

*METEOROLOGIA.—Temperamento de Santiago, por DON IGNACIO DOMEYKO. (Leida en la sesion de las facultades unidas de Medicina i Ciencias Físicas i Matemáticas en el mes de Marzo de 1851.)*

Por mas sencillo i accesible a la intelijencia de todos que parezca el estudio del temperamento de un pais, no hai tal vez un hecho en la jeografia fisica que sea mas difícil de definir de un modo exacto, claro, preciso i en pocas palabras que este mismo temperamento. En efecto, la benignidad o el rigor del clima no puede espresarse ni por la temperatura media del lugar, ni solo por las temperaturas estremas, ni por la cantidad de lluvia o de nieve caidas en un año, ni por la frecuencia de las calmas i tempestades que en el mismo lugar ocurren, ni por la duracion de las estaciones etc., sino por todas estas e infinidad de otras circunstancias de igual momento e importancia. Es tambien notorio que en ningun caso debemos juzgar del temperamento de un pais por las impresiones mas o ménos agradables i pasajeras que en él recibimos, debidas en gran parte a la sensibilidad de nuestro cuerpo i al estado variable de nuestra salud i ánimo, sino que el estudio de dicho temperamento se ha de hacer mediante los instrumentos mas exactos que sea posible, con método, discernimiento i con todas las reglas que la ciencia nos impone.

En fin, el temperamento de un pais no es cosa que un viajero pueda conocer i describir de paso, sino un objeto de investigaciones laboriosas que necesitan una residencia prolongada en un mismo lugar, una serie de observaciones no interrumpidas, i se han de consultar inevitablemente las tradiciones i hechos pasados, los testimonios de los hombres ancianos i la historia del pueblo.

Supóngase que dos viajeros, aficionados a la naturaleza, llenos de las impresiones mas vivas del viaje, provistos de apuntes curiosos i pintorescos, se encuentren en algun pais lejano, habiendo uno recidido por tres o cuatro meses en Santiago en la estacion del invierno, i el otro, por igual tiempo, que, por cierto, no seria demasiado largo para los grandes corredores del mundo, en los meses de verano.

¿Qué dirian los dos, hablando del temperamento de nuestra capital?

El primero sostendria con toda la seguridad i aplomo de un buen observador, que

el clima de Santiago es lluvioso, frío, el cielo las mas veces empañado, nublado, el aire casi saturado de humedad, los nortes frecuentes, mucho desarreglo en las variaciones barométricas i semanas enteras de mal tiempo. El segundo diria al contrario que el clima de la capital de Chile es sumamente seco i árido, ardiente, sofocante, peligroso para los que padecen de nervios: sures de dia, calmas de noche, lijeras brisas de la Cordillera por las mañanas, meses enteros de cielo tan puro, lindo, diáfano, que las estrellas aun las mas microscópicas no se escapan al anteojo del astrónomo.

I si, por casualidad, llegase a tiempo un tercer viajero que por fortuna hubiese recibido en nuestra capital en los meses de marzo i abril, o bien en los de octubre i noviembre, desmentiria a buen seguro las aseeraciones exajeradas de los dos anteriores, i, encantado de la benignidad del clima, con razon haria el mas justo elogio del cielo, del suelo, del aire, i de toda la naturaleza de la ciudad, la cual, situada al pie de majestuosos cerros, en un estenso llano regado en todos sentidos por canales i arroyos, mira al propio tiempo los hielos perpétuos en las cumbres, el sol ardiente de los trópicos, engastado en el azul mas hermoso del cielo, i las mas variadas formas de vegetacion pertenecientes a todos los tipos, todas las rejiones de la tierra, desde la zona torrida hasta donde acaba la última seña de la vida.—Aquí, no sin sorpresa, jútase la elegante palma chilena, tipo de la vegetacion equinoccial, con el grave i sombrío pino de los parajes mas frio, del otro hemisferio; él siempre verde nispero del Japon con el piramidal álamo de Italia, i el melancólico sauce lloron de Babilonia con la magnolia Norte-americana. No hai estacion mes ni semana que no tenga flores, fruta i follaje que les son propios; hasta en el rostro, la tez, el pelo, i los ojos de los habitantes se reflejan los mas variadas matizes de la familia del hombre: desde la mas para blancura de la rasa caucasiana hasta el color mas cobrizo del indijena del nuevo mundo; desde el pelo mas suave, sùtil, pajizo de los niños que juegan en la orilla del Báltico, hasta la mas oscura cabellera del Mozambique; desde el azul mas claro i tranquilo del ojo de un Finlandés, hasta la mirada mas sombría de un Arabe.

La Capital de Chile tiene la suerte de poseer establecido de un año a esta parte, un observatorio meteorolójico tan completo, i dirijido por un sábio tan eminente, que bajo este respecto no tiene nada que envidiar a las capitales Europeas. Hablo de la expedicion científica Norte-Americana, la cual, a mas de las observaciones astronómicas de sumo interes para todos los sábios de ambos continentes, sigue haciendo, hora por hora, de dia como de noche, las observaciones termométricas, barométricas, higrométricas, magnéticas, las de agua caída i de cuantos fenómenos puedan llamar la atencion de un físico: todo ejecutado con órden, método, perseverancia, i por medio de los mejores instrumentos meteorolójicos. Dicha expedicion se propone proseguir los mismos trabajos por tres años, ántes de publicar un cuadro completo de sus investigaciones. Chile entónces adquirirá un tesoro precioso para el estudio i conocimiento de su propio pais i hallará un camino trazado para la continuacion de la misma obra. El término no está remoto; mas, ántes que el señor Gilliss haga este servicio a la ciencia i a la nacion, me tomo la libertad de bosquejar en un cuadro conciso los caracteres mas notables en la meteorolojía de la capital sacados de unas mil observaciones del año pasado.

### §. 1.—Presion atmosférica.—(barómetro.)

No sin fundamento los naturalistas consideran la presion atmosférica media i sus variaciones como un punto fundamental en la meteorolojía de un pais. Sumidos en un Océano acreo que ruje, vibra, se mueve i se aquieta, sube, baja i oscila, produciendo con cierta periodicidad marcas análogas a las del Océano Acero, no sentimos

las mudanzas más esenciales que se operan en el medio en que vivimos: sólo la ciencia nos advierte de ellas.

Sentado en faz de su barómetro el físico, la vista fija en el nivel del mercurio, ve que desde las 4 de la mañana su columna barométrica sube insensiblemente i sigue subiendo hasta las 9 a las 10 de la mañana. En este tiempo queda tranquila por espacio de una o dos horas i despues empieza a bajar sin pararse en su descenso, hasta las 3 o 4 de la tarde. Sobreviene entónces un segundo rato de calma i quietud, el mercurio queda inmóvil, hasta que, al ponerse el sol, como a las 5 o 6 de la tarde, principia otra vez a subir i no se para en su ascension sino entre las 11 i la media noche, a cuya hora vuelve a bajar i va bajando hasta las 3 de la mañana.

En una palabra, dos ascensiones i dos descensos en la presión atmosférica, a horas fijas, en cada 24 horas, he aquí lo que, en jeneral, se observa casi en todas partes del globo i en todo tiempo, exceptuando las latitudes mui altas i los días de los grandes temporales i revoluciones atmosféricas. El mencionado arreglo es sobre todo tan perfecto i constante en la zona equinoccial e inmediata a los trópicos que, valiéndome de la espresion de Humboldt, al viajero en esta parte del mundo puede servir el barómetro de un verdadero reloj o cronómetro. Mas a medida que nos alejamos de los trópicos dicho arreglo se turba i sufre interrupciones i anomalías tanto mas frecuentes cuanto mas nos acercamos a los pólos.

¿A qué rejion pues, bajo este respecto, pertenece el temperamento de Santiago i qué variaciones mas notables presenta aquí la presión atmosférica?

El resumen de las observaciones barométricas de todo el año 1849 nos demuestra lo siguiente: (véase el cuadro 1.º a continuacion de esta memoria).

Las mayores ascensiones barométricas en Santiago han ocurrido en los meses mas lluviosos de junio, de julio i de agosto, a las horas del *mínimum de la presión*, en tiempo de los mayores trastornos atmosféricos: las columnas de mercurio que corresponden a estas ascensiones, reducidas a 0º de temperatura, han sido:

724.5—724.7—725 8 milímetros.

Los mayores descensos de la columna barométrica han ocurrido en los meses de mayor sequia i del arreglo mas perfecto en las variaciones atmosféricas: es decir, en los meses de febrero i marzo. La columna mas baja que he visto en todo este año fue

701,9 milímetros. (Reducida a 0º)

La presión atmosférica *media* en todo el año (red. a 0º) ha sido

714.06 milímetros.

Esta presión corresponde a una altura de 569.4 metros sobre el nivel del mar, a cuya altura nos hallamos descargados de una 1/15<sup>a</sup> parte del peso que se sufre en la playa de Valparaiso.

La diferencia en la *presión atmosférica media de un mes a otro*, no pasa de dos milímetros; i lo que hai de mas notable es que la *mayor presión media del mes*, que es de 715 a 716.7 corresponde a los meses mas lluviosos, mientras que la *menor presión media del mes*, coincide con la mayor sequia del tiempo i corresponde a los meses de febrero i marzo.

Este fenómeno, tan contrario a la opinión comun de que todo descenso de barómetro ha de anunciar precisamente las lluvias o el viento i toda la elevacion del mercurio en el mismo barómetro es efecto o presajio del buen tiempo, no es excepcional, o propio solamente del temperamento de Santiago i del citado año 1849. El mismo fenómeno he notado en 1847, 1848 i este año en la Capital, como tambien en los ocho años de mi residencia en Coquimbo: i el mismo fenómeno se observa en las la

titudes más aproximadas a los polos: es decir, que la mayor *presión atmosférica media del mes* corresponde a los meses de invierno i la menor a los de verano.

He de añadir que este año tan extraordinario por la abundancia de las lluvias, el barómetro, durante todo el invierno, se mantuvo a una altura quizás mas considerable que nunca, i los dos últimos aguaceros tan inesperados, aunque ocurridos en la estacion en que la presión atmosférica suele disminuir considerablemente, el del 8 de octubre, que echó en pocas horas 35 milímetros de agua, coincidió con la mayor ascension barométrica (724 m.m.) i el del 25 de noviembre todavía ménos esperado e igualmente recio, cayó cuando el barómetro marcaba 720.7 m.m.

No está suficientemente probado que las fases de la luna ejerzan influjo notable en la presión atmosférica media del mes. En efecto las observaciones diarias en Santiago demuestran que la mayor altura barométrica recae unas veces en la primera, otras veces en la segunda i otras veces en la tercera decena del mes. Tengo sin embargo que señalar como un hecho digno de llamar la atencion de los observadores, que la mayor altura media recae las mas veces en la tercera i la menor en la primera decena del mes.

