

CAPÍTULO VIII

TRABAJO CEREBRAL Y MANUAL

Divorcio entre la ciencia y el oficio.—Educación técnica.—Educación completa.—El sistema de Moscú aplicado en Chicago, Boston y Aberdeen.—Enseñanza concreta.—Pérdida de tiempo actual.—Ciencia y práctica.—Ventajas que puede derivar la ciencia de una combinación del trabajo intelectual con el manual.

En los antiguos tiempos, los hombres de ciencia, y en particular aquellos que más han hecho en favor del crecimiento de la filosofía natural, no despreciaron el trabajo manual: Galileo, se hizo con sus propias manos sus telescopios; Newton, aprendió en su juventud el arte de manejar las herramientas, ejercitando su infantil imaginación en la construcción de aparatos muy ingeniosos, y cuando empezó sus investigaciones en óptica estaba en condiciones de poder pulimentar los lentes de sus instrumentos y hacer por sí mismo el gran telescopio, que, dada aquella época, era una obra de mérito; Leibnitz, era muy aficionado á inventar mecanismos: los molinos de viento y los carruajes que pudieran moverse sin caballos preocupaban su imaginación, tanto como las especulaciones matemáticas y filosóficas; Linneo se hizo botánico, al mismo tiempo que ayudaba diariamente á su padre, que era jardinero; y en suma, para nues-

tros genios, las artes mecánicas no han sido un obstáculo para las investigaciones abstractas, pudiendo decirse que más bien las han favorecido. Por otra parte, si los trabajadores de otros tiempos hallaron pocas oportunidades para dominar la ciencia, muchos, al menos, tuvieron estimuladas sus inteligencias por la misma variedad de trabajos que se realizaban en aquellos talleres, donde aún no había penetrado la especialización, teniendo muchos de ellos la ventaja de hallarse familiarmente relacionados con hombres de ciencia. Watt y Rennie eran amigos del profesor Robinson; Brindley, el peón caminero, á pesar de su jornal de 1,50 francos, tenía relaciones con personas cultas, lo que le permitió desarrollar sus notables facultades en ingeniería; otros pasaron su juventud en tiendas y talleres, para convertirse más tarde en un Smeaton ó un Stephenson.

Nosotros hemos cambiado todo eso: con pretexto de la división del trabajo, hemos separado violentamente el trabajo intelectual del manual. La masa de los trabajadores no reciben más educación científica que sus abuelos, y, además, se ven privados de la poca que podían adquirir en los pequeños obradores, mientras que sus hijos, tanto varones como hembras, estando condenados á vivir en la mina ó la fábrica desde la edad de trece años, pronto olvidan lo poco que aprendieron en la escuela. Los hombres de ciencia, por su parte, desprecian el trabajo mensual. ¿Cuántos podrían hacer un telescopio ú otro instrumento menos complicado todavía? La mayoría no son capaces ni aun de dibujar un aparato científico, y cuando dan una vaga idea al constructor, dejan al cuidado de éste el inventar lo que ellos necesitan. Pero hay más aún: han elevado su menosprecio por el trabajo manual á la altura de una teoría: «El hombre de ciencia—dicen—debe descubrir las leyes de

la naturaleza, el ingeniero aplicarlas y el obrero ejecutar en madera ó acero, en hierro ó en piedra, los dibujos y formas trazadas por aquél; debiendo trabajar con máquinas inventadas para que las use, pero no por él. Nada importa que no las entienda ni pueda mejorarlas; el hombre de ciencia y el ingeniero científico cuidarán del progreso de la ciencia y la industria.»

