

LA ECUACIÓN PERSONAL

(CONFERENCIA Á LOS ALUMNOS DE LA SECCIÓN PEDAGÓGICA)

Si no fuera enemigo de las citas latinas, tan gratas á la oratoria forense, no menos que á la sagrada, habría encabezado esta disertación con un dístico que lleva la firma de mi gran maestro Juan Schiaparelli, que dice en síntesis: el astrónomo no debe pretender haber penetrado los misterios profundos del cosmos, puesto que su mente es un misterio más grande aun. En forma menos exuberante he insistido acerca de un concepto análogo, en mis precedentes conferencias; reanudando hoy el hilo interrumpido durante varias semanas, debo volver sobre algunas ideas ya enunciadas, y poner en evidencia de una manera siempre más clara, la verdad fundamental que me proponía.

De todas las ciencias positivas, la que directamente se ocupa del hombre, es la más compleja, y necesariamente, la menos progresada; la Astronomía en cambio, á causa de la relativa simplicidad de su objeto, es la que primero que las demás ha podido conocer la eficacia y el poder de los métodos de investigación analítica, enseñándoselos primero á la Física, después á la Química, á las Ciencias Naturales y por último, á las Ciencias Antropológicas y á la misma Psicología. Considerando bajo este aspecto la clasificación de las ciencias, se llega casi á la célebre ordenación de Augusto Comte, con la sola sustitución de la Astronomía por las Matemáticas; y se justifica la sustitución con solo notar que las ciencias abstractas no pueden ofrecer un cuadro completo de los métodos, de la misma manera que la música, que es la más abstracta de las artes, no puede servir de punto de partida á una serie ordenada de éstas. El uso, cada vez más frecuente, de los métodos matemáticos en las ciencias naturales, es, sin duda alguna, una prueba evidente del alto grado de precisión alcanzado por los mismos, pero no sería prudente recomendar la exclusión de otros métodos, cuya función especial es la de poner al hombre en relación más directa con el cosmos. El abuso del método matemático en las ciencias equivale á ciertas aberraciones en las artes gráficas, según las que las formas y los colores de los objetos en los cuadros y en las estatuas debieran depender de una «intuición musical» del artista! El paralelismo de las dos clases de actividades es tan evidente, que á los simbolistas decadentes del arte, corresponden aquellos que en la ciencia pretenden reducirlo todo á números.

En el estudio del mundo inorgánico y del orgánico, el peligro de caer en esas aberraciones no se presenta mientras no se llega al hombre. Bastaría la obra inmensa de Carlos Darwin y de su escuela para demos-

trar que, junto á la abstracción, cada progreso serio de la ciencia, exige el proceso comparativo; que el estudio de las desviaciones de los tipos normales es tan necesario como la definición de los tipos mismos, sobre la base de los caracteres comunes de los individuos que comprenden; y que, finalmente, la asociación de los hechos particulares conduce á formular leyes más perfectas de las que pueden inferirse de las propiedades generales aceptadas de una manera absoluta.

En otros términos, las especies naturales tienden siempre á diferenciarse alejándose, cada vez más, del tipo antiguo y convencional de modelos abstractos, que como es consiguiente, responden á un convencionalismo también puramente abstracto.

No sucede lo mismo con las ciencias humanas. Bastaría el uso arbitrario de los métodos estadísticos y la aplicación de la Mecánica Racional á los dinamismos sociales para dar una prueba convincente de los errores á que está sometida la llamada Matemática Política. Si pasamos, luego, del estudio de las multitudes al del individuo, nos encontraremos en presencia de errores más grandes aun y más perniciosos. Los métodos matemáticos pueden determinar las relaciones cuantitativas, pero de nada sirven cuando se trata de calidades, y la apreciación numérica de los factores psicológicos choca inevitablemente contra las dificultades inherentes á su multiplicidad y á la forma como escapan á nuestros medios de investigación y de medida. El fisiólogo puede establecer y calcular experimentalmente las reacciones producidas en el organismo como concomitancias de un hecho mental, pero sin un previo convencionalismo, no puede considerar los fenómenos como expresiones del hecho mismo, el cual, no obstante realizarse de una manera inseparable de aquéllos, no está, sin embargo, exclusivamente constituido por los fisico-químicos que los acompañan. Una reacción saludable se ha operado en el campo de las especulaciones filosóficas durante los últimos veinte años; del materialismo puro de Büchner, Moleschott y Vogt, se ha pasado al paralelismo fisio-psicológico de Wundt, y actualmente la ciencia del alma, se afirma con la más absoluta autonomía, en las obras del gran pensador americano William James. Esto significa restituir su importancia y dignidad de método científico riguroso y positivo, á la tan desprestigiada intuición, demostrándose así, que la psicología no consiste toda en la medida de los fenómenos corticales.