En cuanto a las variaciones, es de notar que en Santiago el mejor arreglo en ellas, casi tan perfecto como en la zona ecuatorial, se observa durante los meses de verano. es decir, en tiempo de la falta absoluta de lluvias i en la época de la periodicidad mas perfecta de los vientos: que al contrario en los meses de invierno dichas variaciones suelen sufrir anomalias mui frecuentes i aun *inversion de periodos*; de manera que en este tiempo la mayor altura barométrica recae a veces en la hora del *mínimum* i la menor a las 9 ó a las 10 de la mañana. Contados los casos de estas anomalias se ve que mientras en el mes de marzo no se ha visto ni un solo caso de dicha inversion, han ocurrido 9 en el mes de julio en los tiempos de aguaceros.

La mayor amplitud de las variaciones barométricas en todo el año no llega a 24 milímetros, i la de las variaciones diurnas no pasa por lo comun de uno a dos milímetros. Ocurren sin embargo a veces cambios mucho más rápidos, acompañados de fenómenos dignos de notarse. Los mas extraordinarios sucedieron el 5 de julio i el 24 de agosto, en circunstancias algo raras que no sería de mas referir.—El dia 3 de julio hubo un gran aguacero en que han caido 41 milímetros de agua con un viento norte constante; el dia siguiente a las 12 de la noche vino un temblor mui recio (bar.º 720.1 Term.º 10.3) i luego el dia 5 de julio el barómetro bajó en seis horas de las 9 de la mañana a las 3 de la tarde de 6.6 milímetros, sin que se notase alguna novedad mui grande en la atmósfera. El segundo caso, el que se refiere al 24 de agosto, sobrevino tambien despues de un temblor mui grande que se sintió un dia antes a las 6h 46' de la tarde; el cielo amaneció mui claro i limpio i el barómetro, llegando a cierta altura en la hora del *máximum*, como a las 9 de la mañana, en lugar de principiar a bajar, como acostumbra, continuó a elevarse i, en ménos de seis horas ascendió unos siete milímetros (6 8/10).

Por último, no sería demas contestar a la pregunta que hace por lo comun el público: ¿si el barómetro sirve en Santiago para anunciar la lluvia o no? lo que traducido en términos mas exactos quiere decir ¿si las lluvias resultan de las mismas causas que hacen disminuir la presión atmosférica?

En virtud de lo que ya hemos dicho que el barómetro en verano se mantiene por lo comun a una *altura media* menor que en invierno, i en verano nunca llega a ascender tanto como suele subir en la estacion de las lluvias, se sigue que, en general, la presión atmosférica en Santiago no influye de un modo absoluto en la formación de las lluvias, i por lo tanto la altura barométrica *observada* nunca puede, de un modo absoluto, anunciar para nosotros la probabilidad de una lluvia. Sin embargo, he de advertir que llegando a la estacion de las lluvias, la altura barométrica *relati-*

va, es decir un gran descenso del barómetro, observado con relacion a la altura barométrica que lo habia precedido, es un indicio mas o ménos seguro de la lluvia o de un gran temporal en las cordilleras vecinas.

Asi, a pesar de que la presion atmosférica *media* en la capital es de 714 m. m.<sup>s</sup>, la mayor altura de la columna barométrica asciende a 726 m. m.<sup>s</sup> i la menor a 701, na die puede estar seguro del buen tiempo aun cuando el barómetro marca 720 m. m.<sup>s</sup>, ni de la lluvia, al ver que el mercurio oscila sin apartarse mucho de su altura de 710 m. m.<sup>s</sup>. Mas si en la misma estacion de invierno el barómetro despues de haber ascendido a la altura de 723 o 724 m. m.<sup>s</sup> principia a bajar i sigue bajando, aunque de un modo lento i continuo, parándose solo en las horas del *máximum*, por espacio de dos o tres dias, en tal caso, aunque la columna del mercurio no llegue a la altura *media*, viene luego un aguacero o una serie de lluvias que se renuevan por dos o tres dias consecutivos.

**§. 2. — Temperatura de la Capital. (Termómetro.)**

Se sabe, que para conocer el temperamento de un lugar con relacion al calor o frio que reina en él, es de toda necesidad determinar:

- la temperatura *media* del año;
- id. id. del mes mas caluroso;
- id. id. del mes mas frio;
- la duracion de los meses calurosos;
- id. de los meses frios;

en fin, las variaciones mas notables i mas frecuentes que ocurren en 24 horas tanto en los meses de verano como en los de invierno.

La temperatura *media* del año en Santiago es de 15.<sup>o</sup> 86 *o*/<sub>100</sub>; es casi la misma que la temperatura *media* del mes de abril, i, con poca diferencia, la del agua de los pozos de Santiago. En realidad, sumerjido el termómetro en el agua de un pozo de 28 a 29 varas de hondura en Yungai,

el 7 de julio del corriente, marcó. . . . .	75. <sup>o</sup> 2
el 31 de octubre, id. . . . .	16. <sup>o</sup> 0

Ahora, la temperatura *media* de Coquimbo, sacada por mi de unas 4000 observaciones hechas en los años 1838—1842 es. . . . . 16.<sup>o</sup> 09

La de Concepcion determinada últimamente por don Teodoro Philippi mediante la temperatura de los pozos i manantiales del lugar. . . . . 10.<sup>o</sup> 8

Luego, comparada la temperatura de Santiago, con la de dos puntos situados a la costa, poco mas o ménos a 150 leguas de camino al sur o al norte de la capital, resulta que la temperatura de Chile decrece desde Coquimbo a Santiago como de un tercio de grado *o*/<sub>100</sub> por cada grado de latitud, i de Santiago a Concepcion de mas de un grado (5/4 de 1.<sup>o</sup>) de term.<sup>o</sup> cent.<sup>o</sup>, por cada grado de latitud. Mas, desde luego hemos de admitir que la gran elevacion de temperatura de Santiago respecto de la de Concepcion no se debe atribuir simplemente a la diferencia en la latitud sino a la situacion particular de la Capital, la distancia que la separa del mar, i su colocacion entre las dos cadenas de las cordilleras, en un llano espacioso, formado de un suelo que absorbe mucho calor de dia i lo emite lentamente de noche.

Es natural, que para determinar el influjo de las diversas latitudes en la temperatura *media* de Chile se tomen por puntos de comparacion las temperaturas de los puertos de Copiapó, de Coquimbo, de Valparaiso, de Concepcion i de Valdivia, i no se comparen las temperaturas de los lugares situados a diferentes alturas i a diversa distancia de la costa.

Admitiendo con Pouillet la division del hemisferio boreal en seis zonas isotermales (o de la misma temperatura media), es decir en las de

- 30° a 23.5—zona torrida o ardiente,
- 23.5 a 20.0—zona caliente,
- 20 a 15 —zona suave,
- 15 a 10 —zona templada,
- 10 a 5 —zona fria,
- 5 a 0 —zona glacial;

resulta que el temperamento de Santiago corresponde a la zona mas templada del otro hemisferio: es decir, a aquella que pasa por la costa de la Francia en todo el litoral del Mediterráneo bajo la latitud media de 43°, i la cual se dirige, acercándose a los trópicos, ya al este, hácia la costa de Japon, ya al oeste hácia las embocaduras de Misisipi.

La temperatura media de los meses mas calorosos en Santiago: (diciembre, enero, febrero i marzo) es. . . . .	21.°6 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>
La de los meses mas frios: (junio, julio i agosto). . . . .	9.9
La temperatura media del mes mas caloroso: (enero) . . . . .	23.2
La de julio i agosto que son los meses mas frios. . . . .	9.6

La estacion de los calores mas grandes dura como dos meses i medio: desde la mitad de diciembre hasta el fin de febrero; la de los mayores frios, por dos meses, desde la mitad de junio, hasta la mitad de agosto.

La mayor ascension del termómetro que he observado en Santiago al aire libre, en la sombra, i en lugares enteramente sustraídos a todo reflejo de la luz i del calor de las paredes vecinas, ha sido de 33.°5, i el mayor descenso en todo el año, en las mañanas del invierno, en el interior de la ciudad, no baja de 1.°1: de manera, que la mayor amplitud de las variaciones termométricas en todo el año en Santiago asciende a

32.°4;

la misma amplitud en Coquimbo no pasa quizás de 13 a 14.°

En fin, para decidir a qué temperamento pertenece el de Santiago con relacion a la variabilidad de su temperatura, fijémonos en la distincion que hace Pouillet entre el *temperamento constante*, *temperamento variable* i *temperamento excesivo*, i comparémos la temperatura de nuestra capital con los casos citados por el mencionado sábio en su tratado de fisica.

		Temp. <sup>a</sup> media del año.	Temp. <sup>a</sup> media del mes mas caloroso.	Temp. <sup>a</sup> media del mes mas frio.	Diferencia.
Temperamento constante.	Tunechal.	20.3	24.2	17.2	6.4
	Santiago.	15.8	23.2	9.5	13.7
Temperamento variable.	San Maló.	12.3	19.4	5.4	14.4
	Paris.	10.6	18.5	2.3	16.2
	Lóndres.	10.2	18.0	3.2	15.8
Temperamento excesivo.	Nueva York.	12.1	27.1	—3.7	30.8
	Pekin.	12.7	29.1	—4.1	33.2

De esta comparacion resulta que el temperamento de Santiago pertenece a la segunda categoria, es decir, a la de los temperamentos *variables* como son los de Paris i de Lóndres, llevando a estos últimos la ventaja de ser como de cinco grados mas caliente, de 6 a 7 ménos frio, i de unos dos a tres grados ménos variable.

Pero, lo que mas caracteriza el temperamento de Santiago i lo hace distinguir de

los otros dos con que lo hemos puesto en parangon, es la frescura de las noches del verano i la gran amplitud de variaciones termométricas que por lo comun ocurren en cada 24 horas en Santiago durante la estacion del calor. Basta decir que la diferencia entre la temperatura media del día i la de la noche en los meses de verano asciende a 14.º i sube a veces hasta 20.º Si se agrega a esto que la accion directa del sol en la misma estacion hace subir el termómetro a mas de 50º, que el máximum de temperatura de la sombra en estos meses ocurré entre las dos i las tres de la tarde, a la hora en que corre el viento sumamente seco i el aire, como lo veremos en el artículo siguiente, se halla en estado de su mayor sequedad; que, en fin, desde las 5 de la tarde el descenso de temperatura es tan rápido que en ménos de cuatro horas el termómetro se halla a unos 9 o 10º debajo el punto donde estaba ántes, i la irradiacion en las noches mui grande, sin que aparezca el indicio mas pequeño de rocío: todas estas circunstancias reunidas concurren a dar una idea bastante exacta de lo que hai de verdaderamente particular en el temperamento de la Capital de Chile i lo que lo hace distinguir de otros paises.

