



1

Reflexiones históricas sobre didáctica de la Ciencia

Por Ignacio LAZARO OCHAITA (*)

INTRODUCCION

Nuestro sistema educativo proyecta la imagen de una ciencia excesivamente parcelada, académica y abstracta, cuya enseñanza se basa en la aceptación por el alumno de unos dogmas, apoyados exclusivamente en la autoridad del profesor, y en la realización de unas prácticas entendidas como mera exhibición y confirmación de lo ya descubierto por la teoría. —Este sistema, al proponer las teorías científicas como principios innegables y ciertos, obliga al alumno: a admitir ciegamente las ideas de los grandes sabios recopiladas en unos textos concebidos como catálogos de hechos científicos, a considerar el método científico como fundamentalmente deductivo apoyado en el criterio escolástico de autoridad, y a desvirtuar por completo el papel que la observación y la práctica desempeñan en el desarrollo de la ciencia.

En ese contexto la función del docente se limita a facilitar al alumno la *acumulación* de la mayor cantidad posible de conocimientos, transformando las asignaturas científicas en disciplinas rutinarias, memorísticas y puramente descriptivas. —Desde ese punto de vista, el éxito o fracaso en el proceso de aprendizaje se evalúa, de forma sencilla mediante la programación de pruebas periódicas que midan la *cantidad* de conocimientos adquiridos. —Pocas veces les obligamos a pensar pues, en el sistema de preguntas y respuestas, el alumno tiende a *adivinar* la contestación correcta que ya tiene en su mente el profesor.

Esos planteamientos, mantenidos durante decenios, han anulado por completo el auténtico valor formativo de la ciencia al presentarla desconectada de sus raíces históricas, claramente experimentales y demostrativas, y de su vertiente práctica, es decir, sin relación con la obtención de resultados útiles. —Así hoy el profesor enseña y el alumno no aprende, pues la mera *acumulación* de datos no produce nunca la comprensión de la realidad.

Casi todos estamos de acuerdo en que ese tipo de enseñanza es, en buena medida, responsa-

ble de la presente crisis educativa, al sepultar el posible espíritu investigador y creativo del alumno bajo una losa teórico-dogmática que impide toda participación activa, al primar el proceso de enseñanza sobre el de aprendizaje. —Pero la discrepancia surge a la hora de proponer remedios eficaces que actúen sobre las raíces del mal, pues cada uno pone el acento sobre alguno de los múltiples elementos interdependientes de que consta el complejo sistema educativo y, al actuar así, los árboles no nos dejan ver el bosque. —Creo que la reforma necesaria no se conseguirá con un mero cambio de planes de estudio, con la reducción de los programas o del número de alumnos por aula, si no va acompañada de una nueva filosofía sobre los fines y objetivos que debe perseguir la educación. —Si queremos que nuestros jóvenes comprendan el mundo en que viven, ayudándoles a adquirir libertad y competencia en el mismo, es necesario adecuar los objetivos de las distintas asignaturas científicas a esos fines.

Para salir de la actual crisis es necesario encontrar las respuestas precisas a dos preguntas clave: ¿qué tenemos que enseñar? y, ¿cómo debemos hacerlo? —Con el deseo de aportar algunas ideas, en el área científica, he iniciado este trabajo. —Solo una reflexión sobre las raíces históricas de la ciencia moderna nos permitirá: aliviar los temarios, de forma lógica y razonada, de la pesada carga teórico-dogmática, conocer el auténtico significado del método científico y replantearnos el valor de las prácticas.

LA REVOLUCION TECNICA MEDIEVAL

El divorcio existente entre ciencia y tecnología ha sido una constante histórica, en Occidente, desde la Antigüedad Clásica hasta pasada la segunda mitad de la Baja Edad Media. —Durante ese

(*) Catedrático de Ciencias Naturales del I.N.B. «Arcipreste de Hita». Madrid.

largo período los intelectuales desprecian el trabajo manual, identificando los términos de *artes mecánicas* con *artes serviles*.