No obstante, cometería un grave error el que negase la utilidad y el método de la referida medida, que, entre otras ventajas, nos trae la de moderar el orgullo humano, siempre dispuesto á creer en la omnipotencia de sus medios de investigación y la evidencia absoluta de la verdad que nuestro ingenio va descubriendo. Estudiando como funciona el cerebro, no debemos tener la pretensión absurda de llegar á encontrar la receta infalible para crear las obras maestras, precisamente porque entre el mecanismo del cerebro y la función del pensamiento, existe una región inexplorada y tal vez inexplorable. Más modestamente, en un orden de ideas más práctico y más positivo, debemos proponernos el estudio siempre más perfecto del órgano que nos sirve para pensar, debemos procurar que ese órgano funcione en las mejores condiciones posibles, de modo que sus alteraciones y sus deficiencias no influyan perniciosamente sobre las manifestaciones de la divina facultad del intelecto. Por las mismas razones un astrónomo debe procurar que su vista y los instrumentos auxiliares de la visión, se encuentren en las mejores condiciones posibles para el uso á que están destinados; pero cometería un craso error si creyese que para el estudio del cielo, con solamente eso, tendría suficiente.

Para satisfacer necesidades de la Astronomía se han hecho en el último siglo, algunas investigaciones importantes acerca de problemas de fisiopsicología, las cuales han conducido por resultados indirectos, al conocimiento más exacto del mecanismo de las sensaciones y de los movimientos musculares conscientes. Los resultados de esa investigación, han servido para confirmar la verdad de la proposición, según la que los métodos positivos tienen siempre una proyección mayor de la que nosotros le atribuimos al aplicarlos. Hemos visto en la última conferencia, uno de esos resultados que consiste en la íntima conexión entre el método astronómico para determinar las magnitudes estelares mediante las comparaciones del esplendor entre estrellas poco diferentes y la ley fisiopsicológica de Weber y Fechner.

Se puede decir que la apreciación de las pequeñas diferencias de luz entre las estrellas, ideada por Geminiano Montanari y por Francisco Bianchini hacia fines del siglo XVII, perfeccionada luego por Guillermo Herschel y por Argelander, se funda principalmente, sobre la relación logarítmica según la cual á pequeñas diferencias de impresión sobre el órgano de la vista, corresponden razones determinadas entre la intensidad de las luces que las producen. La ley ha sido confirmada mediante prolijas experiencias y hecha extensiva á otros sentidos, constituyendo hoy, la base de la fisiopsicología científica.

Una aplicación análoga de los métodos astronómicos á la fisiopsicología, es la que me propongo explicar hoy, y la cual se refiere á la llamada *ecuación personal*. Por una singular coincidencia, después de anunciado este tema se publicó un artículo en «La Prensa» referente al mismo asunto. El autor del mismo, ha sentido deseos de proporcionar á los lectores del gran diario, algunas nociones relativas á la ecuación personal; tal vez el tema no es de tanta trascendencia para merecer atención fuera de los círculos puramente científicos.

La ecuación personal no es un error; ecuación, en el concepto antiguo, clásico, es precisamente lo opuesto de error, esto es, la corrección que se aplica á un resultado para eliminar la influencia del error; y ecuación personal es la evaluación de los componentes de las correcciones que, á un dado resultado, deben aplicarse, para eliminar los elementos de incertidumbre inherentes á la persona del observador.

Para explicar mejor esta definición, refrámonos al caso concreto.