A esto puede objetarse que, sin embargo, hay una clase de hombres que no pertenecen á ninguna de las tres categorías indicadas: en su juventud fueron trabajadores manuales, y algunos de ellos siguen siéndolo todavía; pero, debido á algún acontecimiento feliz, han conseguido adquirir cierto conocimiento científico, y de ese modo han logrado combinar la ciencia con el arte mecánico. Es verdad que existen tales gentes, y no es poca suerte exista un núcleo de hombres que haya podido escaparse de la tan ponderada especialización del trabajo, siendo precisamente á ellos á quien la industria debe sus principales y recientes inventos. Pero en la vieja Europa, al menos, constituyen una excepción lo irregular, los soldados que, separándose de las filas, han asaltado la barrera con tanto interés levantada entre las clases. Y son tan pocos, comparados con las constantemente crecientes necesidades de la industria—y también de la ciencia—como demostraré á continuación, que en todo el mundo se lamenta la gente de lo mucho que escasean.

¿Qué significa, si no, ese grito que se levanta al mismo tiempo en Inglaterra, Francia, Alemania, Estados Unidos y Rusia, pidiendo la educación técnica, como no sea el disgusto general que produce la división actual en científicos, ingenieros y trabajadores? Escuchad á los que conocen la industria, y veréis que la base de sus quejas es ésta: «El obrero cuyo trabajo ha sido especia-

lizado por la división permanente de la faena, ha perdido todo interés intelectual en ella, lo que principalmente ocurre en la gran industria, así como sus facultades inventivas. En otro tiempo inventaba mucho; los trabajadores manuales, y no los hombres de ciencia, ni los ingenieros, son los que han descubierto ó perfeccionado los primeros motores y toda esa masa de maquinaria que ha transformado la industria durante los últimos cien años; pero desde que la gran fábrica se ha entronizado, el obrero, deprimido por la monotonía del trabajo, ha dejado de inventar. ¿Qué puede inventar el tejedor que tiene á su cargo cuatro telares, sin saber una palabra respecto á sus complicados movimientos, ni de qué modo ha progresado el mecanismo hasta alcanzar su estado actual? ¿Qué puede aprender un hombre condenado por toda su vida á enlazar los extremos de dos hilos con la mayor celeridad, y no sabe más que hacer un nudo?

«En los comienzos de la industria moderna, tres generaciones de obreros inventaron; pero ahora han dejado de hacerlo. Y en cuanto á los adelantos introducidos por los ingenieros, instruídos especialmente para idear máquinas, ó les falta el genio ó resultan poco prácticos. Esos, casi nada, de los que una vez habló sir Frederick Bramwell, en Bath, faltan en sus inventos; esas insignificancias, que sólo pueden aprenderse en el obrador, y que permitieron á Murdoch y á los trabajadores de Soho hacer una máquina completa del engendro de Watt. Únicamente el que conoce la máquina, no sólo en el dibujo y el modelo, sino en su constante trabajo y funcionamiento, y que sin querer piensa en ella mientras se halla á su lado, es quien verdaderamente puede mejorarla. Smeaton y Newcomen, es indudable que eran excelentes ingenieros, y sin embargo, en sus máquinas un muchacho tenía que abrir la válvula del vapor á cada

golpe del pistón, siendo uno de estos niños quien ideó el relacionar la válvula con el resto de la máquina para que se abriera automáticamente, y él pudiera irse á jugar con sus compañeros. Mas en la maquinaria moderna no ha quedado espacio para inocentes descubrimientos de esa clase. Una educación científica en escala elevada se ha hecho necesaria para poder realizar nuevos adelantos, y ésta se le niega á los trabajadores: así que no hay medio de salir del atolladero, á menos que no se combinen juntas la educación científica y el arte mecánico; á menos que la integración de los conocimientos venga á reemplazar la actual división.»

Tal es, en substancia, el verdadero significado del presente movimiento en favor de la educación técnica; pero en vez de presentar á la consideración pública las causas, tal vez inconscientes del descontento actual, en lugar de elevar la discusión y prestar á la cuestión toda la amplitud que merece, los porta-estandartes del movimiento no la sacan de los límites más reducidos. Algunos de ellos hacen uso de un lenguaje con pretensiones de patriótico y en realidad ridículo, hablando de dejar fuera de combate toda industria extranjera, mientras los demás no ven en la educación técnica más que el medio de mejorar algo á la máquina humana de la fábrica, y permitir que algunos obreros puedan ascender á una clase superior.