Los artesanos, sin ninguna formación científica, se dedican con gran éxito a solucionar los problemas cotidianos y, esos técnicos utilitarios, los encontramos ya en el mundo griego donde los *constructores de máquinas* gozaron de un gran prestigio. —Inventiones griegas son el tornillo, la rueda dentada y la polea, contando con personalidades como Arquitas o Arquímedes.

La escuela de Alejandría aplicó los conocimientos matemáticos y físicos a la técnica mecánica, obteniendo importantes resultados como el reloj de agua, el molino, la prensa e incluso el famoso faro de Alejandría. —En el mundo romano el mayor exponente de su genio práctico fue su afán constructor destacando, en la arquitectura civil, sus calzadas, acueductos, puentes y alcantarillado.

No obstante, el progreso tecnológico no consigue librar al hombre de la constante amenaza del hambre, pues la sociedad rural basa su economía en una industria agraria tan rudimentaria que necesita grandes extensiones de terreno para alimentar a núcleos de población muy pequeños. — Esa situación cambia con la aparición del arado con vertedera en los pueblos nórdicos, hacia los siglos IX-X. —Al aumentar la productividad del suelo se produce un incremento demográfico que obligará a emigrar, hacia el sur, a los pueblos escandinavos. —La culminación del proceso son las invasiones normandas y sus destrozos, que, unidas a las guerras entre Estados desatadas tras la desintegración del imperio de Carlomagno (742-814), causan la inseguridad y el debilitamiento del poder, que se parcela, consolidándose el régimen feudal.

El feudalismo configura un nuevo orden social extremadamente rudo donde los señores, al carecer del sentido de lo Universal, satisfacen sus intereses inmediatos con dureza. —Pero, esas nuevas condiciones socioeconómicas, favorecen el desarrollo de las ciudades pues la rivalidad entre las grandes familias, obliga a la población a buscar protección y al abrigo de cada *civitas*, abadía, castillo o *portus* crecen los burgos donde artesanos, altamente especializados y mercaderes protagonizan un desarrollo económico cuya mecanización creciente aumenta la demanda de energía, obligando a explotar nuevas fuentes como la del viento y el agua, junto a la animal y humana. — Esa demanda cultural de energía actuó de palanca impulsora de la revolución técnica medieval.

La ciencia, conservada en los claustros y en las escuelas episcopales, se mantiene alejada de la técnica por lo que el empirismo no sólo fue la base del trabajo, sino el fundamento de los avances técnicos representados por inventos como: la herradura, el estribo, la collera rígida, el arado con rueda y vertedera, y la silla de montar; el molino hidráulico y de viento; la pólvora, la brújula, las lentes, la balanza y los relojes mecánicos; la devanadera, el papel y el cepillo de la madera; la manivela y biela combinadas para convertir el movimiento de vaivén en rotatorio; la construcción de los grandes edificios románicos y góticos; tales son las pruebas de la fecundidad empírica de los técnicos medievales que, sin conocimientos científicos, dieron solución práctica a las demandas de una sociedad en profundo cambio socioeconómico.

La nueva tecnología medieval mejora el rendimiento de las explotaciones rurales, favoreciendo

el florecimiento de la agricultura durante los siglos XII y XIII. —Paralelamente se observa un fuerte incremento demográfico que no se ve truncado hasta el siglo XIV, época de gran inestabilidad donde los problemas políticos, la densidad de población, las malas cosechas y los grandes movimientos de población motivados por las invasiones, aumentaron la mortalidad natural por efecto de las guerras, el hambre y las epidemias. —La población europea estimada en 85 millones, al iniciarse la epidemia de 1348, pasó a 60 millones al finalizar el siglo. —Esa drástica reducción de la mano de obra obliga a dejar muchas hectáreas sin cultivar, lo que produce la carestía de los alimentos y un aumento de los salarios, pues los terratenientes se disputan los trabajadores. —Los señores feudales, sin capacidad de reacción ante la crisis social, intentan solucionar la situación con leyes coactivas, como el Estatuto del Trabajador Inglés de 1351, que obligan a muchos a refugiarse en el bosque donde se gesta la gran revolución de 1381.