Imaginémonos un observador ante el ocular de su antejo. En el campo se ven extendidos varios hilos delgadísimos (los mejores son de tela de araña) dispuestos unos perpendicularmente á los otros, de modo que una estrella recorra el sistema coincidiendo constantemente con uno de los hilos. La observación astronómica consiste en la determinación del instante preciso (segundos y fracciones) en el cual la imagen de la estrella cruza normalmente por cada uno de los hilos colocados perpendicularmente á su dirección. Los métodos adoptados para esa determinación son varios: los dos más comunes, el de la vista y oído y el del registro cronográfico. En el primer caso el observador, prestando atención á los golpes de un péndulo ó de un cronómetro, fija en su mente la posición de la estrella respecto al hilo, en los instantes que corresponden á los dos golpes que inmediatamente preceden y siguen al momento en que pasa por el hilo, y subdivide mentalmente, el intervalo de tiempo transcurrido (generalmente un segundo) en partes proporcionales á aquellas en que el hilo divide la distancia entre las dos posiciones observadas. La experiencia demuestra que un astrónomo bastante ejercitado divide el intervalo con suficiente precisión, de manera de apre-

ciar á menos de uno ó dos décimos de segundo el instante en el cual la estrella ha pasado por delante del hilo.

En el método cronográfico, el observador espera el instante en el cual la estrella coincide con el hilo, esto es, el que corresponde á la bisección de la imagen estelar por el hilo. En ese instante comprime un botón ó llave análogos á los que se usan para las campanillas eléctricas que cierra un circuito y obtiene el registro de una señal sobre un papel dispuesto convenientemente y con movimiento continuo. Los signos voluntariamente trazados por el observador mediante las presiones sobre el botón, van á alinearse paralelamente á una serie de otros signos equidistantes entre sí, debido á las interrupciones automáticas de un circuito, que se producen en correspondencia, con los golpes de un péndulo ó del cronómetro. De la posición de los signos respecto á dos indicaciones sucesivas del reloj, se deduce fácilmente la fracción de segundo correspondiente.

Las ventajas que este segundo método ofrece respecto del primero parecen, á primera vista, mucho mayores de lo que son en realidad.

En el método clásico, el observador está obligado á ejecutar un trabajo mental intenso para imprimir en la mente la imagen formada por la estrella y el hilo en tres instantes distintos, para establecer sobre la confrontación de las tres imágenes la apreciación de las fracciones de segundo. La unidad de tiempo se divide por simple cálculo y no por efecto de una medida determinada; por último, las comodidades no son muchas para obtener un registro inmediato y fiel de la observación hecha, debiéndose escribir sobre un papel sin mirar (el ojo queda aplicado al ocular) ó sino recurrir al expediente inseguro de dictar los números. No tomo en cuenta el método absolutamente desestimado del «stop», que consiste en dividir la observación entre dos personas una de las cuales avisa á la otra, precisamente con aquella bárbara palabra inglesa con que se nombra al fenómeno, mientras la segunda registra el instante en que ha oído «stop». Esto puede ser aplicado á lo sumo, por los marinos, cuando no necesitan llegar á una gran precisión; pero en observaciones astronómicas exactas, no se puede admitir, como debe también abandonarse el uso de los contadores auxiliares del tiempo y en general todo lo que importe la introducción de elementos de retardo no indispensables.

En el método cronográfico el proceso mental es mucho mas simple: basta prestar atención al movimiento aparente de la estrella en el campo, y percibir con seguridad la coincidencia, procurando que en el instante preciso el dedo comprima el botón; todo lo demás se produce automáticamente y la registración puede leerse cómodamente en los días sucesivos; además, la medida del intervalo entre dos golpes consecutivos, y de la posición que en el intervalo mismo ocupa la señal, se puede determinar con una escala graduada ó con otro medio, que permita apreciar los centésimos de segundo; mientras que en el caso de las observaciones por medio de la vista y del oído, la subdivisión no va más allá del décimo.

No obstante las ventajas señaladas del método cronográfico sobre el otro, se demuestra que la precisión alcanzada en los dos casos, no es muy diferente; se prefiere la registración para mayor comodidad y también porque no es necesario someterse á la tiranía de un largo aprendizaje para alcanzar la práctica para las observaciones.

