

En sesión solemne de la Facultad de fecha 13 de octubre de 1949, se incorporó como miembro académico el ingeniero señor Ramón Salas Edwards. El discurso de recepción fué pronunciado por el ingeniero señor Francisco Javier Domínguez.

DISCURSO DEL INGENIERO DON RAMON SALAS EN SU INCORPORACION ACADEMICA

ELOGIO DE DON PEDRO BLANQUIER.—LA DINÁMICA EN MEDIO SIGLO

Señor Decano, señores Profesores, señores:

He tenido el honor de ser designado miembro académico de la Facultad, junto con colegas de claros títulos: Rector de la Universidad, Decano de la Facultad, Vicepresidente de la República, Ministro de Estado, Embajador... , pero yo sólo tengo de común con ellos el amor a la ciencia y la fe en nuestra profesión.

Me complace ocupar el sillón académico que fué de Pedro Blanquier.

Lo conocí, cuando él, todavía estudiante, iniciaba su labor en la revisión del proyecto de alcantarillado para la ciudad de Santiago.

Admiré unos veinte años más tarde su maravillosa reorganización de los ferrocarriles y sentí como todos los ingenieros, el orgullo colectivo de su éxito que ya es legendario.

Sería tedioso repetir fechas y nóminas de cargos y honores, que muchos recuerdan y que están protocolizados en numerosos diccionarios biográficos.

Blanquier no sólo era notable por su inteligencia y cultura; lo era aún más por su voluntad, su ética y sus obras.

La integridad de su persona, no le permitía ninguna solución, ni halagar en un extremo a los que podían favorecer sus intereses, ni en el otro, adular la opinión pública para obtener aplausos.

Tratar con él, era oír la pura verdad; era muy grato para los que nada tenían que ocultar a su mirada penetrante; muchos oyeron su opinión segura, no pocos conocieron su generoso corazón discreto.

Blanquier es una gloria, un testimonio de la eficiencia de nuestra Escuela; es un modelo para los ingenieros.

Ante él me siento, viniendo de un plano idealista, esencial e intencionalmente abstracto y metafísico, plano del saber horizontal que de todo sabe algo, muy hermoso, pero insuficiente para actuar; como llamado ante el tribunal de la pléyade de ingenieros que han hecho labor industrial y constructiva actuando en el plano del saber vertical que de algo sabe todo lo necesario para realizar.

Concretamente, las matemáticas puras son ya infinitamente grandes comparadas con la capacidad y la vida de un hombre; pero todavía infinitamente pequeñas comparadas con el problema que tienen ante sí.

De las matemáticas conocidas sólo una fracción pequeñísima se necesita para las usuales ciencias del ingeniero, como la resistencia de materiales o la hidráulica, y

aún esta parte tiene con frecuencia de matemáticas sólo la apariencia; pues, las sucesivas aceptaciones de datos empíricos, experimentales o prácticos, cada una de las cuales es una derrota del pensamiento, reduce estas ciencias a una mera interpolación entre experiencias, que daría resultados equivalentes, suponiendo otras leyes o funciones para efectuarlas. Como para calcular entre otros puntos conocidos, la ordenada de uno desconocido, acostumbramos suponer funciones que sean una suma de potencias o una suma de sinusoides.

No se puede acusar de abuso, sin embargo, a la ciencia pura de las Universidades, ante los Blanquier; como tampoco es abuso enseñar historia de Roma, a pesar de que ninguno de nosotros haya tenido que aplicar jamás, las fechas de las guerras púnicas.

La cultura matemática, como la cultura clásica, provoca un desarrollo trascendental de las facultades del hombre, e imprime en su espíritu un carácter indeleble. Según una conocida paradoja, son plenamente útiles después de haberlas estudiado y después de haberlas también olvidado; queda el bouquet y no la carga erudita, para todos temible.

El límite es no anestesiar con sueños románticos, la energía eficiente de los Blanquier.

Hace 50 años que yo entré a nuestra Escuela como estudiante; permaneció en mis manos la blanca tiza, esa centella que precisa conceptos que ningún idioma puede expresar, hasta el día que no tuve salud para seguir enseñando dinámica a los alumnos, que son jóvenes eternamente y cuya atención era homenaje que, a través de mí, subía hacia los autores de los conceptos.

Impulsado por la honrosa designación, en que culminan las bondades de mis colegas, he vuelto la mirada hacia la dinámica y la geometría correspondiente, a lo largo de medio siglo; diré mis reacciones, que no tienen valor de juicio.

Todavía niños somos iniciados en la geometría, la maravillosa obra de la razón.