La crisis económica y demográfica del siglo XIV propicia la inestabilidad política y religiosa transformándose Europa en un gran campo de batalla: la franco-inglesa de los Cien Años (1339-1453) y en España se colapsa la Reconquista, con la victoria de Salado (1340), pero comienza una serie de luchas intestinas entre Castilla y Aragón que no cesarán hasta 1869, con la boda de Isabel y Fernando.

Resumiendo podemos decir que el régimen feudal, al favorecer el desarrollo de las ciudades, permitió los primeros contactos entre intelectuales y artesanos que serían de gran trascendencia en los siglos siguientes.

ORIGENES DE LA CIENCIA MODERNA

El divorcio existente entre ciencia y tecnología, en la Antigüedad Clásica, fue desapareciendo progresivamente en la Edad Media, pues los éxitos prácticos obtenidos por los artesanos y técnicos medievales, en la solución de los problemas concretos, llamaron la atención de las personas cultas que empezaron a interesarse por el artesanado, al darse cuenta de la infertilidad de la ciencia frente a las necesidades cotidianas.

El pensamiento árabe proporcionó a los estudiosos de Occidente nuevas perspectivas, avivando su interés por los aspectos utilitarios y prácticos de la ciencia. —La creciente atención prestada a disciplinas como el derecho y la medicina aflojan los lazos entre la ciencia sagrada y las artes profanas, que comienzan su emancipación y ya no se las cultiva sólo para comprender mejor las Escrituras.

Los escritores medievales intuyeron la necesidad de introducir el estudio de las artes profanas en la enseñanza superior, y esa convicción se refleja en los cursos que podían recibirse en la Universidades. —Así la escuela de Medicina de Salerno exigía, en sus estatutos del siglo XII, seguir a los alumnos cursos de anatomía humana y cirugía. De hecho, en la educación del siglo XII, se explicaban las *artes* en las Universidades, es decir, conocimientos puramente prácticos junto a los teóricos. —Esas ideas se difundieron en el siglo XIII por obras enciclopédicas como la de Vicente de Beauvais, ampliadas por Ramón Lull (1235-1315) que, en su *Arbor Scientiae*, unió siete técnicas a las siete ciencias tradicionales, o Miguel Scot que

relacionaba cada ciencia teórica con una práctica y así a la *física* teórica le correspondían ciencias prácticas como la medicina, agricultura, alquimia, el estudio de los espejos y la navegación.

Es evidente que, en el siglo XIII, se da un valor creciente a las aplicaciones prácticas de la ciencia —Roger Bacon (1214-1292) afirmaba que la justificación de las ciencias teóricas estaba en sus resultados útiles y su entusiasmo por las aplicaciones prácticas de la ciencia, semejante a la de Ramon Lull, fue un temprano testimonio de esa nueva significación.—El conocimiento de las obras clásicas y árabes puso a los filósofos en una posición propicia para convertir el empirismo teórico ingenuo de sus predecesores, en un concepto de la ciencia que fuera a la vez experimental y demostrativa.—Pero no podemos engañarnos, pues los hombres que expusieron todas esas ideas revolucionarias fueron adelantados que encontraron muy poco eco entre sus contemporáneos, más bien enemigos encarnizados y mucha indiferencia.—Sería necesario llegar a los siglos XV y XVI para encontrar una resonancia extraordinariamente receptiva, que culminará en la *Revolución Científica* del siglo XVII.