En uno como en el otro caso, el proceso psicológico es doble. La observación consta de dos momentos ó tiempos esenciales, el de la recepción y el de la registración. Al estado pasivo, durante el cual los órganos de los sentidos trasmiten las impresiones producidas por el fenómeno, sigue el

estado activo, en el cual la mente coordina las impresiones recibidas y se proporciona la base de una operación compleja. Esa operación en el caso de la vista y del oído, consta de un hecho puramente psíquico, como lo es el de la percepción inmediata; en el caso de la registración cronográfica, en cambio, tiene un carácter puramente automático, convirtiéndose en la ejecución de un movimiento muscular que se trasmite al dedo y de éste al botón. Se produzca el hecho en una forma ú otra, entre el fenómeno físico, su observación y la registración, interviene una fracción de tiempo cuya apreciación corresponde á la ecuación personal. La importancia astronómica de esa apreciación depende de la mayor ó menor exactitud con la cual, según las condiciones del problema, es necesario conocer el tiempo de la observación. En algunos casos es absolutamente indiferente fijar el tiempo con una precisión extrema; en otros casos, la naturaleza misma del estudio, nos lleva á sustituir á la apreciación del instante en que el fenómeno se produce, la apreciación más fácil aun (quizás la sola posible) del instante en que el fenómeno es percibido. Para usar de un ejemplo vulgar diré que en este caso ocurre lo que con las noticias que nos llegan de Europa, de las cuales algunas han sido transmitidas por telégrafo para que el retardo entre el suceso y nuestro conocimiento sea el menos posible; mientras que para otras, menos importantes, nuestra impresión no se modifica en mucho aun cuando nos lleguen por carta tres semanas más tarde.

Un ejemplo muy curioso é instructivo de la imposibilidad en la cual se encuentran frecuentemente los astrónomos de conocer el verdadero instante en que se produce un fenómeno, nos resulta de una simple consideración. Cada uno de nosotros sabe que las distancias de las estrellas son tan grandes, que reclaman un tiempo prolongado para que su luz llegue á herir nuestra retina. Con respecto á las distancias de las estrellas sabemos muy poco más de lo siguiente: que son muy diferentes entre sí, y que son tan considerables que exigen el espacio de años, para que su luz, con la velocidad de cerca de trescientos mil kilómetros por segundo pueda recorrerlas. En consecuencia: si las distancias de las estrellas fueran todas iguales entre sí, nosotros veríamos las estrellas con un retardo constante, y la bóveda celeste, en un instante cualquiera, se nos presentaría tal como se nos habría presentado en el instante anterior en el cual los rayos luminosos habrían sido lanzados contemporáneamente por las estrellas respectivas. La desigualdad de las distancias hace que nosotros veamos en cada instante un conjunto que es la resultante de fenómenos no contemporáneos. Los rayos que en un determinado instante hieren nuestra pupila han emanado de cuerpos celestes en épocas diversas, años, siglos atrás, y de las estrellas que observamos, alguna es posible que se haya ya extinguido! Y si nosotros referimos por necesidad, la aparición ó la desaparición de una estrella al instante en el cual la observamos, debemos pensar que la verdadera fecha de la conflagración ó del cataclismo, es de una época muy anterior. Con motivo de la nueva estrella aparecida hace pocos años en la constelación de Perseo, se calculó un intervalo de cerca de dos siglos y medio, de modo que hemos sido espectadores, en aquella ocasión de un fenómeno ocurrido allá por el año 1650!

Si en estos casos es imposible reducir los datos á la verdad, cosa, que, por otra parte, no sería tampoco muy importante, la astronomía presenta problemas muy diferentes, en los cuales la determinación precisa del instante es esencial. Nos detendremos sobre el caso clásico de la determinación de las longitudes geográficas, porque ofrece el modo de ilustrar el problema que nos ocupa. Como es sabido, la diferencia entre las longi-

tudes geográficas de dos lugares de la superficie del globo, no es otra que el ángulo entre los respectivos meridianos. Siendo uniforme la rotación terrestre el ángulo es medido por el tiempo que nuestro planeta invierte en la rotación de un ángulo igual. Dado un punto externo que no participe de la rotación, por ejemplo una estrella, el intervalo de tiempo necesario para que ella pase del meridiano del punto más oriental al meridiano del más occidental, dará, sin más requisitos, la diferencia de longitud buscada. Prescindiendo de las dificultades instrumentales y técnicas accesorias, el problema se reduce, en consecuencia, á: determinar en cada una de las localidades el instante preciso en el cual la estrella pasa por el meridiano; y confrontar directamente los relojes de las dos localidades, de manera de conocer exactamente la indicación del uno en correspondencia á una dada indicación del otro.