Pasémos ahora a la parte mas delicada i difícil de la meteorolojia, la que trata del estado higrométrico i sus variaciones.

### §. 3.—Estado Higrométrico.

[Consideraciones preliminares: ¿qué es grado de humedad o humedad relativa del aire?

Se sabe que el problema jeneral de la higrometria consiste en determinar la cantidad de vapor de agua que se halla, en un instante cualquiera, en un volúmen determinado de aire, i la razon de esta cantidad a la que el aire pudiera contener si estuviese saturado de humedad, es decir, si contuviese la mayor cantidad de vapor posible.

De este modo se entiende el espresado problema en la ciencia; mas el público, i, en jeneral, las personas que sin poseer los conocimientos científicos desean tener una idea del temperamento de un pais, preguntan por lo comun ¿qué grado de humedad suele tener el aire, si está mui seco o mui húmedo, i qué variaciones sufre a este respecto en las diversas estaciones del año?

Las mismas personas creen por lo comun que el aire es tanto mas húmedo cuanto mas agua contiene i tanto mas seco cuanto menor es la cantidad de ella, disuelta en un volúmen determinado de aire.

Creo pues necesario impugnar aunque de paso este último error i fijar la atencion del público sobre la medida que nos ha de servir para determinar con exactitud el grado de humedad o de sequedad en la atmósfera.

Para esto hemos de saber, que la mayor cantidad de vapor de agua que puede existir en el aire en un instante cualquiera no puede pasar de cierto limite i es tanto mayor cuanto mas elevada sea la temperatura del aire. Así, por ejemplo, a la temperatura de 10º cent. lo mas que puede haber de agua en un metro cúbico de aire es 9 gramos 7 decigramos, mientras a 0º el mismo metro cúbico de aire puede apenas contener 5<sup>sr</sup>.4 de vapor de agua, i a la temperatura de 20º puede elevarse su cantidad hasta 17<sup>sr</sup>.3 por metro cúbico. Cuando el aire contiene la mayor cantidad de vapor que en un instante dado i a la temperatura que tiene pueda contener, se dice que está saturado. Hallándose en este estado de saturacion, es claro que por poco que se enfríe, debe condensarse el vapor contenido en él i condensándose ha de producir rocío en la superficie de los cuerpos sólidos, o niebla i nubes en la atmósfera: es tambien evidente que en igual caso, aun sin que se enfríe el aire, el mismo vapor ha de condensarse en la superficie de los cuerpos algo mas frios que el aire.

Por esta razon el aire saturado de vapor de agua es el único que produce en nues-

tro cuerpo lo que llamamos la *sensacion de humedad* i producirá un efecto contrario tanto mas sensible, cuanto mas le falta de este mismo vapor para estar saturado. Mas, como la mayor cantidad de vapor que pueda existir en el aire pende de su temperatura, se sigue que en invierno, cuando el termómetro marca, por ejemplo, 10°, 10 gramos de vapor de agua contenidos en un metro cúbico produzcan en nosotros la sensacion de humedad: porque a esta temperatura el aire no puede guardar sino, cuando mas, 9 gram. de vapor por un metro cúbico; la misma cantidad de vapor de agua, es decir 10 gramos en un metro cúbico, en verano, cuando el termómetro suhe a 30° de temperatura, producirán la sensacion de sequedad: porque a esta temperatura el aire podria contener hasta 29 gramos de vapor por cada metro cúbico. En el primer caso diremos el aire está húmedo, en el segundo, está mui seco, aunque en ambos casos la cantidad de vapor de agua en el aire sea la misma.

Luego, ¿Qué cosa adoptaremos por medida de la *humedad* para cualquiera temperatura del aire en un instante cualquiera? Pues a cada temperatura corresponde cierta cantidad de vapor de agua, la mayor que puede haber en el aire, tomemos por *unidad de comparacion este máximo* o esta mayor cantidad posible de agua, i, comparando con ella la que realmente existe en el aire en un instante cualquiera, tendremos una razon exacta de lo que existe a lo que pudiera existir. Esta razon será una *fraccion* del mencionado máximo, es decir, de la mayor cantidad posible de vapor de agua que puede existir en el aire a la temperatura que tiene, i esta fraccion, nos servirá de medida para la estimacion del *grado de humedad*: es decir, mientras menor sea el valor de dicha fraccion mas seco estará el aire, i mientras mas ella se aproxime a la *unidad*, mas húmedo: de manera, que cuando llueve i el aire está *saturado* de vapor de agua, la fraccion será igual a la unidad, porque en tal caso la cantidad de vapor realmente contenido en el aire es igual a la mayor cantidad posible que puede contener.

Esta fraccion se llama *fraccion de saturacion*. Para determinarla en un instante cualquiera, basta saber la cantidad de vapor que en este instante existe en cada metro cúbico de aire, i la mayor cantidad de vapor posible que a esta misma temperatura pudiera contener el aire. La primera cantidad partida por la segunda, nos dará la fraccion de saturacion que a tal instante corresponde.

En otros términos, dividida la mayor cantidad de vapor que en un instante dado pueda existir en el aire en cien partes, o en cien grados, el número de estas partes que realmente existen, nos dará la razon de humedad existente a la que en tal instante pudiera existir, es decir el *grado de humedad relativa*, que nos indicará, cuánto vapor de agua falta para la *saturacion* del aire.

Citemos un ejemplo:—trátese de determinar el grado de humedad en el instante presente. Supongamos que el termómetro marca 22°. Buscando en las tablas que se dan para las mayores cantidades de vapor que puede contener el aire en diferentes temperaturas, (véase Pouillet, Tratado de Física T. 2. 520) hallamos que a 22° de temperatura el aire puede contener hasta 19 gram. de vapor por cada metro cúbico. Determinaremos pues por un medio cualquiera la cantidad de vapor que en el aire existe i si hallamos que realmente hai 13 gr. de vapor en cada metro cúbico de aire, diremos que la cantidad del vapor que existe es a la que pudiera existir como 13/19; dividida la segunda por la primera, tendremos que la *humedad relativa* o la *fraccion de saturacion* será  $13/19 = 0.68$ ; es decir: existe en la atmósfera en este instante *solo 68 partes de vapor de las cien partes que pudieran existir*.

En todo caso hemos de distinguir la *humedad relativa*, o *fraccion de saturacion*, que corresponde a lo que vulgarmente llaman *grado de humedad*, de la *humedad absoluta* o la cantidad absoluta de vapor que existe en el aire,



Luego todo se reduce a saber determinar la cantidad de vapor de agua que existe en el aire en un instante cualquiera: porque, en cuanto a las mayores cantidades de vapor, que corresponden a diversas temperaturas, para esto ya tenemos tablas hechas de antemano determinadas por los mejores físicos modernos, i publicadas casi en todos los tratados de física.

Ahora queda por decir, que en lugar de tomar la *cantidad* de vapor existente en el aire i la mayor que pudiera existir a la temperatura observada, para determinar, como acabamos de decir, la fraccion de saturacion, o la humedad relativa, se puede tomar la *fuerza elástica* que tiene el vapor existente i la mayor fuerza elástica que pudiera tener el vapor a esta temperatura en el aire; partida esta última por la primera obtenemos la misma fraccion de saturacion, o humedad relativa, que la que se obtiene por medio de las cantidades. En tal caso, en lugar de determinar la cantidad de vapor existente, se determina la fuerza elástica del propio vapor i se hace uso de las tablas calculadas para la mayor fuerza elástica que puede tener el vapor de agua en cualquiera temperatura.

### Métodos Higrométricos.

Todos los métodos higrométricos sirven para determinar directa o indirectamente, ya sea la cantidad, ya la fuerza elástica de vapor contenido en el aire en un instante cualquiera.

El antiguo higrómetro de pelo sirve solo para observaciones comparativas de un día a otro, pero presenta graves inconvenientes cuando se trata de determinar el estado higrométrico del aire, de un modo absoluto i exacto: ya sea porque el pelo pierde con el tiempo su elasticidad, ya porque los higrómetros hechos del mismo modo no marchan acordes, ya porque la escala i los grados intermedios no se establecen sino con grandes dificultades para cada higrómetro, i es menester formar *tablas higrométricas* para cada instrumento por separado, tablas que necesitan corregirse cada dos o tres años.

Los métodos mas exactos son, 1.º el método químico, que sirve para determinar de un modo riguroso i directamente el peso de vapor de agua contenido en un volumen de aire conocido: 2.º el método de condensacion, por medio del cual se determina de cuánto se ha de bajar la temperatura del aire en un instante cualquiera para que el vapor de agua contenido en el aire pueda saturarlo; 3.º método *psicrométrico*, que nos dá a conocer, aunque de un modo indirecto, ya la cantidad, ya la fuerza elástica del vapor existente en el aire, por la diferencia que se nota entre la temperatura de un termómetro seco i de un termómetro húmedo, ambos espuestos al aire libre en un instante cualquiera.

De los tres métodos me he valido a un tiempo para determinar el estado higrométrico del aire en la capital, en diversas estaciones del año. Para el lugar de mis observaciones he escogido el balcon del patio del musco nacional en la acera de la sombra a una altura como de seis varas sobre el suelo del patio. Las ventajas que ofrecia el lugar han sido: el patio bastante espacioso para la circulacion libre del aire a toda hora del día, un abrigo suficiente tanto contra el viento, como contra la accion directa del sol, en fin un suelo seco donde no hai ni acequias ni derrames de agua.

He aquí los modos de proceder empleados por mí.

1.º *Método químico*.—A un gran frasco de vidrio de capacidad de 3 libras i media, lleno de agua, adopté un tubo de Mariote, con el objeto de dar paso a una corriente lenta i continua de aire. La extremidad inferior de este tubo pasaba como a una pulgada del fondo del frasco i en este mismo fondo habia un gollete con una tapa atravesada por un tubo por el cual se efectuaba el derrame del agua. A la otra extremidad del tubo de Mariote, extremidad que salia por la tapa superior del fras-

co, adapté un pequeño tubo con amianto humedecido con ácido sulfúrico, destinado a absorber la humedad que pudiera comunicarse del interior del frasco, i a este tubo agregue un otro de 5 a 6 pulgadas de longitud lleno de pedazos de piedra pomez impregnada de ácido sulfúrico concentrado. Este último tubo, de peso conocido, servia para absorber el vapor de agua contenido en el aire que entraba por el tubo de Mariote para reemplazar el agua que salia del frasco por el tubo de abajo. Luego que el nivel del agua llegaba a la seña que correspondia a 3 libras de capacidad, se tapaba el orificio del derrame i se quitaba al instante el tubo que contenia pedazos de pomez. Se pesaba inmediatamente este tubo en una balanza sensible de un medio miligramo, i el aumento del peso me daba el de vapor de agua contenido en tres decímetros cúbicos. El tiempo del derrame no pasaba de 13 a 14 minutos. Para evitar errores provenientes de la temperatura, traté de emplear el agua de temperatura casi igual con la del aire, i como el aire, al entrar en el frasco, tenia que atravesar, burbuja por burbuja, toda la masa del agua, se tomó por la temperatura del aire la del agua que se recibia en un otro frasco igual al primero.