Resumiendo podemos decir que la revolución técnica medieval permitió reivindicar la dignidad de las *artes*, negándole el apelativo de mecánicas, y el nacimiento de las nuevas ideas sobre el método científico basado en la inducción, la experimentación y el papel de las matemáticas en la explicación de los fenómenos físicos.—La actividad intelectual del siglo XIII se manifiesta en la crítica teórica de la concepción de la ciencia y en el ataque a la autoridad de los clásicos, lo que indujo a Roger Bacon a decir: *No os dejéis dominar por los dogmas y preceptos de autoridad, mirad al mundo.*

LA CIENCIA MODERNA

La profunda crisis socioeconómica que sufrió Occidente, durante el siglo XIV, aleja a los intelectuales de la sabiduría del pasado.—Al darse cuenta de su infecundidad, frente a las necesidades cotidianas, orientan su actividad a resolver problemas prácticos, lo que permite a los investigadores proyectar aparatos de utilidad inmediata.—Ese giro en el enfoque mental permite la exaltación de la técnica frente al saber tradicional inmóvil y siempre verdadera, trascendente e inútil.

Ese sentimiento de inutilidad es mucho más tangible tras el descubrimiento del Nuevo Mundo, pues los problemas prácticos que la realidad americana planteaban no podían ser atacados desde los conocimientos y autoridad de los antiguos, era necesario utilizar la experiencia y la razón personal como único criterio científico válido.—El conocimiento de la geofísica, geología, botánica y zoología americana o el estudio de las *nuevas enfermedades* (sífilis, garrotillo, tabardillo, etc.), cuestiones todas desconocidas para los clásicos, permitieron al hombre moderno utilizar los datos objetivos para, rompiendo con el saber tradicional, elaborar sus propias teorías.

La razón humana fue adquiriendo autonomía y suficiencia frente a la sumisa autoridad de los clásicos, lo que condujo a la exaltación del hombre moderno respecto de sus predecesores por parte de naturalistas y mineros, marinos e ingenieros, médicos, cronistas, filósofos, literatos y gobernantes.



Es a mediados del siglo XVI cuando el maestro es depositario de la ciencia al tiempo que realiza la práctica, terminando el divorcio entre ciencia y técnica. (Rembrandt 1632 Lección de anatomía del doctor Tulp).

El siglo XVI es una etapa de transición histórica entre la Antigüedad Clásica, donde existía una neta separación entre ciencia y técnica, y la Revolución Científica donde ambas se encuentran integradas.—Realmente las innovaciones producidas entre los años 1450-1550 (aumento de la producción de papel para la impresión con tipos móviles, mayor rendimiento de la metalurgia y la minería, descubrimiento de nuevos continentes, etc.), incrementaron de tal forma la demanda cultural de energía que se hizo necesaria la colaboración científico-técnica, olvidados viejos prejuicios, para lograr la sustitución de la madera por el carbón.—En la *primera crisis energética* de la humanidad se encuentran los orígenes de la revolución científica, pues se rompe con los supuestos y esquemas del saber tradicional, al considerar la experimentación base del conocimiento científico y único camino para dilucidar lo verdadero de lo falso, al margen de la opinión de los clásicos.—Ese método se había utilizado esporádicamente en la antigüedad y Edad Media, pero comienza su desarrollo metódico con los movimientos renovadores de la centuria representados por Nicolás Copérnico (1473-1543), Andrés Vesalio (1514-1564), Jerónimo Francastoro (1483-1553) y Teofrasto Paracelso (1493-1541), con los que, en ciencia, la Edad Moderna puede situarse alrededor de 1540-1550.

Puede afirmarse que la revolución técnica medieval produjo una inversión radical en los juicios de valoración histórica, permitiendo la renovación de la ciencia al exaltar los aspectos utilitarios y prácticos.—El humanismo renacentista permitió empezar a descubrir las contradicciones internas de los textos clásicos, lo que condujo a la sustitución del criterio de autoridad por la experiencia y la razón personal como base del conocimiento científico, culminando en la Revolución Científica.—Desde el siglo XVII la inteligencia del hombre intenta reducir a fórmulas racionales, con pretensiones de suficiencia en sí misma, la realidad que se ve dinámica e infinita.—La ciencia aplicada a la tecnología nos llevará a la *Revolución Industrial* del siglo XVIII.