El primer problema es astronómico, el segundo se resuelve del mejor modo con el uso del telégrafo, pudiéndose con un doble intercambio de señales identificar un mismo instante físico sobre dos relojes, con la eliminación del tiempo, aunque brevísimo, que la corriente eléctrica emplea en ir de una estación á otra.

Todos comprenden como tanta perfección de método exija también que la determinación del instante en el cual la estrella pasa por el meridiano, se haga en las dos estaciones con toda la exactitud posible. No debe dudarse que con un instrumento rigurosamente colocado en el plano del meridiano, con un retículo de hilos de araña delgadísimos, con las comodidades que ofrece la registración cronográfica, se pueda conseguir de un observador experto, un resultado satisfactorio. Pero si el resultado obtenido por una persona se compara con el obtenido por otra, se nota que el observador A. se encuentra sistemáticamente en retardo con respecto al observador B., y que la diferencia llega á menudo, á cifras incompatibles con el grado de precisión que se ha alcanzado en todas las otras partes del trabajo. En otros términos, el tiempo que el organismo humano invierte para convertir la impresión recibida, en el reconocimiento de la impresión misma, y en consecuencia en la apreciación del instante, ó lo que es lo mismo, en la registración cronográfica, es diferente de individuo á individuo. En un mismo observador este tiempo varía según las condiciones fisiológicas, y esas variaciones son en parte accidentales, en un sentido ó en el otro, á manera de oscilaciones alrededor de un valor medio, en parte progresivo, debido á un cambio regular é inconsciente del hábito de observar. Las primeras variaciones son tanto más amplias é irregulares, cuanto menos ejercitado es el observador: disminuyen con el ejercicio y generalmente se confunden con los errores accidentales de la observación. Las variaciones progresivas, en cambio, tienen sus profundas raíces en los estratos mentales inaccesibles á la conciencia: traen su origen de inexplicables reacciones del organismo á las impresiones exteriores, y con bastante facilidad pueden corregirse con voluntarias modificaciones en el modo de observar.

Quiero dispensar á ustedes, corteses oyentes, la cita de los estudios que se han hecho sobre este argumento desde el día en el cual el astrónomo de Inglaterra Maskeline, por primera vez, llamó la atención de los astrónomos sobre las diferencias sistemáticas entre los pasajes meridianos observados por diversas personas; podría desplegar fácilmente un lujo de erudición hablando de las famosas comparaciones entre Bessel y Struve; podría también citar (*si parva licet componere magnis*) mis determinaciones hechas en ocasión de los estudios de diferencia de longitud entre Milán y Turin, de los cuales resultó una diferencia normal de 15 centésimos de

segundo entre los tiempos registrados por mí y los que registró mi colega Miguel Rajna, actualmente director del observatorio de Boloña; pero yo creo que á vosotros, más que una cansadora enumeracion de cifras y de nombres, os debe interesar una investigación sobre la naturaleza íntima del fenómeno y sobre los procedimientos para corregir los efectos.

Se puede decir que los dos caminos seguidos por los astrónomos en el estudio de la ecuación personal responden á las tendencias especiales de la ciencia con respecto á dos pueblos europeos, el francés y el alemán. Entre la Astronomía de los primeros y la de los segundos existen señaladísimas diferencias que se revelan también en el problema de que nos ocupamos; lo que se ha hecho en otros países como Rusia, Holanda, é Inglaterra sobre esta materia, puede clasificarse sin dificultad en el método francés ó en el alemán.

No obstante no poderse asignar á esa clasificación un valor absoluto (es tan cierto como que las primeras tentativas en el camino que llamo francés, son debidas al notable matemático alemán Carlos Federico Gauss), podemos decir en general que la tendencia francesa es más analítica, conduciendo á una investigación profunda sobre las causas fisiológicas del fenómeno, á una medida «absoluta» del error personal, y á su consiguiente eliminación de los resultados. El método opuesto es más práctico: más que de salvar el error se preocupa de eliminarlo mediante una oportuna combinación de las observaciones. Los mismos artificios mecánicos ideados para ese objeto, se resienten de las diferentes disposiciones; por una parte se construyen aparatos (como el de Wolf) encargados de señalar la ecuación personal absoluta de cada observador, y por otra se llega al ingeniosísimo micrómetro registrador de Repsold, que señala automáticamente las posiciones de la estrella en el campo, sin el retardo debido á la personalidad del observador, cuya función se reduce á seguir el movimiento aparente de la estrella con un hilo gobernado por un tornillo micrométrico. Las registraciones se hacen á determinados intervalos en correspondencia con puntos de la cabeza del tornillo, en los cuales se cierra un circuito eléctrico puesto en comunicación con el cronógrafo.