2.º *Método de condensacion.* Se sabe que cuando el aire está saturado de vapor de agua, con el mas pequeño descenso de temperatura se forma rocío. Por otra parte, se sabe que cuanto mas elevada sea la temperatura del aire tanta más agua se necesita para saturarle; i, *vice-versa*, cuanto mas hacemos bajar la temperatura del aire que contenga cierta cantidad de vapor de agua, en un instante cualquiera, tanto mas este aire se aproximará al estado de saturacion: de manera que basta determinar a qué grado, haciendo bajar la temperatura del aire en un instante cualquiera, principia a aparecer el rocío, para saber cuánto vapor en el propio instante hai en la atmósfera, o mejor, qué fuerza elástica tiene el vapor de agua contenido en el aire en este instante.

Ejemplo: supóngase que la temperatura del aire sea de 30º *el*º i que se necesite bajarla a 6.º para que el vapor de agua contenido en este aire empiece a condensarse, es decir que aparezca rocío. Buscando en la tabla de los pesos de vapor contenido en un metro cúbico de aire saturado, hallamos que a 6.º de temperatura el aire puede contener cuando mas 77 decigramos de vapor en un metro cúbico: luego el aire atmosférico en este instante contenia 77 decigramos de vapor de agua en un metro cúbico: i como este aire a 30º de temperatura que tenia, podia contener (segun la citada tabla) 294 decig. de vapor, luego el *grado de humedad*, es decir, la fraccion de saturacion ha sido en este instante  $77/299 = 0,257$ : o bien, tomando las fuerzas elásticas en la misma tabla, tendremos la fraccion de saturacion  $= 7.4/30.6 = 0,242$

Los antiguos higrómetros de condensacion, ya sea el de cápsula o de virola de oro, ya el de Daniél, presentan graves inconvenientes i no dan sino resultados aproximativos. El instrumento de que me he valido en mis observaciones ha sido el nuevo higrómetro de condensacion inventado por Regnault, fabricado en el taller del Señor Bianchi en Paris.

Este higrómetro (t) consta de un dado de hoja de plata mui delgada i perfectamente bruñida. El dado tiene 45 m. m. de altura i 20 m. m. de diámetro: se ajusta exactamente a un tubo de vidrio *t*. abierto por sus dos extremos i unido lateralmente con un otro tubo *t'*. La estremidad superior del tubo *t* está tapada con un corcho atravesado por la varilla de un termómetro mui sensible que se coloca en el eje del mismo tubo, de modo que la ampolleta cilindrica de dicho termómetro se halla en medio del dado de plata. Un tubo de vidrio *F* abierto por los dos extremos atraviesa al mismo corcho i descende hasta el fondo del dado. Se vierte el eter en el tubo *t*.

i, mediante un tubo de plomo, se pone el tubo lateral *t'* en comunicacion con un *aspirador* de 3 a 4 cuartillos de capacidad, lleno de agua. El aspirador se coloca cerca del observador mientras el higrómetro condensador se aleja de él lo mas distante posible.

Abriendo el aspirador para dar paso a la salida del agua, el aire penetra en el tubo angosto *fh*, atraviesa en globulillas al éter, enfriándolo i arrastrando el vapor. Es claro que el enfriamiento se hace tanto mas rápido cuanto mayor es la rapidez con que sale el agua del aspirador, i toda la masa de éter atravesada por el aire, debe presentar temperatura casi uniforme. En menos de un minuto la temperatura desciende al grado de producir abundante rocío; i al instante se observa el termómetro mediante un antejo.

Supongo que este termómetro marque  $12^{\circ}$  : i es claro que esta temperatura es mas baja que la que corresponde realmente a la saturacion del aire. Ciérrese la llave R del aspirador, en el acto el aire cesa de correr, el rocío desaparece al cabo de algunos instantes i el termómetro vuelve a subir. Supongo que en este momento marque  $13^{\circ}$ : Este punto es superior al punto de rocío. Abro un poco la llave R, de modo que el aire pase muy lentamente al traves del eter; si, a pesar de eso el termómetro continúa subiendo, abro un poco mas la llave, i hago bajar el termómetro a  $12^{\circ}9$ ; cerrando un poco mas la llave, no es difícil hacer que el termómetro descienda con mayor lentitud i que se mantenga estacionario tanto cuanto se quiere. Si al cabo de algun tiempo no aparece rocío, prueba que  $12^{\circ}9$  es superior al punto de rocío. Hago pues bajar el termómetro i mantenerlo a  $12.8$ , arreglando convenientemente el derrame. Supongo que la superficie metálica se empañe al cabo de algun instante; infiero que  $12^{\circ}8$  es algo mas i  $12^{\circ}9$  algo menos que la verdadera temperatura correspondiente a la saturacion. Puedo adquirir un grado de aproximacion todavia mayor buscando si  $12^{\circ}85$  se halla arriba o debajo del mencionado punto de rocío. Para esto, doi una pequeña vuelta a la llave R, de modo que el termómetro vaya ascendiendo con mucha lentitud, a pesar de que las burbujas de aire continúen pasando al traves del éter, i observo si el rocío dura o desaparece a  $12^{\circ}85$ , temperatura a la cual mantengo por algun instante el termómetro estacionario.

Todas estas operaciones piden mas tiempo para describir las que para ejecutarlas, i un observador acostumbrado a ellas no necesita mas que 3 a 4 minutos para determinar el punto de rocío a  $1/20$  de grado de aproximacion.

De este higrómetro perfeccionado, cuya descripcion doi aqui por no hallarse en los tratados de física modernos, me he valido para determinar el *grado de humedad* o la *fraccion de saturacion* a cualquier instante. En cuanto a la fuerza elástica de vapor que corresponde a diversas temperaturas, la tomo de las tablas modernas determinadas i publicadas por Regnault en los Anales de Química del año de 1844. (T. 11. Tercera Série paj. 333.)

3.º *Método psicrométrico*. Se sabe que el psicrómetro consta de dos termómetros iguales de los que uno se mantiene constantemente húmedo i el otro seco. La diferencia entre los grados de temperatura que marcan a un tiempo los dos termómetros es suficiente para calcular el *grado de humedad* o la *fraccion de saturacion* del aire en un instante cualquiera.

La facilidad con que se hacen esta clase de observaciones, lo portátil que es el instrumento, lo cómodo para manejar i lo barato que cuesta, todas estas circunstancias concurren a dar cierta preferencia a este método, aunque los datos en que se funda el cálculo dejan todavia mucho que desear, en cuanto a su exactitud, i los resultados que se obtienen son algo inciertos cuando el aire se acerca al grado de saturacion.

Por estos motivos i por razon de que todo lo relativo a este método se halla ape-

nas indicado en los tratados de física, creo hacer un servicio a los que en Chile se ocupan de la meteorología del país, esponiendo aquí brevemente las nociones necesarias para la teoría i el uso de este instrumento.

El psicrómetro como cualquier otro higrómetro debè colocarse en la sombra en un lugar espacioso, abierto, lo mejor en un patio, por donde no corre mucho viento i a mas 2 o 3 varas encima del suelo, lejos de las acequias o del suelo donde se derraman las aguas o se echa basura.

Importa mucho que el termómetro humedecido no reciba sino la cantidad de agua absolutamente necesaria para mantener húmedo el trapito con que está envuelta la ampollita de dicho termómetro; si pasa mas agua que la necesaria, el termómetro marcará uno o dos grados mas que lo que debería marcar.

No menos importante es que las gotas de agua que caen del trapo no se derramen cerca de la ampollita, i pasen a un frasquito de boca angosta, como tambien que el vapor proveniente de la evaporacion del agua pueda esparcirse mui pronto en el aire, sin viciar o cambiar el estado higrométrico del aire que rodea al instrumento.

Es de aconsejar que despues de haber pasado por algun rato, por ejemplo, por uno a dos minutos, un chorrito de agua el mas pequeño posible sobre el termómetro, se quite el agua, se retire el frasquito i se observe por algun rato mediante un anteojito, a cierta distancia, la marcha del termómetro. Se vé entónces que, por lo comun, al quitar el agua, el termómetro baja un poco todavía mas i luego vuelve a subir. Es menester marcar bien el punto de donde principia a subir el mercurio, porque este punto nos dá la verdadera temperatura del aire de que está rodeada la parte humedecida del termómetro.

*Teoría:*—(1) Cuando el instrumento está colocado en medio de una corriente de aire conveniente, ni mui lenta ni rápida, mui pronto se satura de vapor el aire de que está rodeada la ampollita humedecida del termómetro; i esta última gasta una parte de su calórico en la formacion del mismo vapor. En este momento el termómetro húmedo marca la temperatura a la cual ha tenido que bajar el aire para estar saturado de vapor.

Supóngase que el termómetro húmedo marca 46°; en tal caso, el aire de que está rodeada la ampollita envuelta en el trapo se ha enfriado hasta adquirir la temperatura de 46° i a esta temperatura se halla saturado de vapor. Buscando en las mencionadas tablas cuánto vapor contiene el aire saturado a la temperatura de 46°, se vé que, si todo el aire atmosférico en este momento se hallase saturado de humedad i tuviese 46° de temperatura, habria en cada metro cúbico de aire 43,7 gramos de vapor; sin embargo el aire de que está rodeada la ampollita, no está, en realidad, saturado de vapor, pues este aire continúa todavía tomando vapor a la parte humedecida del termómetro; luego el estado higrométrico de Atmósfera en este instante es tal, que en cada metro cúbico de aire hai menos de 43,7 gramos de vapor.

Ahora la cantidad de vapor que pasa al aire de que está rodeada la ampollita húmeda del termómetro, pende de la cantidad de calor que ella entrega para producir vapor; mas la cantidad de calor que ella entrega es tanto mayor, cuanto mas se enfria la ampollita, i es proporcional a la diferencia en la temperatura observada de los dos termómetros; esta cantidad de vapor que pasa al aire, se entiende, al aire que corre rozándose contra la parte húmeda del termómetro, esta cantidad la podemos considerar, sin cometer un error notable, proporcional a esta misma diferencia. Llamando esta diferencia  $d$ , tendremos que la cantidad de vapor, que un metro cúbico de aire, pasando consecutivamente al rededor de la ampollita húmeda, le arrebatara podria representarse por  $cd$ : siendo  $c$  un factor constante que se determina prácti-

<sup>1)</sup> Lehrbuch der Physik und Meteorologie von Dr. Joh. Müller. Braunschweig 1847. T. 2. p. 594.

camenté, comparando la marcha de cualquier otro higrómetro con el psicrómetro.