El más pequeño detalle lo demostrábamos rigurosamente; sin ello no admitíamos ni la afirmación más sencilla, sugerida por lo que veíamos en el Universo físico. En verdad todos habíamos aceptado ingenuamente los fundamentos aritméticos de nuestra cultura: muchos años más tarde los estudié como ciencia, siguiendo la hermosa obra de Rey Pastor; fué como depositar flores en la tumba de un bisabuelo.

Pero había en geometría una proposición, el postulado de Euclides, «por un punto pasa sólo una paralela a una recta», que era la única que no se podía demostrar. Parecía una mancha; pero con su apariencia de cenicienta, resultaba ser la base de la ciencia.

No veamos entonces la verdad completa: hay un conjunto de teoremas solidarios, o todos son verdaderos o ninguno de ellos; está formado por los teoremas que tienen como hipótesis necesaria el postulado u otro de los teoremas que ya pertenece al conjunto que se va formando. El matemático puede elegir cualquiera de ellos, como punto de partida del raciocinio para establecer la solidaridad de todos.

Podría ser, por ejemplo, la existencia de triángulos semejantes; los ángulos de un triángulo suman dos rectos; el radio cabe seis veces como cuerda: el teorema de

Pitágoras. Ninguna de estas proposiciones es exacta si se aplica en una superficie esférica de radio finito, en vez de un plano, poniendo en vez de rectas, arcos de círculos máximos.

Se pueden concebir otros conjuntos de teoremas solidarios, geometrías aneuclídeas; interesa por ejemplo en relatividad, la geometría que se construye postulando que a la suma de los ángulos de un triángulo le falta para dos rectos una cantidad proporcional a la superficie; hipótesis antitética del exceso esférico.

Si estas afirmaciones se refieren a la geometría de dos dimensiones, nuestra imaginación puede salir al espacio para mirarla realizadas en superficies curvas; pero ya en tres dimensiones, no tienen donde asilarse; porque no todas las ideas de nuestra mente caben en la imaginación limitada a lo sensible.

Cada geometría se verifica en el dominio de los objetos, cuyas medidas cumplen sus teoremas. Al decir que la geometría del universo no es euclídea, se afirma que las medidas de los cuerpos con instrumentos reales, no satisfacen sus teoremas rigurosamente.

Sería locura tomar en cuenta que la superficie de un piso excede al inferior en un edificio, en una millonésima por la concurrencia de las verticales; incomparablemente menor es la diferencia entre nuestras medidas y la geometría euclídea; pero difieren.

Véamos también como absoluta, la diferencia entre problemas resueltos e irresolubles, como la famosa cuadratura del círculo. Sólo se trataba de reducir unos problemas a otros que se aceptaban convencionalmente como resueltos; trazar una recta dados dos puntos y una circunferencia dados el centro y el radio. Se decía con la regla y el compás; pero se resolvían sin instrumentos, concibiendo la reducción.

Este convenio da origen al más hermoso juego intelectual, las construcciones planimétricas; pero es tan arbitrario como las reglas del ajedrez. En verdad sobra la regla, basta el compás; Napoleón que lo sabía hacía rabiarse a Laplace. También si se da trazada una sola circunferencia, basta la regla.

Se originarían nuevos juegos suponiendo resueltos otros problemas; por ejemplo aceptar además la división de un arco en partes iguales, cosa tan fácil, trae una lluvia de soluciones.

Las construcciones planimétricas son un test mental, en que algunos estudiantes vieron tronchadas su aspiración profesional, como perdió su vida el esclavo de la leyenda, a quien el sultán dió mate en el ajedrez.

La dinámica es la ciencia del movimiento.

La ciencia de todos los movimientos que se puede concebir es la cinemática, cuyo trascendencia adivinó Platón; es una ciencia pura en que por primera vez vimos el espacio unido con el tiempo, con muy curiosa tardanza; una geometría en que se agrega una coordenada de tiempo; geometría de un universo de cuatro dimensiones; eligiendo coordenadas permutables, el cálculo tensorial de la relatividad.

La dinámica, propiamente, no es una ciencia pura, sino una ciencia físico-matemática, es la ciencia de los movimientos que se realizan efectivamente en el mundo físico.

Se obtendría agregando a la cinemática un postulado o principio determinativo, para deducir teoremas que rijan los movimientos reales. La geometría de que se parte ha de ser también verdadera en el universo.

Así entendida la dinámica sería la suma de las ciencias físicas.