Parece, á primera vista, que el método absoluto sea preferible, al menos bajo el aspecto psicológico, en cuanto ofrece el medio para conocer el error y también de apreciar los factores particulares que concurren á formarlos; sin embargo, un estudio cuidadoso de toda la vasta literatura del tema nos demuestra que las tentativas hechas en ese sentido tienen más mérito como prueba que como contribución á la solución del problema. Los aparatos para la determinación astronómica de la ecuación personal no llenan su objeto. Yo no conozco ninguna operación seria de longitud en la cual se haya despejado la incógnita por medio de los citados aparatos; suponiendo que las condiciones especiales en que se lleven á cabo las mediciones sean comparables á las en que se observa, quedaría siempre por objetar la posibilidad de las variaciones en el error personal desde el instante de la determinación de éste al instante de la observación astronómica; muchos ejemplos demuestran que esas variaciones se producen realmente y en cantidad suficientemente grande para influir sobre las observaciones. En la determinación que he citado entre Turín y Milán, la diferencia entre el doctor Rajna y el que habla, resultó de tres centésimos de segundo durante el período de un mes. Se puede, en consecuencia, concluir sin más argumentaciones, que los aparatos para la medida de la ecuación personal, son objetos de museo más que de observatorio.

Antes de la adopción del micrómetro impersonal de Repsold, la ecuación

relativa entre dos observadores se determinaba de dos maneras. Ambos observaban las mismas estrellas con el mismo instrumento, ya sea mediante el uso de antejo binocular, ya alternándose delante del aparato de modo que uno observe los primeros y el otro los últimos hilos del retículo. Las diferencias sistemáticas entre los dos observadores debían tenerse en cuenta calculando su valor en la determinación de la longitud. Cada retardo en la observación del paso equivale á un desplazamiento del meridiano hacia el Poniente; si el retardo fuese el mismo para los dos observadores la diferencia de las longitudes no se alteraría, pero si el observador de la estación oriental observa con retardo respecto del otro, es evidente que el efecto será el de acercar su meridiano al del observador occidental; ocurrirá lo contrario si el observador que más retarda se encuentra en la estación del poniente. Es obvio, en consecuencia, que si el retardo no varía la diferencia de las longitudes se aumentará, en el segundo caso, de un valor igual al que había disminuído en el primero; luego basta dividir la determinación en dos series, una para el observador A en la estación Este y B en la estación Oeste y otra para B en la Este y A en la Oeste. La media de los dos resultados se encontrará libre del efecto de la ecuación personal y la semi diferencia dará el valor de la corrección. Una verificación importante se obtiene confrontando la ecuación personal encontrada por este procedimiento y la directa de los observadores.

Para que os podáis formar un criterio del grado de exactitud que se puede alcanzar, os citaré nuevamente los resultados de la confrontación entre mis observaciones y las del doctor Rajna. La diferencia de 11 centésimos de segundo determinada con la confrontación directa en Milán en Abril de 1885, subió á 14 en la confrontación realizada en Turín á principios de Junio, mientras que la diferencia entre los valores de la longitud determinados primero y después del cambio de los observadores, dió un valor de 16 centésimos. Como se ve, los residuos diferenciales son solamente de algunos centésimos lo que representa apenas una longitud de cerca de diez metros sobre el paralelo geográfico. Si en vez de calcular con tanta escrupulosidad una determinación de la ecuación personal relativa, se hubiera descuidado ese elemento, la determinación de la diferencia de longitud, se habría errado en más de cincuenta metros, es decir, de cerca 1/3000 de su valor. Podemos concluir de aquí que una diferencia de longitud en la cual no se haya tenido en cuenta la ecuación personal, está destituida de todo valor científico y práctico.