Nombrando pues  $M$  el máximun de vapor de agua que puede contener un metro cúbico de aire a la temperatura del termómetro húmedo,  $M$  también será la cantidad de vapor realmente contenido en el aire que circula al rededor de la parte húmeda del termómetro. Esta cantidad  $M$  consta de dos partes, es decir de la cantidad  $cd$ , o vapor que el aire quita a la misma ampolieta humedecida, i de la cantidad  $X$  que este aire habia tenido ántes; luego

$$M = X + cd$$

por consiguiente

$$X = M - cd.$$

En esta fórmula pues, tenemos;  $X$  la cantidad de agua contenida en el aire;  $d$  la diferencia entre la temperatura del termómetro seco i la del termómetro húmedo.

$M$  la cantidad de agua que habria en el aire si este aire estuviera saturado a la temperatura del termómetro húmedo;  $c$  un factor constante, el que, determinado en una série de experimentos comparativos hechos con el psicrómetro i el higrómetro de Daniel, se obtuvo

$$c=0.65$$

Para evitar a los observadores el trabajo de hacer cálculos para cada observacion por separado, pongo a continuacion la tabla que se usa en Alemania, i en la cual tenemos determinadas las cantidades de vapor contenidas en un métro cúbico de aire para las diversas temperaturas del termómetro seco i las *diferencias* observadas.

Tabla para calcular las cantidades de vapor de agua contenidas en el aire para cualquiera temperatura i cualquiera diferencia observada entre el termómetro seco i el termómetro húmedo.

Temperatura del aire.	DIFERENCIA EN GRADOS SEÑALADOS POR EL TERMÓMETRO SECO I EL TERMÓMETRO HÚMEDO-													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
—20	1,5	0,8	0,1											
—19	1,6	0,9	0,2											
—18	1,8	1,0	0,3											
—17	1,9	1,1	0,4											
—16	2,0	1,2	0,5											
—15	2,1	1,4	0,6											
—14	2,3	1,5	0,8											
—13	2,4	1,6	0,9	0,1										
—12	2,6	1,8	1,0	0,3										
—11	2,7	2,0	1,2	0,4										
—10	2,9	2,1	1,3	0,6										
—9	3,1	2,3	1,5	0,7										
—8	3,3	2,5	1,7	0,9	0,1									
—7	3,5	2,7	1,9	1,1	0,3									
—6	3,7	2,9	2,1	1,3	0,5									
—5	4,0	3,1	2,3	1,5	0,7									
—4	4,2	3,4	2,5	1,7	0,9	0,1								
—3	4,5	3,6	2,8	1,9	1,1	0,3								
—2	4,8	3,9	3,0	2,2	1,4	0,5								
1	5,1	4,2	3,3	2,4	1,6	0,8								
0	5,4	4,5	3,6	2,7	1,9	1,0	0,2							
—1	5,7	4,7	3,8	2,9	2,1	1,2	0,4							
—2	6,1	5,1	4,1	3,2	2,3	1,4	0,5							
—3	6,5	5,4	4,4	3,4	2,5	1,6	0,7							
—4	6,9	5,8	4,8	3,7	2,7	1,8	1,0							
—5	7,3	6,2	5,1	4,1	3,1	2,1	1,4	0,2						
—6	7,7	6,6	5,5	4,5	3,4	2,4	1,4	0,5						
—7	8,2	7,0	5,9	4,9	3,8	2,8	1,8	0,8						
—8	8,7	7,5	6,4	5,3	4,2	3,2	2,1	1,1	0,2					
—9	9,2	8,0	6,9	5,7	4,6	3,6	2,5	1,5	0,5					
—10	9,7	8,5	7,3	6,2	5,1	4,0	2,9	1,9	0,9					
—11	10,3	9,1	7,9	6,7	5,6	4,4	3,3	2,3	1,2	0,2				
—12	10,9	9,7	8,4	7,2	6,0	4,9	3,8	2,7	1,7	0,6				
—13	11,6	10,3	9,0	7,8	6,6	5,4	4,3	3,1	2,1	1,0				
—14	12,2	10,9	9,6	8,3	7,1	5,9	4,8	3,6	2,5	1,4	0,4			
—15	13,0	11,6	10,3	9,0	7,7	6,5	5,3	4,1	3,0	1,9	0,8			
—16	13,7	12,3	10,9	9,6	8,3	7,0	5,8	4,6	3,5	2,4	1,3	0,2		
—17	14,5	13,1	11,6	10,3	9,0	7,7	6,4	5,2	4,0	2,9	1,7	0,7		
—18	15,3	13,8	12,4	11,0	9,6	8,3	7,0	5,8	4,6	3,4	2,2	1,4		
—19	16,2	14,7	13,2	11,7	10,3	9,0	7,7	6,4	5,1	3,9	2,8	1,6		
—20	17,1	15,5	14,0	12,5	11,1	9,7	8,3	7,0	5,8	4,5	3,3	2,2		
—21	18,1	16,5	14,9	13,4	11,9	10,5	9,1	7,7	6,4	5,1	3,9	2,7		
—22	19,1	17,4	15,8	14,2	12,7	11,2	9,8	8,4	7,1	5,8	4,5	3,3		
—23	20,2	18,5	16,8	15,2	13,6	12,1	10,6	9,2	7,8	6,4	5,2	3,9	2,5	
—24	21,3	19,5	17,8	16,1	14,5	12,9	11,4	10,0	8,5	7,2	5,8	4,5	3,4	
—25	22,5	20,6	18,9	17,1	15,5	13,8	12,3	10,8	9,3	7,9	6,5	5,2	3,9	
—26	23,8	21,8	20,0	18,2	16,5	14,8	13,2	11,6	10,1	8,7	7,3	5,9	4,6	
—27	25,1	23,1	21,2	19,3	17,5	15,8	14,2	12,6	11,0	9,5	8,1	6,7	5,3	
—28	26,4	24,4	22,4	20,5	18,7	16,9	15,2	13,5	11,9	10,4	8,9	7,5	6,1	
—29	27,9	25,8	23,7	21,7	19,8	18,0	16,3	14,6	12,9	11,3	9,8	8,3	6,8	
—30	29,4	27,2	25,1	23,0	21,1	19,2	17,4	15,6	13,9	12,3	10,7	9,1	7,7	
—31	31,0	28,7	26,5	24,4	22,4	20,4	18,5	16,7	15,0	13,3	11,6	10,1	8,5	
—32	32,6	30,3	28,0	25,8	23,8	21,7	19,8	17,9	16,1	14,3	12,7	11,0	9,4	
—33	34,4	31,9	29,6	27,3	25,2	23,1	21,1	19,1	17,3	15,4	13,7	12,0	10,4	
—34	36,2	33,7	31,2	28,9	26,7	24,5	22,4	20,4	18,5	16,6	14,8	13,1	11,4	
—35	38,1	35,5	33,0	30,6	28,2	26,0	23,8	21,8	19,8	17,8	16,0	14,2	12,5	

El uso de esta tabla es muy fácil i sencillo.—En la primera columna se hallan las temperaturas del aire observadas en el termómetro seco; a cada temperatura siguen, en línea horizontal, las cantidades de vapor contenido en el aire que corresponden a diversas *diferencias* observadas. Supóngase que en un instante dado el termómetro seco marca 28° i el húmedo 46°; la diferencia será 4°. Buscaremos en la columna 20°  $\frac{1}{4}$  por la línea horizontal que corresponde a esta temperatura, pasaremos el dedo, hasta pararnos debajo de la diferencia 4; hallamos en este punto 11.1, lo que quiere decir que en este instante contiene cada metro cúbico de aire 11.1 gramos de vapor. Ahora, si queremos determinar el *grado de humedad* o la fracción de saturación, buscaremos en las tablas que se encuentran en todos los tratados de Física, cuánto vapor contiene el aire saturado a la temperatura de 20°; hallaremos que 1 metro cúbico de aire saturado a 20° contienen 17.3 gramos de vapor: luego la fracción que representa el *grado de humedad* o de saturación en este instante es

$$\frac{11.1}{17.3} = 0.641.$$

Hé aquí el modo de proceder fácil, cómodo, ligero, mas no enteramente libre de inexactitudes, que Regnault señaló en su importante Memoria sobre los *Estudios de Higrometria*, presentada en la sesión de 21 de abril de 1845 de la Academia de Ciencias de Paris.

En esta Memoria se da una demostración completa de la fórmula que se debe emplear para deducir de sus observaciones psicrométricas la fuerza elástica del vapor contenido en el aire en un instante cualquiera, fórmula dada primero por August inventor del Psicrómetro. Dicha fórmula comprende a mas de los datos de la observación, que son la temperatura de los dos termómetros i la altura barométrica, 4.º el calorífico específico del aire seco, 2.º el calorífico específico del vapor de agua, 3.º la densidad del vapor de agua a 0º, 4.º el calorífico latente del vapor entre las temperaturas observadas. Sustituídos los valores de estas cantidades i reducida la fórmula a su mas simple expresión, se obtiene.

$$X = f - \frac{0.558}{640 - t'} (t - t') h_0$$

X, es la fuerza elástica del vapor de agua que existe en el aire en el tiempo de la observación;

f, la fuerza elástica del vapor contenido en el aire saturado a la temperatura  $t'$ ;

t, la temperatura del aire dada por el termómetro seco;

$t'$ , la temperatura indicada por el termómetro húmedo;

$h_0$ , la altura barométrica, reducida a cero de temperatura.

Al modificar algunos datos numéricos de esta fórmula, Regnault ha sido conducido a admitir la siguiente:

$$X = f - \frac{0.429}{610 - t'} (t - t') h_0$$

Como la que da los resultados mas aproximados a los que se obtienen por el método químico mas exacto de todos. Sin embargo, sus observaciones le han probado que aun en la aplicación de dicha fórmula a la práctica el coeficiente 0,429 debería reemplazarse por un otro un poco mas grande: de modo que, segun Regnault, el coeficiente 0.480 da una coincidencia casi completa entre los resultados calculados i los que dá la observación directa, para las fracciones de saturación mayores que 0.40; i al contrario producen una diferencia todavía mas grande que el coeficiente 0.429 i en sentido inverso para las fracciones de saturación menores.

De la última fórmula corregida por Regnault me he valido para calcular las frac-

ciones de saturación de una serie muy larga de observaciones, hechas en Santiago en diferentes estaciones del año.