EL METODO CIENTIFICO

En la Antigüedad Clásica aparecieron distintas concepciones del método científico donde no se

apelaba al experimento. —Así en el método de los postulados, patrocinado por Euclides, se parte de premisas consideradas como autoevidentes de las que derivan largas cadenas de deducciones, o el método dialéctico de Platón que, en ciencia, puede traducirse por argumentación de reducción al absurdo (muy empleado por los matemáticos griegos). —Frente a ellos, Aristóteles considera la investigación científica como una progresión de las observaciones hasta los primeros principios para volver a las observaciones, y ese método decididamente empírico contrastaba con las aproximaciones abstractamente teóricas utilizadas por la mayoría de los autores griegos conocidos.

Entre los primeros en entender y utilizar la nueva teoría de la ciencia experimental se encuentra Roberto Grosseteste (1168-1253), para el que la inducción consistía en descubrir la causa a partir del conocimiento del efecto, como un proceso creciente de abstracción desde la compleja realidad observada por los sentidos a los primeros principios. —Como Aristóteles, afirmó que el conocimiento de los hechos físicos se obtenía a través de los sentidos.

Desde el siglo XIII la cuestión que dirige la investigación científica fue descubrir lo real, lo permanente, tras el mundo cambiante de la experiencia sensible, bien sea algo cualitativo, como se concibió al principio, o bien algo matemático, como Galileo o Kepler iban a imaginar al final.

Para Galileo la experimentación era importante, pero sólo como exhibición y confirmación de lo que ya había descubierto la razón. —En la posición contraria está el *empirismo de secano* que hace de la experimentación y de la observación controlada el verdadero origen, el desarrollo y la realización de todo lo valioso en ciencia, lo demás es *mera especulación* o incluso *metafísica*. Para éstos, el científico es el que deja a los hechos hablar por sí mismos, pues las ideas preconcebidas, hipótesis, intuiciones, etcétera, son trituradas por la experimentación que marcaría su propia dirección. —Para Galileo el experimento está guiado por la teoría, para los otros la teoría es el producto de la experimentación. —La historia de la ciencia apoya ambas posiciones, pues la imaginación creativa debe siempre estar sometida a los datos, a las pruebas, a los hechos. — Los ejemplos de teorías que dirigen los experimentos y de experimentos que corrigen e incluso generan, la teoría son suficientemente abundantes entre los antepasados de la ciencia.

El método hipotético-deductivo es la base de la investigación moderna. — En el intento de buscar la causa eficiente se elabora una o varias hipótesis que den respuesta. —Las hipótesis, en cuanto intento de respuesta, son necesarias para servir de guía a la investigación científica. —La confirmación de una hipótesis aumenta con el número de resultados favorables, en la contrastación.

RESUMEN

El hombre primitivo, preocupado principalmente en procurarse alimento, abrigo y vestido, desarrolló una tecnología destinada a resolver los problemas concretos de cada día. —Más tarde quedó tiempo libre para la contemplación y el desarrollo cultural, apareciendo los investigadores y teóricos al lado de los técnicos.

El pensamiento científico tiene su origen en Grecia,

pero el divorcio existente entre ciencia y tecnología, unido al exclusivo interés teológico por el mundo natural, hizo que, durante muchos siglos, en Occidente se tuviera un concepto claramente restrictivo de las metas de la ciencia. —Durante ese largo período no existe una opinión generalmente aceptada sobre el origen y naturaleza de las cosas, sino numerosas escuelas con métodos científicos propios según la distinta valoración dada a la relación entre fe y razón.