Esta utopía daría a la razón el conocimiento matemático de todos los fenómenos y a su libre voluntad el terrible poder de dirigirse para el bien de la humanidad o para el mal. De esta utopía dista mucho la realidad; pero la dinámica ha ido modificando su postulado para matematizar un número de fenómenos cada vez mayor. Es una colaboración alternada y algo fortuita de los matemáticos y de los físicos, que en sus maravillosos laboratorios de hoy, descubren fenómenos no conocidos por los matemáticos; con frecuencia éstos los reencuentran más tarde, como consecuencias del postulado; pero si resultan incompatibles, la dinámica ha de ser modificada; la industria los deja en paz, porque sin esperarlos, utiliza el descubrimiento.

Experimentar una ley aislada o ir metódicamente experimentándola, es sólo una exposición pedagógica, reflejo de una filosofía que no conocía su proceso de los actuales laboratorios, porque el físico pone simultáneamente a prueba gran número de teoremas relativos al medio en que opera, los instrumentos que usa y sus sentidos.

En la marcha alternada de la dinámica podría indicarse: después de los primitivos, la estática de Arquímedes; después de los astrónomos, la dinámica de Galileo y de Newton; después de la industria eléctrica, las ondas de Maxwell; después de la óptica electromagnética, la relatividad de Einstein y después de los cuanta de Planck y de las experiencias nucleares que hoy se prosiguen, vendrá una nueva dinámica.

Cuando estudié, la dinámica de Galileo y de Newton era la única; pese a algunas murmuraciones precoces, de que la atracción a distancia era fantástica y reales los campos de fuerza; era la única.

También en dinámica, se podría elegir como principio para deducir los demás teoremas, cualquiera de un conjunto de solidarios; también aquí la elección ha obedecido a razones históricas y psicológicas.

Postulando la menor acción, se llega con facilidad a conclusiones universales; así se demuestra que todo vibra sinusoidalmente en torno a posiciones de equilibrio con tantos ritmos como grados de libertad. Significación universal de las funciones trigonométricas que excede mucho del primer fin con que el hombre las creó.

Se suele dar significación de economía al principio de menor acción, sin atender a que si son iguales dos funciones, es nula la diferencia y máximo o mínimo el integral de ella. Se puede hablar de ecuaciones o de máximos y mínimos, es indiferente; no tenían por qué discutir Voltaire con Maupertius.

Lo más frecuente para deducir la dinámica newtoniana, es postular la igualdad de la acción y la reacción.

Tal principio es una abdicación tácita, porque elimina las acciones interiores, sumando proyecciones o momentos.

Todavía todas las universidades están enseñando la dinámica de Galileo y Newton, a pesar de que para ir desde ella hasta el campo electromagnético, campo fecundo, hay que atravesar una hondonada muy oscura y a pesar de que las experiencias de Michelson son incompatibles con el espacio y el tiempo absoluto, que ella supone, y los cuanta de Planck, con la continuidad. Sólo accesoriamente se trata la relatividad y los cuanta, en las escuelas de ingeniería.

Tal paradoja se explica porque casi todas las cuestiones profesionales, caben todavía en esta dinámica, con una aproximación que excede a la necesaria y porque la teoría de la relatividad, que se ha presentado como una modificación de la dinámica de Galileo y Newton, tienen en electrodinámica éxitos grandes pero no totales, y se la expresa por un algoritmo difícil; óbice comparable a las funciones generatrices del comienzo del cálculo de probabilidades.

Nueva razón de esta paradoja es que las universidades están esperando que el secreto de estado no cubra al átomo.

La dinámica que usamos, pronto estará vieja de cuatro siglos; fué concebida cuando Galileo observaba la caída de los graves en la torre inclinada de Pisa; hoy los fundamentos de esta torre de raciocinio están cediendo. Al verlo temblaba la tea en la mano del viejo profesor, que encendía las de los más jóvenes...

El matemático necesita para definir los objetos y expresar sus relaciones, elegir arbitrariamente un conjunto de coordenadas.

Déscartes las acreditó aplicándolas a algunas cuestiones de geometría; pero deteniéndose, según él dice, antes de resolverlas todas, para dejar algunas a los que después vinieran. Fué en verdad generoso por la parte que nos dejó el buen Descartes; pero cada hombre tiene una distancia más allá de la cual parece ingenuo, y yo estoy temiendo que ya disto bastante de mis colegas.

Las coordenadas pueden ser elegidas de muchas maneras y a veces son numerosas; por ejemplo para estudiar el vuelo de un ave podrían ser los ángulos de que están dobladas sus diferentes articulaciones, los cosenos directores del plano de simetría craneal, el volumen de aire en el pulmón y las tensiones musculares, con parámetros meteorológicos.