Tres psicrómetros he tenido a mi disposición para hacer observaciones comparativas: el uno fabricado en Berlín de la forma i disposición que le dió su inventor August, el otro de la fábrica de Bianchi en París de la misma que el higrómetro anterior de Regnault, con ampollitas cilíndricas, de 25 milim.<sup>s</sup> de longitud i 6 milímetros de diámetro; el tercero mas pequeño, fabricado por Buntén con ampollitas esféricas: los grados de los tres subdivididos en diez partes, de modo que en el segundo se ha podido tomar las temperaturas a 1/20 de grado de exactitud.

Mis ocupaciones no me han permitido hacer una serie de observaciones a toda hora i en todo el año, como lo exijiria el estudio profundo de la meteorolojia en Chile. Solo dos veces al día i en las épocas de las estaciones mejor marcadas he podido dedicarme a este jénero de trabajo, escojiendo para mis observaciones las horas de la mayor i menor ascension barométrica: es decir entre las 9 i las 10 de la mañana i entre las 3 i las 4 de la tarde. Las mas observaciones psicrométricas se han hecho simultáneamente con las observaciones higrométricas por el método químico i mediante el higrómetro de Régnault, notando la altura barométrica por medio de un barómetro de Buntén cotejado con el del Observatorio de París.

Mi objeto ha sido no solo el conocer las variaciones mas notables en el estado higrométrico del aire de la capital, los puntos de su mayor humedad i sequedad a que llega, sino tambien comparar los resultados obtenidos por medio del higrómetro de condensacion por una parte i por medio del psicrómetro por la otra, a fin de determinar el grado de superioridad de que son susceptibles las observaciones de esta naturaleza.

Una larga serie de cálculos que exijia este trabajo ha sido la causa del retardo que ha sufrido la publicacion de esta memoria, i he creído necesario acompañarle la nueva tabla de las fuerzas elásticas de vapor que sirvió de base a mis cálculos i la cual puede servir al uso de las personas que se ocupan de Meteorolojia en Chile.

He aquí los resultados de unas 300 observaciones hechas en el curso del año 1849 i al principio de 1850.

*Invierno—Julio de 1849.*

La mayor <i>humedad relativa</i> o fraccion de saturacion mas elevada (1)	0.950
La mayor <i>sequedad</i> o frac. de satur. menos elevada . . . . .	0.475
Término medio para este mes. . . . .	0.718

Las observaciones psicrométricas dan para la fraccion de saturacion media del mes un valor mayor que las observaciones higrométricas hechas por el método de *condensacion* i la diferencia (d) es

$$(d) = 0.049.$$

*Agosto de 1849.*

La mayor <i>humedad rel.</i> o frac. de satur. mas elevada . . . . .	0.896
La mayor <i>sequedad</i> o frac. de satur. menos elevada . . . . .	0.385
Término medio del mes . . . . .	0.695

La diferencia d siempre en mas para el psicrómetro

$$(d) = 0.030.$$

La *humedad relativa* de las mañanas casi siempre mayor que la de las tardes.

*Primavera, Noviembre de 1849.*

La mayor <i>humedad rel.</i> o frac. de satur. mas elevada . . . . .	0.654
--	-------

(1) Se entiende que 1,000 nos representará la mayor cantidad de vapor que puede caber en el aire saturado de vapor.



La mayor *sequedad* o la frac. de satr. mas pequeña . . . . . 0.184  
 Término medio del mes . . . . . 0.406

La diferencia (*d*) siempre *en mas* para el psicrómetro:  
 (*d*)=0.034.

La humedad relativa de las mañanas casi siempre mayor que la de las tardes.

*Verano. Diciembre de 1849.*

La mayor *humedad rel.<sup>a</sup>* o la mayor frac. de satur. . . . . 0.705  
 La mayor *sequedad* o la menor frac. de satur. . . . . 0.215  
 Término medio del mes . . . . . 0.390

La diferencia (*d*) entre las observaciones psicrométricas e higrométricas, siempre prevaleciendo la primera:

(*d*) = 0.039.

La humedad relativa de las mañanas mayor que la de las tardes.

*Enero de 1850.*

La mayor *humedad rel.<sup>a</sup>* o la mayor frac. de saturacion. . . . . 0.348  
 La mayor *sequedad* o la menor frac. de saturacion. . . . . 0.284  
 Término medio del mes. . . . . 0.312

*Febrero de 1850.*

La mayor *humedad* o la mayor frac. de satur. . . . . 0.454  
 La mayor *sequedad* o la menor frac. de satur. . . . . 0.263  
 Término medio del mes. . . . . 0.367

La diferencia (*d*) siempre *en mas* para el psicrómetro:  
 (*d*)=0.30.

La humedad relativa de las mañanas mayor que la de las tardes.

La mayor fraccion de saturacion de este mes coincidió con un gran temporal en las Cordilleras.

Los hechos mas notables que se deducen son los siguientes:

*En primer lugar:* la mayor *humedad relativa* del año coincide con la estacion de las lluvias: es decir recae en lo mas riguroso del invierno. En este tiempo el aire, aun de dia, se halla mui a menudo saturado de vapor. Desde entónces la *humedad relativa media* va minorando i el aire llega al *maximun* de *sequedad* en el mes de enero: es decir la menor fraccion de saturacion coincide con la época de los mayores calores de la estacion.

Expresando *por 1000* la mayor *humedad posible* en cualquiera estacion del año, es decir la mayor cantidad de vapor que puede contener el aire saturado de humedad, los números que representan la *humedad relativa* de las diversas estaciones son los siguientes:

Julio	718
Agosto	695
Noviembre	406
Diciembre	390
Enero	302
Febrero	367

I desde esta época la fraccion de saturacion va subiendo hasta mediados de julio.

*En segundo lugar.* Es mui digno de atencion el grado a que llega la *sequedad relativa* del aire en la época libre de lluvias:—por ejemplo: el 22 de noviembre

(1849) a las 5 de la tarde el *punto de rocío* en el higr. de Regnault bajó a 0°4; mientras el termómetro libre marcaba 26.4; una hora ántes, el punto de rocío se haba a uno i medio grado bajo cero i el termómetro libre a 26°8; la diferencia entre el termómetro seco i el termómetro humedecido del psicrometro ascendia a 4.4°; un sur recio soplabá desde las 2 de la tarde.

Un otro caso igualmente particular sucedió el 16 de noviembre del mismo año:

A las 3 de la tarde el *punto de rocío* oscilaba entre uno i dos grados debajo de cero; mientras el termómetro libre se mantenía a los 24,3 encima de cero. Con cada soplo del sur, aunque el instrumento no lo recibía directamente i se hallaba tras una mampara, estando el dado de plata del higrómetro de Regnault mantenido a un punto próximo del grado de condensacion, el rocío aparecía i desaparecía instantáneamente. La diferencia entre los dos termómetros del psicrómetro llegaba a 41.°5.

Este caso es casi idéntico con el que Humboldt i Rose han observado en la Pampa de Siberia, llamada Platowskaya Stepa, caso que se cita en las obras de Meteorolojía como ejemplo de la mayor sequedad observada en los llanos no muy elevados en el interior de los continentes a centenares de leguas del mar. I no deja de ser para nosotros un hecho extraño hallar un caso igual a unas 15 o 20 leguas del mar, en un valle, al pié de los cerros, en una estacion en que el viento reinante viene del Sud-Oeste, es decir del lado del Oceano.

*En tercer lugar.*—Otro hecho no ménos importante i peculiar del temperamento de Santiago es que aquí, en jeneral, la *humedad* relativa baja visiblemente a la tarde en cualquiera estacion del año i la sequedad sube de punto; a pesar de que, con el aumento del calor del día i un continuo soplo del viento sud-oeste, debe evaporarse mucha mas agua de día que de noche, i mucha mas a las 2 o a las 3 de la tarde que por la mañana. Esta diferencia sube a veces a tal grado que la *humedad relativa* a las 9 o 10 de la mañana es doble de la de la tarde, a pesar de que la *humedad absoluta*, o la verdadera cantidad de agua en la atmósfera poco varia i llega a veces a ser casi la misma por la tarde que por la noche. Citemos algunos ejemplos.

	<i>Humedad relativa,</i> Observada por medio del psicrómetro i del higrom. de Regnault.	<i>Humedad absoluta,</i> Observada directa- mente por el método químico.	<i>Temperatura,</i> del aire obser- vada.
Noviembre 22.			
a las 9 de la mañana.	0.318 —	5.7 grs. en un metro cúbico de aire	— 20.2
a las 5 de la tarde.	0.181 —	4.0 id	— 22.6
Noviembre 20.			
a las 9 de la mañana.	0.502 —	7.3 id	— 19.8
a las 3 i 1/2 de la tarde.	0.276 —	5.0 id	— 21.8
Noviembre 20.			
a las 9 i 1/2 de la mañ.	0.654 —	8.3 id	— 18.7
a las 3 i 1/2 de la tarde.	0.444 —	7.7 id	— 19.9

Para esplicar los hechos que acabo de señalar debemos fijarnos en diversas circunstancias locales que sin duda han de contribuir a producir, tanto el grado de *sequedad relativa* muy grande que experimentamos en los meses de verano, como el aumento de esta sequedad muy notable por las tardes con relacion a las mañanas.

Dichas circunstancias son las siguientes:

- 1.º Una altura de mas de 500 metros sobre el nivel del mar;
- 2.º La separacion del mar por una ancha cadena de cerros cuyas cumbres se ele-

van a 2000 metros de altura sobre el nivel del mar (1) i son graníticos, por mas de seis meses del año casi enteramente secos i áridos;

3.º Falta de lagos i grandes derrames de agua en las inmediaciones; ausencia de lluvias por mas de seis meses del año.

4.º Un suelo que se calienta mucho por la accion directa del sol i causa *corrientes* verticales en el aire mui rápidas i activas. En efecto, enardeciéndose el suelo por la accion mui poderosa del sol del verano, hace tambien calentar mui vivamente las capas de aire que se hallan en contacto inmediato con dicho suelo, i estas capas, haciéndose mas livianas, suben, corren arriba i en sus corrientes verticales arrastran el vapor de agua. De manera, que apesar de que esta última ha de evaporarse tanto mas aprisa cuanto mas aumenta la temperatura del día, el aumento de la cantidad i de la fuerza elástica de vapor que de esto resulta, no siempre es capaz de compensar las pérdidas del mismo vapor i la debilitacion de su fuerza elástica, ocasionadas por les dichas corrientes: mientras tanto, aumentando, con el calor del día, tanto la capacidad de saturacion del aire como la fuerza elástica que corresponde al punto de saturacion, resulta que lo que llamamos *fraccion de saturacion* o *humedad relativa*, es decir la razon de la cantidad de vapor que existe a la que pudiera existir, va disminuyendo con este mismo calor hasta las 4 o las 5 de la tarde. En este momento o un poco mas tarde, con lo que se enfria el aire, principian a debilitarse las corrientes i con ellas vaya disminuyendo la pérdida del vapor de las capas inferiores de la atmósfera; i como, por otra parte, la misma frescura de la noche hace que la *capacidad de saturacion* del aire va minorando, resulta que la razon de la *cantidad absoluta* de vapor que hai en el aire a la que pudiera existir, es decir la *humedad relativa*, ha de aumentar precisamente i acercarse a la unidad.