Semejante ideal puede satisfacer á tales gentes, pero no á aquellos que no pierden de vista los intereses combinados de la ciencia y la industria, y consideran á ambas como un medio de elevar á la humanidad á más alto nivel: nosotros sostenemos, pues, que en interés de los dos, así como de la sociedad en general, todo sér humano, sin diferencias de nacimiento, debiera recibir una educación que le permitiera, ya fuera varón ó hembra,

combinar un verdadero conocimiento científico con otro, igualmente profundo, del arte mecánico. Reconocemos sin reservas la necesidad de la especialización de los conocimientos; pero mantenemos que ésta debe venir después de la educación general, la cual debe comprender tanto á la ciencia como al trabajo manual. A la división de la sociedad en trabajadores intelectuales y manuales, nosotros oponemos la combinación de ambas clases de actividades; y en vez de «la educación técnica», que impone el mantenimiento de la presente división entre las dos clases de trabajos referidos, proclamamos la *educación integral* ó completa, lo que significa la desaparición de esa distinción tan perniciosa. Claramente expresada, la aspiración de la escuela bajo este sistema debería ser la siguiente: dar una educación tal, que al dejar las aulas á la edad de diez y ocho ó veinte años, los jóvenes de ambos sexos se hallaran dotados de un capital de conocimientos científicos que les permitiera trabajar con provecho para la ciencia, dándoles al mismo tiempo un conocimiento general de lo que constituye las bases de la enseñanza técnica, y la habilidad necesaria en cualquier industria especial para poder ocupar su puesto dignamente en el gran mundo de la producción manual de la riqueza. Sé que muchos encontrarán semejante aspiración demasiado amplia ó imposible de alcanzar; pero confío que, si tienen la paciencia de leer las páginas siguientes, verán que, para ella, no necesitamos más que lo que se puede obtener con facilidad, ó mejor dicho, *lo que se ha obtenido*; y lo que ha podido hacerse en pequeña escala, pudiera realizarse en otra mayor, á no ser por las causas económicas y sociales que impiden se lleve á cabo ninguna reforma de importancia en nuestra sociedad, tan miserablemente organizada.

El experimento se ha hecho en la Escuela Técnica de

Moscú, durante veinte años consecutivos, con muchos centenares de niños; y según el testimonio de los más competentes jurados de las exposiciones de Bruselas, Filadelfia, Viena y París, el ensayo ha dado un resultado satisfactorio. La escuela de Moscú admite jóvenes que no pasen de quince años, y no se les exige á tal edad más que un conocimiento general de geometría y álgebra, unido al corriente de la lengua del país, recibiendo alumnos más jóvenes en las clases preparatorias. La escuela está dividida en dos secciones, la mecánica y la química; pero como yo conozco personalmente mejor la primera, y como es también la más importante con referencia á la cuestión de que venimos ocupándonos, limitaré mis observaciones á la educación que se da en la sección mecánica.

Después de haber estado cinco ó seis años en la escuela, el estudiante la deja con un profundo conocimiento de matemática superior, física, mecánica y ciencias relacionadas con éstas; tan completo, en verdad, que no tiene nada que envidiar al que se adquiere en las mejores Facultades matemáticas de las más eminentes Universidades europeas. Cuando yo estudiaba las matemáticas en la Universidad de San Petersburgo, pude comparar la instrucción de los estudiantes de la Escuela Técnica de Moscú con la nuestra, vi los cursos de geometría superior que algunos de ellos habían recopilado para que sirvieran á sus compañeros; admiré la facilidad con que aplicaban el cálculo integral á los problemas dinámicos, llegando á la conclusión de que mientras nosotros, estudiantes de la Universidad, apenas sabíamos servirnos de las manos, los alumnos de la Escuela Técnica fabricaban *con las suyas*, y sin ayuda de obreros profesionales, hermosas máquinas de vapor, desde la pesada caldera hasta el último tornillo; maquinaria agrícola y aparatos cien-

tíficos, todo para la industria; recibiendo los primeros premios por su trabajo manual en las Exposiciones internacionales. Eran hábiles artesanos educados científicamente—trabajadores con educación universitaria,—altamente apreciados hasta por los fabricantes rusos, que tanto desconfían de la ciencia.