Como he dicho, la aplicación del micrómetro impersonal de Repsold ha traído en los últimos quince años una verdadera revolución en los métodos de observación de los pasajes de las estrellas. Algunos astrónomos, especialmente franceses y norteamericanos, dudan aun que con el aparato ideado por los célebres constructores hamburgueses se pueda alcanzar la eliminación absoluta del error personal; á esos críticos se les puede contestar con la elocuencia de las cifras, las cuales tienen razón sobre cualquier razonamiento *a priori*. En la determinación de la diferencia de longitud entre Potsdam y Greenwich, calculada hace tres años por el profesor Albrecht y por mi amigo el doctor Wanach, las registraciones de 24 noches de observación resultaron absolutamente independientes de la posición de los observadores, los que después de las primeras 13 noches habían hecho la permuta; la diferencia entre la primera serie y la segunda es cero y en consecuencia, la ecuación personal relativa se considera cero. El error de esta observación no alcanza á medio centésimo de segundo, lo que permite afirmar que la aplicación del micrómetro de Repsold ha resuelto el problema.

Llegados á este punto, podríamos considerarnos satisfechos si no tuviéramos presente una cuestión más vasta y filosóficamente más importante. El análisis del proceso psicológico mediante el cual el observador pasa de la impresión del fenómeno á la conciencia de la sensación misma y al acto de fijar una imagen duradera, atrae nuestra curiosidad científica y solicita nuestra meditación mucho más que la investigación de los medios oportunos para librar los resultados de nuestras observaciones de la influencia perniciosa del retardo. De la cuestión puramente técnica, nuestra mente se eleva gustosa á la determinación de las causas, y se complace al encontrarse frente á una de las fases especiales del gigantesco y fascinador problema, que más que ningún otro interesa, el del alma humana y sus funciones.

Ha sido quizás la confusión con el problema técnico-astronómico la causa de los fracasos de tantas tentativas que se han hecho antes del micrómetro de Repsold; y tiene una significación muy singular el hecho de que un simple constructor (aun siendo el más notable de los constructores) haya llegado hasta donde no tuvieron la fortuna de alcanzar muchos insignes hombres de ciencia. Es que aquéllos no se propusieron un problema trascendental, no pensaban colaborar en la solución del «conócete á tí mismo», propuesto por siglos á la meditación del hombre. Su objeto era más modesto y también más concreto. ¡Una vez más, señores, tenemos á la Astronomía como gran maestra de métodos!

Los que han intentado analizar el fenómeno, se han empeñado hasta ahora, inútilmente en localizar cada uno de sus factores. Los primeros estudios, en los cuales Bessel ha demostrado su poderoso genio, hicieron creer á él y á casi todos los astrónomos de su tiempo que la verdadera causa del retardo consistía en la dificultad del espíritu de sobreponer dos sensaciones de órganos diferentes; á esa opinión hizo críticas agudísimas y bien fundadas Encke, el cual demostró cómo en el caso de considerables diferencias (hasta de un segundo) la ecuación personal depende en parte, de un modo especial de contar los golpes del cronómetro, que podría eliminarse con mayor atención y con un oportuno ejercicio. La parte residual y no susceptible de ser corregida con la práctica podía elevarse á casi tres décimos de segundo. Ahora bien, si sobre esta parte es admisible una explicación fundada sobre la dificultad de asociación entre las sensaciones visivas y auditivas, no puede ocultarse que á esa interpretación se le pueden oponer muchas y serias objeciones. La primera es la formulada habilmente por Wolf de París, quien dice: que los músicos que componen una orquesta llegan á penetrarse del ritmo de una manera tal, que no tienen necesidad de seguir la batuta del director; la educación del artista es, pues, suficiente en este caso para hacer pasar la norma del ritmo en la región inconciente de su espíritu. ¿Por qué no ha de suceder igual fenómeno al astrónomo? Ante esta pregunta formulada por Wolf, he pensado muchas veces como se podría contestar y llevar á cabo también algunas experiencias personales. He invitado á muchas personas, no ejercitadas en astronomía, á contar algunas centenas de segundos sin oír los golpes del péndulo y encontré que mientras mis diferencias no excedían de uno ó dos segundos por minuto, las de los demás daban diferencias de docenas en más ó en menos. Esto quiere decir que el astrónomo concluye por medir el tiempo sin prestar atención á los movimientos del péndulo, habiendo de una manera inconciente, fijado en su mente el tipo de la medida equivalente al segundo. No es, pues, en la asociación de las dos sensaciones donde se debe buscar la explicación del error personal y