5.º El efecto que acabo de señalar, debido a las *corrientes verticales* del aire, ha de ser todavía mas considerable i mas visible por la inmediacion de las Cordilleras. En realidad, hallándose la Capital de Chile edificada al pie occidental de los Andes, el calor del día se reconcentra en las faldas inferiores de los cerros, las cuales han de contribuir necesariamente a calentar las capas inferiores del aire; mientras el aire de arriba que toca a las nieves perpetuas, debe conservar una densidad algo mayor que la que corresponde a la altura en que se halla. Resulta pues que las corrientes verticales, que provienen de la desigualdad de densidad entre las capas inferiores i exteriores de la atmósfera, han de elevarse con mayor velocidad al pié i por las faldas de los Andes que en medio del llano, lejos de estos últimos.

En fin me lisonjeo con la idea de que todas estas investigaciones, por mas incompletas que sean, tienden a demostrar la importancia que ha de tener entre nosotros el estudio de la higrometria del país. Este estudio i el aprecio exacto de las principales variaciones que se notan en el estado higrométrico de la capital, echarán talvez alguna luz sobre la diversidad de enfermedades que acometen a la poblacion de Santiago en diferentes estaciones del año. Es por ejemplo, de presumir, que las dolencias i afecciones del hombre, como tambien la influencia que en ellas han de ejercer diversas causas i remedios, no pueden ser los mismos cuando la *humedad relativa* del aire está a 97 o 98 en invierno que cuando está a 47 o 48, como sucede mui a menudo en los veranos de Santiago.

Por último, no creo inoportuno que, refiriéndome a las razones espuestas en esta memoria, vuelva a recomendar a las personas ocupadas en hacer observaciones meteorológicas en Chile, que den preferencia al método psicrométrico como medio mas pronto mas fácil i mas cómodo de determinar el estado higrométrico del aire. Las tablas adjuntas les dispensarán de hacer cálculos algo complicados i demorosos para

(1. Pissis, Descripcion geológica de la República de Chile.

cada observacion: de manera que podrán todas los dias repetir 4 o 5 veces las observaciones, de las cuales cada una durará cuando mas 3 a 4 minutos. Las horas mas a propósito para dichas observaciones serian:

- a las 8 de la mañana;
- a medio dia;
- a las 4 de la tarde;
- a las 9 de la noche;
- i a las 4 o 5 de la mañana.

Los resultados definitivos de estas observaciones podrian, si se quiere, aproximarse todavia mas a la verdad, restando de cada *fraccion de saturacion* sacada por dicho método 0,030 a 0,035 para igualarla con lo que, en iguales circunstancias, indicaria el higrómetro de condensacion.

#### § IV. Los vientos reinantes, las Havias, vapores atmosféricos etc.

Para completar el cuadro meteorológico de la Capital, haremos en esta parte un resumen mas conciso de los hechos mejor averiguados, relativos a los vientos i los demas fenómenos debidos a la condensacion del vapor i el estado eléctrico de la atmósfera.

La ciudad de Santiago como todo el territorio chileno participa de las grandes corrientes atmosféricas que reinan en la costa del Pacifico desde el cabo de Hornos hasta el trópico. La atmósfera, en su estado normal, tiene casi siempre un rato de calma al apagarse los últimos rayos del sol en el Océano. Poco despues empieza a correr el *terral*, es decir un viento del este, el que por lo comun principia a sentirse mas temprano en la costa que en los llanos Intermedios, mas temprano en éstos últimos que en la media falda de las Cordilleras, i aparece las mas veces poco ántes del amanecer en las mas elevadas cumbres de los Andes.

Este viento, llamado en el sur el *Puelche*, va pues retrocediendo, es decir, se propaga en sentido contrario a la direccion en que sopla: es probablemente uno de aquellos que los físicos llaman *vientos de aspiracion*, i pende de la situacion del sol respecto del horizonte.

Apenas el sol aparece en el horizonte, calla el *puelche* i sobreviene un otro rato de tranquilidad, de la cual se aprovechan por lo comun los viajeros para pasar la línea divisoria de los Andes. Esta calma es corta i luego principia a correr el sur o el suroeste, el que a las 9 o 10 de la mañana se aviva con tanta furia en la parte mas encumbrada de los Andes, sobre todo en algunas inflexiones de la línea llamadas portezuelos, qué, valiéndome de la espresion de los arrieros, el soplo del viento levanta pequeñas piedras de la tierra. Dicho viento a la mencionada hora corre ya por todas las llanuras que circundan a Santiago, apareciendo primero como una suave i lijera *brisa* que va templando los rayos mas oblicuos del sol i transformándose luego en un viento mas o menos recio i continuo cuya direccion oscila entre el sur i el suroeste.

Esta direccion i la fuerza del viento varian algo de un lugar a otro por la disposicion de los cerros i collados al rededor de la capital; hai partes donde se tranquiliza algo el aire entre las doce o la una i las dos de la tarde; i vuelve despues a cobrar su impetuosidad; mas, en jeneral, se nota que rara vez dicho viento sigue soplando con igual fuerza hasta ponerse el sol. A esta hora, como ya se ha dicho, viene la época de la calma i luego el frio de la noche.

Este es el estado normal de la atmósfera de Santiago, estado que es casi constante en la estación del verano, pero sufre frecuentes desarreglos en los demás meses, sobre todo en invierno. En estos meses vienen muy a menudo los *nortes* que nos traen lluvia y a veces relámpagos y truenos. Nada de constante ni periódico se observa en la aparición de ellos y por lo mismo sería inútil indagar las causas que los producen.

No sería demás sin embargo detenernos por un instante en la apreciación del influjo que ejercen los nortes sobre la producción de la lluvia en Chile, ni sería racional despreciar una observación de nuestra plebe, o jente del campo, la cual es tal vez mejor observadora de los cambios y variaciones atmosféricas que lo que se cree que lo es en realidad la jente muy distraída de las ciudades: hablo de aquel dicho chileno que se repite con frecuencia:

« Norte claro sur obscuro  
Aguacero seguro. »

Para explicar este agüero acordémonos que la cantidad de vapor necesario para saturar un espacio dado crece con la temperatura y disminuye mucho enfriándose el aire. Toda variación que ocurre en la atmósfera por causa de la densidad del aire o del estado en que se halla el vapor de agua en su mayor o menor grado de disolución, se hace más *visible* cerca del horizonte que en la región zenital. El viento norte que viene de los trópicos nos trae grandes oleadas de aire saturado de agua, cuyo vapor, participando todavía del calor de la *zona tórrida*, se halla en estado de una *disolución* completa y por lo tanto no enturbia ni empaña la claridad de la atmósfera; mas estas mismas masas de aire pasando al sur, a las *regiones frías*, pierden su *gran capacidad para el vapor*, y este último, no pudiendo sostenerse al estado de gas en la atmósfera, se condensa y se separa en forma de niebla, de nubes, o de lluvia. Es pues claro que, colocada la vista en una *región intermedia*, entre las zonas calientes y las zonas frías, ve a un tiempo, por el lado del norte el aire todavía transparente, aunque saturado de humedad, y por el lado del sur, este mismo aire oscurecido por las partículas del agua que se condensan y se separan de él, formando nubes más o menos espesas según la cantidad del vapor y la distancia a que se forman.

Es de notar: 1.º que los mismos nortes cuando vienen en verano no producen efecto igual en las provincias septentrionales de Chile, aunque en esta misma estación causan lluvias y tempestades en las latitudes mayores, pasando, por ejemplo, las de Concepción y de Valdivia. 2.º Que la aparición de la electricidad tempestuosa, es decir de relámpagos y truenos en Chile, coincide solo con la formación de las lluvias y nunca ocurre en los meses de verano, aun cuando en estos meses se forman las nubes y viene a obscurecerse el cielo: lo que nos prueba la íntima relación entre el estado eléctrico de la atmósfera y la formación de la lluvia, el mismo origen de causas que influyen en la una y la otra clase de fenómenos.

Es también digno de notarse que los relámpagos y truenos que son muy raros en Chile, vienen por lo común al principio y al fin de la estación de las lluvias, es decir acompañan, por lo común, a los primeros y los últimos aguaceros. Las nubes en que nacen son también las únicas que suelen echar *granizo*, y este último cae por lo común por la tarde, entre las dos y las cinco, precediendo casi siempre la lluvia.

Para investigar y esclarecer esta relación entre el estado eléctrico de la atmósfera y la formación de la lluvia y del granizo sería indispensable emprender una serie de observaciones continuas las más prolijas posible, no solo del estado eléctrico de las nubes y del cielo nublado en la estación de las lluvias, sino también de la *tensión* eléctrica muy débil del cielo claro y de la estación más seca del año. Tales observaciones

echarian tal vez alguna luz sobre las causas desconocidas todavía de la falta de lluvia en la mitad del año en Santiago, para cuyas investigaciones nos faltan todavía los instrumentos i aparatos necesarios.

En todo caso no debemos equivocar los relámpagos de tempestad eléctrica o verdaderos rayos, mui raros en este temperamento, con los mui frecuentes relámpagos de la Cordillera que alumbran las cumbres mas elevadas de los Andes, en las noches mas hermosas del verano, sin producir truenos ni el menor ruido en la atmósfera. Estos relámpagos silenciosos se ven tanto mejor cuanto mas nos alejamos de los Andes, i sin razon los toman los habitantes de Chile por erupciones volcánicas, que indican la existencia de volcanes en lugares donde no existe indicio alguno de crater volcánico. Varias veces en la estacion de verano, i en diversas cumbres de los Andes, he pasado la noche en la linea divisoria de las aguas sin ver estos relámpagos, al paso que en la misma noche los habitantes de la costa los divisaban resplandecientes en la rejion mas elevada de las Cordilleras. Dichos relámpagos nunca tienen el aspecto de aquellos surcos (sillons) de fuego que marcan el camino tortuoso del rayo en una tempestad eléctrica: los relámpagos de que hablo no hacen mas que aclarar repentina e instantáneamente varias partes del horizonte: aparecen como *reflejos* de un fuego atizado por momentos i no como el fuego mismo. Los mas hermosos i mas frecuentes ocurren en las noches que suceden a los dias mas calurosos del verano i son idénticos con los que suelen aparecer en el horizonte aun en los países de llanos en las noches mas ardientes del verano. Por esta razon se les dá el nombre de *relámpagos de calor* sin que se pueda dar a este fenómeno una causa i esplicacion satisfactoria.