Ahora bien; el método seguido para obtener tan maravillosos resultados fue el siguiente. En lo referente á la ciencia, el aprender de memoria era poco apreciado, mientras que la investigación independiente se estimulaba por todos los medios posibles: la ciencia se enseñaba al par que sus aplicaciones, y lo que se aprendía en la clase se aplicaba en el taller, dedicándose una gran atención á las más elevadas abstracciones de la geometría, como medio de desarrollar la inteligencia y el amor á la investigación. En cuanto á la enseñanza del arte mecánico, el sistema seguido era muy diferente del que fracasó en la Universidad de Cornell, siendo verdaderamente distinto de los usados en la mayoría de las escuelas técnicas. No se mandaba al estudiante á un taller á aprender un oficio determinado y ganarse con él la vida lo más pronto posible, sino que su enseñanza se realizaba según el plan elaborado por el fundador de la escuela, M. Dellavos, y que ahora se aplica también en Chicago y en Boston, del mismo modo sistemático que se usa para enseñar el trabajo de laboratorio en las Universidades.

El dibujo, como es natural, se consideraba como el primer paso en la educación técnica; después se conducía al discípulo, primero al taller de carpintería, ó mejor dicho, laboratorio, donde se le enseñaba por completo el oficio, no economizándose esfuerzo alguno por alcanzar tal resultado, pues se le consideraba, y con razón, la verdadera base de toda industria; más tarde, se

le trasladaba al taller de tornero, en el que aprendía á construir en madera los modelos de aquellas cosas que tendría que hacer de metal en los talleres siguientes. Luego seguía la fundición, donde se le enseñaba á fundir las partes de las máquinas que había preparado en madera; y sólo después de haber pasado por los tres primeros estados, era cuando se le admitía en los talleres de herrería y maquinaria. Tal es el sistema que los lectores ingleses encontrarán detalladamente descrito en una obra de Mr. Ch. H. Ham (1). En cuanto á la perfección del trabajo mecánico de los estudiantes, no veo cosa mejor que referirme á las Memorias de los jurados de las mencionadas Exposiciones.

En América se ha introducido el mismo sistema en su parte técnica, primero, en la Escuela de Artes y Oficios de Chicago, y más tarde en la de Boston, que según me han asegurado, es la más perfecta de todas; y en este país, ó mejor dicho, en Escocia, encontré el sistema aplicado con muy buen éxito, durante algunos años, bajo la dirección del Dr. Ogilvie, en el colegio de Gordon, en Aberdeen, en una escala más limitada. Al par que se le da al alumno una profunda educación científica, se le adiestra en el taller; pero no en un oficio especial, como desgraciadamente ocurre con frecuencia: pasa por el taller de carpintería, el de fundición y el de maquinaria, en cada uno de los cuales aprende los fundamentos de los tres oficios, lo bastante bien para poder

(1) *Manual Training: the Solution of Social and Industrial Problems*, por CH. H. HAM, Londres: Blockie, and Son, 1886. Y puedo agregar que idénticos resultados se han obtenido igualmente en la *Krasnoufimrk Realschule*, en la provincia de Orenburgo, especialmente con relación á la agricultura y maquinaria agrícola. Lo realizado por la escuela es, sin embargo, tan interesante, que merece algo más que una ligera mención.

surtir á la escuela con una multitud de cosas útiles. Además, según lo que pude observar en las clases de geografía y física, así como también en el laboratorio químico, el sistema «de la mano al cerebro», y *viceversa*, se halla completamente en acción, viéndose coronado por el éxito. Los niños *trabajan* con los instrumentos físicos, y estudian geografía en el campo, con instrumento en mano, lo mismo que en la clase; algunos de los trabajos topográficos llenaron mi corazón, como viejo geógrafo, de alegría. Es evidente que el departamento industrial del colegio de Gordon, no es una mera copia de ninguna escuela extranjera; por el contrario, no puedo por menos de creer, que si Aberdeen ha dado tan excelente paso hacia la combinación de la ciencia y el oficio, ha sido como consecuencia natural de lo que venía practicándose en pequeña escala en las escuelas de dicha ciudad.

