar que algo se PUEDE hacer con pequeñísimas cantidades de dinero. Si los estudiantes abandonan el Departamento después de haber echado aunque sólo sea una mirada a las posibilidades de "aprender haciendo" en condiciones no muy prometedoras, entonces pienso que el curso recién terminado bien valía la pena.

COMO FINANCIA SU CARRERA UN ESTUDIANTE NORUEGO

Por el prof. LUIS ESCOBAR

Decano de la Facultad de Ciencias Económicas

Estocolmo, marzo de 1960. Es una firme convicción de los políticos y economistas noruegos que la política educacional debe ocupar un papel principalísimo en todo el proceso de desarrollo económico-social del país y es así como se la considera entre las *inversiones* que el Estado debe decidir periódicamente. Esto puede no ser novedad para ningún país en el siglo veinte, pero lo que sí es importante es que a las declaraciones siguen los hechos representados en las importantes sumas que los presupuestos destinan para el desarrollo educacional así como la forma en que se han organizado para ayudar a la gente joven a alcanzar los más altos niveles de preparación compatibles con su capacidad intelectual. Nadie que sea capaz debería tener cerrado el acceso a la educación por razones económicas: este es el principio.

En el plano de las declaraciones, resulta interesante leer en el Programa Económico de Noruega para 1958-1961, párrafos como éste:

"Un mejoramiento en el nivel cultural no es sólo una condición para acelerar el desarrollo de la prosperidad sino que es, al mismo tiempo, un fin en sí mismo..."

"También es parte del programa que un desarrollo considerable debería realizarse en la investigación..."

Terminada la guerra, el 6 de junio de 1947, el Gobierno creó un *Fondo especial de préstamos para los estudiantes*, así como se fueron creando Bancos estatales para ayudar financieramente a las diferentes actividades productivas. Hay Bancos estatales para la Construcción, la Industria, la pesca, etc. El Fondo de Préstamos para los Estudiantes se considera también como un banco estatal. Teorizando un poco, uno puede decir