Importantes cambios socioeconómicos, durante el medievo, facilitan la convivencia entre intelectuales y artesanos, entre Oriente y Occidente. —Paulatinamente se sustituye el principio de autoridad de los clásicos, como criterio científico, por la experiencia y la razón personal. —Esos nuevos supuestos condujeron a la ruptura con los esquemas del saber tradicional, pudiendo situarse los orígenes de la ciencia moderna, cuando menos, en el siglo XIII donde se expusieron, por primera vez, nuevos métodos de experimentación y abstracción matemática que serían empleados, con plena madurez y eficacia, por Galileo dando paso a la *Revolución Científica* en el siglo XVII.

En el siglo XVII pudo realizarse la síntesis, pues el científico contó con métodos capaces de seleccionar, evaluar y criticar las distintas corrientes de pensamiento, dilucidando lo verdadero de lo falso. —Al contar con la herramienta precisa de la experimentación, puede detectar los errores existentes en los sistemas universalmente aceptados. —El conocimiento científico deja de ser simplemente enciclopédico, para transformarse en una elaboración mental de hipótesis adecuadas a los datos recogidos por los sentidos.

Desde ese momento cambian por completo las metas de la ciencia, pues comienza a hacerse teoría de la práctica. —Pasamos de una ciencia teórico-dogmática a otra claramente evolutiva que da respuestas coherentes a las preguntas planteadas en cada época. —Existe una transición sucesiva de unas teorías unánimemente aceptadas a otras cuando, como resultado de nuevas observaciones, el investigador comienza a plantearse nuevas preguntas, a mirar con ojos nuevos un hecho hasta entonces familiar. —Desde ese punto de vista el científico necesita apoyarse en los saberes del pasado, pero sólo progresará por la conjunción de experiencia y lógica.

CONCLUSIONES

Resulta evidente que la enseñanza de la ciencia teórica, en el bachillerato, sólo se justifica en función de sus aplicaciones prácticas, y dado que contribuye a desarrollar, en el alumno, la lógica en el pensamiento. —Su aprendizaje debe basarse en la observación, la experimentación y la razón personal, como único camino para dilucidar lo verdadero de lo falso, estudiando todos los temas a la luz del método científico, es decir, separando los hechos observados de las teorías elaboradas, en cada época, a partir de ellos.

Para conseguir esos fines es necesario dar a la enseñanza de la ciencia moderna un enfoque más dinámico, evolutivo y de aplicación directa, lo que implica ampliar las metas asignadas tradicionalmente a la educación, pues, además de transmitir nuestra herencia cultural, deberá dotar al alumno de méto-

dos precisos que, al desarrollar su visión crítica, le permitan pensar por sí mismo.

La reforma necesaria obliga a cuestionar el contenido de los programas, el valor de las prácticas, así como los métodos y función del docente.

Hasta ahora todo se ha subordinado a la idea básica de que la enseñanza conduce a la especialización. —Se ha admitido, quizá inconscientemente, que la calidad es directamente proporcional a la cantidad, considerando sinónimos enseñanza y aprendizaje. —Desde esa perspectiva nuestros temarios son una síntesis de todo lo que el alumno encontrará, posteriormente, en las distintas carreras universitarias. —El resultado es una plúmbea enciclopedia de hechos científicos que hunden al alumno, obsesionado por el aprendizaje memorístico, en la apatía, el desinterés o la rebeldía, que inevitablemente conduce al fracaso escolar. —Sin embargo, soy de la opinión que, en la filosofía educativa del bachillerato, debemos considerar como fin esencial el enseñar a nuestros alumnos a informarse, a trabajar y a pensar. —Debemos caer en la cuenta de que los jóvenes tienen un conocimiento insuficiente del mundo en que viven, pues a fuerza de teorizar, abstraer y parcelar, nos hemos olvidado de enseñarles a utilizar sus conocimientos teóricos en temas particulares y cotidianos, lo que ha propiciado un sentimiento creciente de inutilidad frente a la enseñanza que nosotros le ofrecemos. —Como el aprendizaje útil sólo surge de la experiencia y preocupaciones del que aprende, considero debería seguirse la pedagogía del interés haciendo compatibles los contenidos y organización de los temarios con las inquietudes de los jóvenes. —En ese sentido podrían definirse una serie de temas básicos (el Universo, la energía, la economía, la vida, el medio ambiente, etc.), en torno a los cuales se movilizarían, de forma convergente, las distintas ramas científicas. —Ese tipo de programación exige la coordinación interdisciplinar entre las distintas asignaturas, difuminando sus cada vez *más artificiales e imprecisas barreras*. —Sus efectos serían altamente positivos, pues el alumno vería la auténtica utilidad de la ciencia, al observar que sus distintas ramas sólo son partes de un dominio común e interdependiente. —Pero, mientras la deseada reforma llega, creo necesario aliviar los temarios actuales de su contenido teórico-dogmático destacando los aspectos evolutivos y prácticos del conocimiento científico, en detrimento de aquellos más abstractamente teóricos. —Es preciso subordinar la especialización a el aprendizaje entendido como la consecución del conocimiento y comprensión de las cosas que nos circundan, basado en la aplicación del estudio a la experiencia personal. —Estoy convencido de que la elección de opciones, necesaria ante la imposibilidad de dominar todos los campos, debe entenderse, en bachillerato, como una profundización cultural y no como una especialización.