La Escuela técnica de Moscú no es, sin embargo, una escuela ideal (1): ella desatiende por completo la educación humanitaria de los jóvenes; pero, no obstante, debemos reconocer que ese experimento, sin hablar de centenares de otros parciales, ha demostrado de modo incontestable la posibilidad de combinar una elevada educación científica con la que hace falta para llegar á ser un hábil artesano; habiendo probado, además, que el mejor medio de producir artesanos verdaderamente hábiles, era tomar la cosa por su base, abarcando el problema de la instrucción en toda su extensión, en lugar de pretender dar algunos conocimientos en un

(1) Lo que sea actualmente no lo sé; en los últimos años de Alejandro II se hallaba en un estado deplorable, como otras muchas buenas instituciones de la primera parte de su reinado; pero la semilla no se perdió; fué trasladada á América.

oficio determinado, y alguna instrucción en una rama particular de alguna ciencia. Y esto ha hecho ver también, lo que puede obtenerse sin apretar demasiado á los alumnos, si se tiene siempre cuidado de aplicar una economía racional á la cuestión del tiempo que éste debe dedicar al trabajo, y la teoría marcha siempre acompañada de la práctica. Considerados bajo este punto de vista, los resultados de Moscú no ofrecen nada extraordinario, y aun pudieran obtenerse mejores si los mismos principios se aplicasen desde los primeros años de la educación. La pérdida del tiempo es el rasgo más característico de nuestro sistema actual; no sólo se nos enseña una multitud de cosas inútiles, sino que, hasta lo que no lo es, se nos enseña de tal modo, que es causa de que empleemos en aprenderlo mucho más tiempo del necesario. Nuestro presente sistema de enseñanza tiene su origen en una época en que, lo que se exigía á una persona bien instruída era muy limitado; y en esto no se ha variado, á pesar del considerable aumento de conocimientos de que hay que dotar al estudiante desde que la ciencia ha traspasado tanto sus antiguos límites; de lo que proviene el aumento de presión en las escuelas, así como también la urgente necesidad de modificar, tanto el texto como el sistema, según las nuevas necesidades y los ejemplos que aquí y allá nos dan distintas escuelas y maestros.

Es indudable que los años de la niñez no debieran emplearse tan inútilmente como hoy sucede; habiendo demostrado los maestros alemanes hasta qué punto los juegos de los niños pueden servir de instrumentos para dar á su entendimiento algún conocimiento concreto, lo mismo en geometría que en matemáticas. Los niños que han hecho los cuadros del teorema de Pitágoras con pedacitos de cartón de colores, no lo mirarán cuando lle-

guen á él en geometría como un simple instrumento de tortura ideado por el maestro para martirizarlos, y con tanto menos motivo, si lo aplican en la forma que lo hacen los carpinteros. Problemas muy complicados de aritmética, que tanto nos fatigan en la infancia, se resuelven fácilmente por criaturas de siete y ocho años, si se les presenta bajo una forma atractiva é interesante. Y si el *Kindergarten*, del cual los maestros alemanes hacen á menudo una especie de barraca en la que cada movimiento del niño está regulado de antemano, se ha convertido con frecuencia en una pequeña prisión para los pequeñuelos, la idea que precedió á su fundación es, sin embargo, verdadera. En suma, es casi imposible imaginar, sin haberlo experimentado, cuantos conocimientos útiles, hábitos de clasificación y gusto por las ciencias naturales pueden inculcarse en la mente del niño; y si una serie de cursos concéntricos adaptados á las varias fases del desarrollo del sér humano se aceptara generalmente en la educación, los primeros conocimientos en todas las ciencias, exceptuando la sociología, podrían enseñarse antes de la edad de diez ó doce años, de modo que se diera una idea general del universo, de la tierra y sus habitantes, y de los principales fenómenos físicos, químicos, sociológicos y botánicos, dejando el descubrimiento de las *leyes* de aquellos á una nueva clase de estudios más profundos y especiales. Por otra parte, todos sabemos lo que les gusta á los niños hacerse por sí mismos sus juguetes, y con qué placer imitan el trabajo de las personas mayores, si las ven ocupadas en el taller ó en la obra; pero los padres, ó estúpidamente paralizan esa pasión ó no saben cómo utilizarla: la mayor parte de ellos desprecian el trabajo manual, y prefieren enviar sus hijos á estudiar historia romana ó el método de Franklin para hacer dinero, antes de verlos dedicados á