Las ecuaciones de Lagrange que rigen tales coordenadas generalizadas, tienen éxito en numerosas cuestiones dinámicas, porque no requieren una cabal definición de los mecanismos. Son aplicables en física nuclear a pesar de nuestros incipientes conocimientos.

El matemático expresa en ecuaciones la verdad absoluta, mediante el lenguaje de las coordenadas convencionales y relativas; la idea permanece, el lenguaje puede cambiar.

Un teorema geométrico o una ley física, sólo pueden ser expresados por la igualdad de dos expresiones que permanezcan iguales entre sí, aunque se transformen las coordenadas, o sea, por ecuaciones invariantivas.

Un algebrista puede buscar los invariantes de las funciones que ligan y con x ; un geómetra se admirará de que escriba la fórmula del radio de curvatura, siendo que el algebrista no ha pensado ni en curvas ni en geometría. La curvatura no es relativa a los ejes coordenados, es absoluta.

El posible cambio de unidades para medir las coordenadas, exige la igualdad dimensional de las expresiones iguales; esto permite adivinar algunas fórmulas y es la base de la experimentación en modelos que han de ser semejantes no sólo geométrica, sino dinámicamente.

La invariancia es la rúbrica que individualiza a la ley natural en cualquiera ecuación escrita. Ella es la esencia de la teoría de la relatividad, que excluye toda afirmación que dependa de las coordenadas, aunque tenga en su favor tradición y

experiencia milenarias y afirma lo invariante, aunque sorprenda. Destruye para levantar en el sitio construcciones sísmicas.

Las invariancias son triunfos del raciocinio: la sonrisa con que se oyó que masa y energía eran lo mismo, ha quedado helada por la bomba atómica.

Los matemáticos han de confesar que para estudiar los invariantes aun faltan recursos; buscarlos para cuatro coordenadas, constituye el cálculo tensorial con grandes regiones ignotas. La invariancia es disciplina del pensamiento, que irá penetrando progresivamente en todos los campos de la cultura.

Algunos peldaños de la escala de la verdad han sido errores, o verdades incompletas, como los cuatro elementos, la tierra inmóvil, las estrellas fijas, los cuerpos simples.

Las ecuaciones de la relatividad, aunque son invariantivas, no traducen adecuadamente el mundo material. Las funciones usadas son continuas, tienen derivadas, crecen paulatinamente, «natura non facit saltum», afirman. El universo real es cuantificado, esencialmente una sucesión de saltos pequeñísimos, atómicos podrían llamarse.

Hace más de trescientos años cuando Galileo y Newton hablaron de la primera y segunda fluxión del camino recorrido, afirmaron que la primera se conserva sin causa y que la segunda mide las fuerzas; la dinámica salió del arrenal de la discontinuidad y desembocó en el renacimiento, época gloriosa del medio continuo, el sólido invariable y el punto material, de la balística, la mecánica celeste, la reacción giroscópica, la teoría de la elasticidad y la hidrodinámica. Pero no existe ni el punto material, ni el sólido invariable, ni hay continuidad. Las moléculas están separadas, los átomos lo están y también sus componentes que todavía no sabemos enumerar; lo mínimo tiene agitación máxima; el reposo y los movimientos solemnes son sólo una apariencia paquidérmica de los grandes conjuntos y probabilidades de los grandes números.

Las masas de los cuerpos son números enteros de masas nucleares elementales; esto llamamos su cuantificación; pero la cuantificación rige también para otras magnitudes físicas, que siempre son números enteros de unidades naturales de su especie, en el mundo real.

La convertibilidad de masa y energía, exigida por la invariancia, que permite concebir los elementos nucleares como meras sedes energéticas, supone una correlativa cuantificación de la energía. Los primeros quanta, de Planck, son medidas de la acción. Las cargas eléctricas están cuantificadas por el electrón. Las rayas de los espectros revelan cuantificación. Cuantificación son las distancias entre los elementos de los átomos y cuantificados los ritmos de sus movimientos. Muchas cuantificaciones del núcleo cubren el secreto de estado. Filósofos griegos habían basado la cuantificación del cosmos, en que los poliedros regulares sean sólo cinco.

Tantas afirmaciones complicadas, recuerdan la astronomía geocéntrica; otro Kepler verá claro mirando desde el sol; pero grande será la labor del nuevo Newton.

Los matemáticos han de hacer una síntesis de la invariancia y la cuantificación, privados de la herramienta maravillosa del análisis infinitesimal; las funciones discontinuas entrarán en la dinámica como en topología, en la teoría de los números y de los grupos, los especialistas operarán con ellas, como ya el hombre prehistórico sobre tableros cuadrículados hacia jugadas cuantificadas.