La experimentación tiene, en el desarrollo de la ciencia moderna, una importancia capital al ser el

único criterio científico válido para detectar errores, facilitando la adecuación progresiva entre la imaginación creativa y el mundo real. —Desde ese punto de vista las prácticas tienen como objetivo primordial fomentar en el alumno sus dotes de observación, desarrollando su espíritu investigador y crítico. —El estudiante debe aprender a *ver* procurando que la percepción sea un proceso activo y creativo, no un mero registro fotográfico. —Unas veces será necesario plantear la realización de las prácticas previamente a la explicación teórica, para que el conocimiento científico sea una elaboración mental de hipótesis adecuadas a los datos recogidos por los sentidos; otras propondremos experiencias en las que los alumnos deberán aplicar sus conocimientos teóricos a la resolución de problemas prácticos planteados en la vida real.

El arte de enseñar descrito en la introducción es incompatible con los nuevos fines asignados a la educación, pues la reforma implica cambiar los métodos del docente para adaptarlos a las nuevas condiciones de una enseñanza mucho más individualizada, participativa y crítica. —Es decir, necesitamos que el profesor abandone su función tradicional de mero transmisor de información, que hable menos, adecuando sus métodos a los nuevos objetivos del proceso educativo. —En ese sentido deberá enseñar a los alumnos a utilizar los datos objetivos para inducir hipótesis propias, obligándoles a emplear el método científico como única herramienta para detectar sus propios errores. —Desde el punto de vista didáctico el profesor, más que exponer las teorías universalmente aceptadas, concentrará su esfuerzo en presentar al alumno las observaciones y experiencias realizadas, a lo largo del tiempo, sobre cada tema del programa, facilitándole el camino que deberá seguir para hacer ciencia, planteándole problemas, proponiéndole lecturas y programando experiencias que le motiven y orienten en los momentos de indecisión, equivocación o desánimo. —Pero, para aplicar métodos activos en el trabajo personal del alumno, es necesario reducir el número de alumnos por aula, pues la masificación conduce, sin remedio, a la clase magistral donde el estudiante recibe la enseñanza pasivamente.

Si queremos que la enseñanza de la ciencia despierte el deseo de aprender, haciendo imposible una actitud pasiva del individuo, deberemos adecuar nuestros programas y, lo que es más importante, necesitamos contar con un profesorado que entienda el significado real de la ciencia, que sepa como trabaja y se desarrollan los verdaderos progresos científicos, en que difiere la ciencia de otras formas de actividad, y el lugar que ocupa en un esquema de la cultura moderna. —Pero, realmente, eso será imposible mientras el estudio de la historia de la ciencia sólo sea considerada como mera erudición, o curiosidad humanística, *sin ninguna aplicación en el campo docente*.