un trabajo que sólo es propio de «las clases inferiores». Así hacen lo posible para aumentar las dificultades de los estudios posteriores.

Después vienen los años de colegio, y de nuevo se vuelve á perder el tiempo de un modo increíble. Tomemos, por ejemplo, las matemáticas, que todos deberían saber, porque es la base de toda educación ulterior, y que tan pocos aprenden en nuestras escuelas: en geometría se pierde lastimosamente el tiempo, usando un sistema que tan sólo consiste en confiarlo todo á la memoria; en los más de los casos, el niño lee una y otra vez la prueba de un teorema hasta que su memoria ha retenido la sucesión de los razonamientos. Por cuya razón nueve niños de cada diez si se les pregunta que prueben un teorema elemental dos años después de haber salido de la escuela no podrán hacerlo, á menos que no se hayan dedicado especialmente á las matemáticas: olvidarán qué líneas auxiliares hay que trazar, no habiendo aprendido nunca á *descubrir* las pruebas por sí mismos. No debemos admirarnos, pues, que más adelante encuentren tantas dificultades en aplicar la geometría á la física, progresen tan penosamente, y sean tan pocos los que dominen los altos estudios matemáticos. Y, sin embargo, hay otro método que facilita el adelanto en general con mucha más rapidez, y con el cual, el que una vez aprendió geometría no la olvidará nunca: en este sistema, cada teorema se presenta como un problema; jamás se da su solución de antemano, y el alumno se ve obligado á buscarla por sí mismo. De este modo, si se han hecho antes algunos ejercicios preliminares con la regla y el compás, no se encontrará un niño ó niña entre veinte ó treinta, que no pueda hallar el medio de trazar un ángulo que sea igual á otro dado, y demostrar que son iguales, tan sólo con algunas indica-

ciones por parte del maestro; y si los problemas posteriores se presentan en una sucesión sistemática (hay excelentes libros de texto dedicados á tal propósito), y el profesor no apura á sus discípulos, tratando que avancen con más rapidez de la posible en un principio, pasarán de un problema á otro con sorprendente facilidad, no habiendo más dificultad que la de hacer que el alumno resuelva el primer problema, y de ese modo adquiere confianza en su modo de razonar.

Además, cada verdad geométrica abstracta debe imprimirse igualmente en el entendimiento en su forma concreta: tan pronto como los alumnos hayan resuelto algunos problemas en el papel, deben hacer lo mismo en el terreno dedicado al recreo, con unos palos y una cuerda, y luego aplicar sus conocimientos en el taller. Sólo entonces, las líneas geométricas adquirirán un significado concreto en la mente de los niños; sólo entonces verán que el maestro no se bromea, cuando les dice que resuelvan los problemas con la regla y el compás, sin necesidad de acudir á otros medios; sólo entonces *sabrán* geometría. «De los ojos y la mano al cerebro», éste es el verdadero principio de la economía de tiempo en la enseñanza. Me acuerdo, como si fuera ayer, de qué modo tan rápido se me presentó la geometría bajo un aspecto nuevo, y lo que esto contribuyó á facilitar todos los estudios ulteriores. Se trataba de fabricar un globo mongolfiero, y yo hice la observación de que los ángulos de la parte superior de cada una de las tiras de papel de que se había de componer el globo, debían cubrir menos de la quinta parte de un ángulo recto cada una. Recuerdo, después, de qué modo las rayitas y tangentes dejaron de ser meros signos cabalísticos, desde el momento que nos permitían calcular la altura de un palo en el perfil de la obra de una fortaleza, y de qué modo