esto es tan cierto como que tampoco los métodos que han eliminado la sensación auditiva no consiguen corregir el error. La ecuación personal subsiste en las observaciones cronográficas donde la acción casi automática de comprimir el botón substituye la impresión producida por el golpe del reloj. La esperanza que sobre el cronógrafo habían depositado Arago en Francia y Bond en los Estados Unidos se ha frustrado totalmente.

Excluida esta interpretación, le pareció á Wolf que se podría recurrir á otra basada sobre el conocido fenómeno de la persistencia de las imágenes luminosas. La hipótesis nace espontáneamente del hecho que á los dos métodos de observación, que dejan subsistente el retardo fisiológico, les es común la necesidad de recurrir á la impresión visual; de donde se presume que es en ésta donde arraiga la causa del error, si no fuera, que también aquí, el micrómetro registrador contesta satisfactoriamente á la objeción. El hilo movable se mantiene en continuo contacto con la imagen de la estrella por acción pura y simplemente de la mano del observador, el cual se basa sobre la imagen que su ojo forma de la coincidencia entre el hilo y la estrella y no obstante ello, el error personal desaparece, lo que significa, por lo menos, que la imagen visual de ese modo obtenida, no sufre retardo alguno de trasmisión; solo que admitamos que el retardo existe y que es constante para todos los observadores.

Según el doctor Cohn, astrónomo de Koenigsberg, el movimiento del hilo se puede obtener con ventajas mediante un pequeño aparato de relojería en cuyo caso la intervención del observador se limitaría á la corrección de las mínimas irregularidades residuales. No obstante las grandes esperanzas que Cohn deposita sobre el nuevo método que había sido preconizado, muchos años antes de la invención de Repsold, por Wheatstone, Rødier y Braun, los astrónomos no se convencen de la superioridad de éste sobre el otro método. Ni siquiera ha sido, hasta el presente, encaminada hacia una aplicación práctica, la idea expresada muchos años atrás por Faye, de substituir al ojo, también en las observaciones de pasajes, la registración fotográfica. La placa sensible se ha convertido en un precioso auxiliar del astrónomo en una gran parte de sus tareas; pero, respecto del tema tratado, sus resultados no han sido aun satisfactorios.

Señores:

Mucho queda aún por decir acerca de la ecuación personal, y muchas formas de ecuaciones personales habría aun que considerar, pudiéndose decir que ninguna clase de observaciones astronómicas está exenta de los errores que la personalidad del observador aporta inevitablemente consigo; pero ello me llevaría fuera del cuadro de las consideraciones que me había propuesto presentar y me obligaría á internarme cada vez más, y siempre con menos satisfacción de vuestra parte, en la discusión de particularidades técnicas privadas de interés general.

Yo no sé deciros si habré conseguido en esta y en las precedentes conferencias, mantenerme fiel á un áureo precepto que encontré hace años en una revista inglesa: la exposición popular de las doctrinas de la ciencia positiva debe tender, más que á informar, á educar.

Para aquellos que no se ocupan exprofeso de Astronomía les conviene y agrada más el penetrar el espíritu de los métodos y la elegancia de los procedimientos, que engolfarse en la exposición de hechos y de noticias. Así en el tema de hoy, por más árido, abstruso y especial que os haya parecido, he querido poner en evidencia la armonía de la estruc-

tura metódica ofrecida por nuestra ciencia á las demás. Os pido disculpas si os he cansado, y para compensaros en lo posible, me permito invitaros á una próxima conferencia, en la cual á las deficiencias de mi palabra suplirá la ayuda genial del arte fotográfico que, también en las aplicaciones astronómicas, ha alcanzado un grado altísimo de perfección. Método por método, encontraréis que el fotográfico tiene en su favor la gran ventaja de ofrecer bajo forma visible y atrayente los resultados de la exploración del cielo.

DR. FRANCISCO PORRO DE SOMENZI.

(De la Universidad Nacional de La Plata).

(Director del Observatorio Astronómico).

(Traducción del italiano por Jorge Selva).