También hace más de veinte siglos jugaban en Grecia con películas de papiro hermosas jóvenes, que, para atraer los papiros, habían frotado en sus peplos trozos de ámbar; en griego ámbar se dice electrón: este juego fué etimología y origen de la electricidad, que es hoy sinónimo de civilización.

La cuantificación es la clave que explica la existencia de tipos y de especies químicas y biológicas y hace posible el conocimiento racional de la naturaleza.

Los profesores jóvenes de la Facultad, o sus discípulos, conocerán la nueva dinámica y verán converger en ella la dinámica rotacional, la probabilista y la mecánica ondulatoria, intento conciliador de quanta con invariancia e interpretarán los elementos nucleares del universo como testimonio de cuantificación.

Esta dinámica subirá más para dominar mayor porción del universo y bajará más, para ahondar en el misterio de la materia.

Los jóvenes oirán algo inaudito, como fué en el siglo XVI, la aceleración y en el actual la contracción del espacio y la dilatación del tiempo.

La nueva dinámica será abominable, una vez más, para los intoxicados con prejuicios o intereses concomitantes. Será simple para quien libre entre en el atrio. Para la humanidad, será convivir nuevos progresos, compartir nuevas ideas.

A veces, en el verano, se ven reflejadas las cosas en el agua que inunda el pavimento del camino; avanzando se disuelve el miraje, como se van disolviendo los prejuicios comunes que son barreras de la dinámica.

La epopeya del raciocinio matemático, a cuyos inmensos coros estamos unidos, requeriría un poeta para cada estrofa y un profeta para su plan; ya es hora que me detenga; pero contemplemos, una vez más, los hermosos frescos en que Rafael pintó la cultura del renacimiento.

En el Parnaso, acercándose a Homero, Virgilio y Dante, han de ir escalando algunos más, que irán declarando a los clásicos, insuperables.

Pero en el atrio de la escuela de Atenas, donde los sabios contemplan las pizarras en que escriben Pitágoras, Euclides y Arquímedes, aquí sí, aquí deben estar Galileo, Newton, Maxwell, Gauss, Einstein, Planck, cuyas lecciones los griegos oirán estupefactos.

La dinámica tiene un dominio creciente, intelectual y activo, sobre el universo físico, mediante sus ecuaciones que rigen en todo tiempo y lugar sobre innumerables móviles iguales. En el otro extremo, en el universo humano, cada hombre tiene personalidad; el espacio, geografía y el tiempo, historia; más como el cuerpo está sumergido en el universo físico, las escuelas de ingeniería son órganos de la humanidad, que actúan poderosamente sobre la propia evolución del hombre.

Hemos visto nacer grandes conquistas: el automóvil, el cine, la radio, el bombardeo aéreo... que han sido superadas por el avión, la televisión y la bomba atómica... en lo que dura la juventud.

Las universidades entregan a sus profesores instrumentos admirables y costosísimos: telescopios gigantes, ciclotrones, máquinas para ecuaciones, microscopios electrónicos... Para descubrir vocaciones celebran congresos y concursos internacionales e intercambios universitarios y multiplican libros inaccesibles mediante los

microfilms. De esta acción refleja de nuestras facultades de ciencia físico-matemáticas, de esta derivada proporcional a la magnitud, resulta el crecimiento exponencial del poder de la profesión.

Concibo la universidad como guía en la concepción del universo. Nuestros conocimientos son ramas de un árbol frondoso, cuya raíz se hunde en tierra feraz y cuya cima se pierde en la nube. A su sombra el estudio es oración y fraternidad la profesión

Así en hidráulica, la verificación experimental de bellas conclusiones del raciocinio, era respuesta a una estrofa del himno de San Francisco: «Alabado seáis mi Señor, por nuestra hermana el agua, útil y humilde, preciosa y casta».

El cieguecito va tocando con su bastón, el suelo, los muros y los árboles; va raciocinando el paisaje; la luz nos muestra la totalidad espléndida. Con nuestro sistema de ecuaciones vamos tocando los puntos más accesibles de la penumbra que nos rodea; hasta que las coordenadas de espacio y tiempo, en la luz que esperamos pierdan su objeto.

Nuestras escuelas de ingeniería están haciendo obra efectiva de amor fraternal, que va cubriendo el orbe progresivamente, porque sus enseñanzas son para la humanidad fuentes inagotables de bienestar, cada año más alto y cada día más extendido, por los ingenieros.

Desde este auspicioso punto de vista, agradezco a los profesores que estamos colegiados para una común misión universitaria, su gesto fraternal.