se hacía sencilla la geometría aplicada al espacio, cuando empezábamos á hacer en pequeña escala un bastión con troneras y barbetas; ocupación que, como era de esperar, fue pronto prohibida, á causa del estado en que poníamos los vestidos. «Parecéis trabajadores», era el reproche que nos dirigían nuestros inteligentes maestros; cuando precisamente eso, y el desenvolvimiento del uso de la geometría, era para nosotros una verdadera satisfacción.

Al obligar á nuestros hijos á estudiar cosas reales, de meras representaciones gráficas, en vez de procurar que las *hagan* ellos mismos, somos causa de que pierdan un tiempo muy precioso; fatigamos inútilmente su imaginación; los acostumbramos al sistema más malo de aprender; matamos en flor la independencia del pensamiento, y rara vez conseguimos dar un verdadero conocimiento de lo que nos proponemos enseñar. Un carácter superficial, el repetir como los loros, y la postración é inercia del entendimiento, son el resultado de nuestro método de educación: no les enseñamos el modo de aprender; y hasta los principios mismos de la ciencia se les dan á conocer por medio de sistema tan pernicioso, habiendo muchas escuelas en las que se enseña hasta la aritmética en su forma abstracta, llenándose las cabezas de las pobres criaturas solamente de reglas.

La idea de unidad, que es arbitraria y puede cambiarse á voluntad en nuestro modo de medir (la cerilla, la caja de las mismas, la docena de éstas ó la gruesa; el metro, el centímetro, el kilómetro y así sucesivamente) no se imprime en la mente, y por eso, cuando los niños llegan á las fracciones decimales se ven imposibilitados de comprenderlas; mientras que en Francia, donde el sistema es cosa corriente, tanto en las medidas como en las monedas, aun aquellos obreros que sólo han recibido

una educación puramente elemental, están muy familiarizados con los decimales. Para representar veinticinco céntimos, escriben «cero veinticinco», cuando la mayoría de mis lectores recordarán, indudablemente, de qué modo ese mismo cero, puesto á la cabeza de una fila de números, les confundía en su niñez. Procuramos también, por nuestra parte, hacer el álgebra incomprendible, y nuestros hijos pasan un año entero sin haber aprendido, no ya el álgebra, sino un simple sistema de abreviaturas que se pudiera estudiar fácilmente si se enseñase al par de la aritmética.

El tiempo que se pierde en la física es verdaderamente deplorable: en tanto que los jóvenes entienden con mucha facilidad los principios de la química y sus fórmulas, desde el momento que hacen por sí mismos los primeros experimentos con algunos vasos y tubos, la mayoría encuentra las mayores dificultades en hacerse cargo de la parte mecánica de la física, debido, en primer lugar, á que no saben geometría, y en particular, porque sólo se les presentan costosas máquinas, en lugar de inducirlos á hacerse sencillos aparatos para ilustrar los fenómenos que les sirven de estudio. En vez de aprender las leyes de las fuerzas con instrumentos poco complicados, que pudiera hacer con facilidad un muchacho de quince años, los estudian sólo por medio de dibujos, en una forma puramente abstracta; en vez de construirse por sí mismos una máquina Atwood con el palo de una escoba y la rueda de un reloj viejo, ó comprobar las leyes de la caída de los cuerpos con una llave, deslizándose por una cuerda diagonal, se les muestra un aparato complicado, ocurriendo á veces que el maestro mismo no sabe de qué modo explicarles los principios sobre los que aquél se halla fundado, lo que le obliga algunas ocasiones á incurrir en errores, mar-

chando así todas las cosas, desde el principio al fin, con muy pocas honrosas excepciones (1).

Si la pérdida de tiempo es un rasgo característico de nuestros métodos de enseñar la ciencia, lo es igualmente de los usados para enseñar un arte. Sabemos de qué modo se pierden los años, cuando un muchacho hace su aprendizaje en un taller; y el mismo cargo puede hacerse, hasta cierto punto, á esos colegios técnicos que procuran enseñar desde luego un oficio deter-

(1) Tómese, por ejemplo, la descripción de la máquina de Atwood en cualquier curso de física elemental. Se verá la importancia que se da á las ruedas en que descansa el eje de la polea: se hará mención de las cajas vacías, planchas, círculos, el reloj y otros accesorios, antes de que se diga una palabra sobre la idea fundamental de la máquina, que es la de amortiguar el movimiento de caída de un cuerpo, haciendo que uno de poco peso, que cae, pueda mover á otro más pesado en estado de inercia, sobre el cual influye la gravedad en dos opuestas direcciones. Esta fue la idea del inventor, y si se presenta con claridad, los discípulos ven, desde luego, que el suspender dos cuerpos de igual peso sobre una polea, y el hacerlos mover, agregándole un peso pequeño á uno de ellos, es uno de los medios (y tal vez el mejor) de amortiguar el movimiento de descenso durante la caída; comprenden que la fricción de la polea debe reducirse al mínimo, ya sea usando los dos pares de ruedas que tanto preocupan á los que hacen libros de textos, ó por otro procedimiento cualquiera; que el reloj es cuestión de lujo, y las «planchas y anillos» meros accesorios: en una palabra, que la idea de Atwood puede llevarse á cabo con la rueda de un reloj sujeta, como una polea, á una pared, ó en el extremo de un palo de escoba, fijo en posición vertical. De este modo, los alumnos entenderán la idea de la máquina y de su inventor, acostumbrándose á separar lo fundamental de lo accesorio, mientras que en otro caso sólo miran con curiosidad á lo que hace el maestro con una máquina complicada, y los pocos que llegan á comprenderla han perdido en conseguirlo mucho tiempo. En suma, todos los aparatos usados para ilustrar las leyes fundamentales de la física deberían estar hechos por los niños mismos.

minado, en lugar de recurrir á los más amplios y seguros métodos de la enseñanza sistemática. Así como hay en ciencias algunas nociones y sistemas, que sirven de preparación para el estudio de todas, así también las hay que sirven de fundamento al estudio especial de cualquier oficio. Reuleaux ha demostrado en un interesante libro, la *Theoretische Kinematik*, que hay, por decirlo así, una filosofía de toda clase de maquinaria: cada máquina, por complicada que sea, puede reducirse á un número limitado de elementos—planchas, cilindros, discos, conos, etc.—así como á pocas herramientas; cinceles, sierras, rodillos, martillos, etc.; y por muy complicados que sean sus movimientos, pueden descomponerse en un reducido número de modificaciones de la acción, tales como la transformación del movimiento circular en rectilíneo, y otras por el estilo, con cierto número de eslabones intermediarios. Así, también, cada oficio puede descomponerse en una cantidad de elementos: en cada uno hay que saber hacer una plancha con superficies paralelas, un cilindro, un disco, un cuadro y un agujero redondo; de qué modo han de manejarse un número limitado de herramientas, no siendo todas más que meras modificaciones de menos de una docena de tipos; y cómo se han de transformar los movimientos. Este es el fundamento de todo el arte mecánico; así que el conocimiento de cómo se han de hacer en madera esos elementos primordiales, cómo han de manejarse las principales herramientas de carpintero, y de qué modo pueden transformarse varias clases de movimientos, debiera considerarse como la verdadera base de todo conocimiento de arte mecánico.

Además, nadie puede ser buen estudiante de ciencias, sin tener conocimientos de medios adecuados de investigación científica; á menos de no haber aprendido