La cantidad de agua caída en Santiago en los meses de mayo, junio, julio, agosto, setiembre i octubre del año 1849 ha sido de 317 milímetros: un poco mas que la mitad de lo que suele caer en todo el año en Paris, donde las observaciones hechas por 22 años, dan para la cantidad de agua caída en un año, término medio, 570 milímetros en el patio del Observatorio i solo 500 m. ms. en la azotea. El año 1850 ha sido uno de los mas lluviosos en Santiago: de manera, que desde el 3 de mayo hasta el 24 de noviembre he recojido en un *udómetro* establecido en el barrio de Yungay 553 milímetros de agua: cantidad mayor que la que suelen producir las lluvias en todo el año en Paris. Se ha notado que dicha cantidad de 653 mm.<sup>ms</sup> es inferior a la que ha caído durante el mismo año a unas 20 cuádras mas al este i a unas 20 a 30 varas mas arriba, al pié del cerro Santa Lucía: lo que probablemente es debido a algunas lluvias recias pero de poca duracion que son *lluvias de la cordillera* i las cuales poco se apartan de la cadena principal de los Andes. Independientemente de la abundancia de las lluvias, el cielo de Santiago presenta en jeneral mucha variacion en su aspecto i trasparencia. Contados los dias nublados i los que a medio dia tienen el cielo cubierto, resulta, que, poco mas o menos, tenemos la tercera parte del año de tiempo nublado i las dos terceras partes de cielo claro, sereno, o escasamente sembrado de nubecillas, que por momentos aparecen i desaparecen sin ocultar los rayos del sol. Los meses de enero i de febrero de 1849 no han tenido ni un dia nublado; los de mayo i setiembre son por lo comun los mas nublados, i en este último, sobre todo, solemos tener apenas cuatro o cinco dias de sol.

Mas, observemos que aun en los dias de mejor tiempo i de cielo mas hermoso, se estiende por lo comun al pié de los Andes una lijera *bruma*, apenas traslucida, la cual suele desaparecer por uno o dos dias en tiempo de invierno despues de una lluvia abundante, cuando de repente se aclara el dia i el cielo toma un bello color de turquesa. La bruma de que hablo no es por cierto efecto del vapor de agua suspendido en el aire: porque ella permanece aun en la época de la mayor sequedad del aire, aumenta de intensidad a mediodia, no se disipa por el viento i nunca dá lu-

gar a formacion de nubes: es una ilusion óptica que proviene probablemente de la desigual densidad de las capas de aire que tocan la superficie de los cerros i de las que se hallan a poca distancia de ellos, como tambien de las corrientes del aire que busca el equilibrio, debiendo necesariamente resultar de esto refraccion i dispersion de algunos rayos de luz que atraviesan esta parte de la atmósfera para llegar a los ojos del observador.

Otro fenómeno digno de atencion i de estudio es el siguiente: Acontece que, corriendo un viento norte o nord-este por el llano de Santiago en un dia de sol en invierno, i, hallándose el aire casi saturado de humedad, baja por el valle transversal del Mapocho, de las rejiones elevadas de los Andes, una cadena de nubes que va arrastrándose por la media falda de los cerros, hasta el lugar donde el mencionado valle entra en el valle principal de Santiago. Llegando a este lugar, obligada a desfilar dicha cadena de nubes por la falda de los cerros situados al este de la Capital, se enfrenta con el calor de la superficie de dichos cerros, cuyo calor hallándose suficiente para disolver el vapor de las nubes en el aire, hace desaparecer, una en pos de otra, todas ellas sin dejar pasar alguna. Entretanto, la corriente de aire la cual hace bajar las nubes de la Cordillera espesada, va marchando i arrastrando en su marcha el vapor disuelto; mas apenas pasa dos o tres leguas por la falda de los mencionados cerros cuando, impelida a seguir una direccion hacia sur-oeste, se aparta de ellos i luego encuentra en su camino la corriente principal del llano mas fria i talvez mas rápida. Esta última causa en el acto la condensacion del vapor recién disuelto en la falda de los cerros, i vuelve a renacer la misma cadena de nubes que sufrió interrupcion i la cual continúa desde este lugar su camino hacia el sur o bien al sur-oeste, correspondiendo en lo alto al curso principal del Maipo. Se ve entonces, en un golpe de vista, una hilera de nubes que descienden por el valle del Mapocho, la interrupcion o desaparicion de ellas en frente de Santiago, i la continuation de la misma cadena al sur o sur-oeste de la Capital.

Mas cuántos otros fenómenos igualmente interesantes presenta el cielo i la atmósfera de Santiago para un verdadero aficionado a la naturaleza i dispuesto a observarla! Detengámonos todavía por un momento en el exámen i estudio de las circunstancias que producen en nuestro clima las *heladas blancas*, tan perjudiciales a la vejetacion.

La helada blanca no es otra cosa mas que un rocío conjelado, que cubre la superficie de la tierra i de las plantas por las mañanas i se deshace por lo comun al levantarse el sol. Su formacion en general no presenta nada en si que no se pueda concebir i explicar suficientemente. Mas sucede, como hemos visto en un caso particular en el invierno de 1849, que la helada blanca permanece por mas de 24 horas en lá sombra, apesar de que en todo este tiempo la temperatura del aire no baja de 4 a 5 grados encima del cero, es decir encima del punto de conjelacion del agua, i esta misma temperatura del aire sube a 10° a mediodia en la sombra.

Este hecho que parece raro, el ver conservarse el yelo a una temperatura mas alta que la que se necesita para la conjelacion del agua, se debe al curso de las circunstancias siguientes: el aire casi saturado de humedad, o próximo al grado de saturacion, el cielo claro, muy poco viento, o una calma casi completa i el barómetro bastante alto. A mas de esto, la helada blanca se conserva con preferencia sobre piedras i tejas en los declives que miran a la parte meridional del cielo, como tambien en la superficie del suelo algo poroso i húmedo i con preferencia en la superficie de algunas hojas de plantas cubiertas de pelo.

La razon que se dá a todo esto, en particular a la formacion i conservacion del yelo en una temperatura del aire tan elevada, es, en *primer lugar*, la gran *irradiacion* del calorico que en las mencionadas circunstancias i en presencia del cielo

limpio i claro suele sufrir el suelo; en *segundo lugar*, la desigual *conductibilidad*, ei diverso *poder emisivo* i la diversa capacidad para el calórico de los diferentes materiales que componen el suelo. En consecuencia de esta diversidad de propiedades caloríficas algunos de los citados materiales pueden enfriarse en su superficie hasta a *cero* mientras otros guardan todavía 4, 5 o 6 grados i el aire alcanza a tener hasta 40 grados de calor.

La *irradiacion del calórico* por la superficie del suelo en Chile merece sobre todo observaciones mui seguidas i debe llamar la atencion de los agrónomos i horticultores. Esta irradiacion, en jeneral, es tanto mayor, i tanto mayor su efecto, cuanto mas claro está el cielo i cuanto mas seco i tranquilo el aire: ambas condiciones se realizan en sumo grado en las bellas noches de verano i pueden ser mui perjudiciales a la vejetacion, si vienen a coincidir con otras de igual naturaleza en la primavera o bien a principio del otoño, produciendo fenómenos análogos a los que influyen en la produccion del yelo artificial en Bengala. (véase Tratado de Física de Pouillet, Libro VIII. cap. 41. 524).

Con este motivo voi a citar el siguiente hecho cuyo conocimiento debo al señor Jarrier Director de la Escuela de Artes de Santiago.

El 41 de marzo de 1849 estaban edificando en la casa de la citada Escuela una alta chimenea, cuya obra hallándose casi concluida por la noche, bajaron los albañiles, dejando en la cima de la chimenea que dominaba todos los edificios vecinos una batea con agua, de poca profundidad, descubierta a toda la accion del cielo perfectamente limpio i en calma. ¿Cual fué la sorpresa de los obreros cuando al volver el dia siguiente por la mañana a su obra para concluirla, hallaron en la batea como una pulgada de yelo! El termómetro esta mañana al amanecer marcaba 13° 6 grados cent. el barómetro 744.9 i el fenómeno ha sido tanto mas notable cuanto que en calma la temperatura del agua puede descender a 2 i 3 grados debajo de cero ántes que principie a formarse el yelo. ¿A qué causa pues se atribuye un fenómeno de esta naturaleza?

Se sabe que, en jeneral, los cuerpos se enfrian tanto mas presto cuanto mas frio es el objeto que se halla en presencia de ellos. Por otra parte, evaporándose el agua produce frio, i se evapora tanto mas prisa cuanto mas seco esté el aire. El espacio celeste, segun los físicos modernos, no puede tener ménos de 115° de frio, es decir 115° debajo cero. Este espacio enteramente descubierto ha de producir un enfriamiento mui rápido en la superficie de los cuerpos espuestos horizontalmente a su accion, sobre todo, si al propio tiempo dicho enfriamiento está activado por la pronta evaporacion del agua en una atmósfera mui seca, i ningun movimiento rápido de aire caliente ni la proximidad de cuerpos mas calientes vienen a compensar la pérdida de calórico *irradiado* por la misma superficie.

De ahí resulta que para defender la vejetacion mui tierna o mui delicada contra el indicado efecto de una noche serena, tranquila i seca, en tiempo de primavera o de otoño, no tenemos mas que *esconder* el espacio celeste a las plantas, estendiendo encima de ellas algun telon, por mas delgado que sea, aun cuando sea tan lijero como una niebla o una nube suspendida en el aire, i, en segundo lugar, evitar que se riegue en estas estaciones el suelo mui tarde i con mucha abundancia.



# CUADRO METEOROLÓGICO DE LA CAPITAL DE SANTIAGO.

ALTURAS BAROMÉTRICAS I TEMPERATURAS MEDIAS EN TODO EL AÑO 1849.

Meses.	Término medio de las alturas mayores. 9h-10h.	Término medio de las alturas menores. 3h-4h.	Altura Barométrica media del mes. a 0.º	Término medio de la Temperatura máxima i de temper.ª mínima.	Temperatura media del mes.	Agua caída en milímetros.	Núm. de dias nublados.
Enero.	715.50	712.65	715.08	28.6 17.8	25.2		7
Febrero.	712.25	711.42	711.85	28.9 14.4	21.7		9
Marzo.	712.88	711.94	712.41	26.1 15.5	20.8		16
Abril.	714.62	715.59	714.10	21.2 11.1	16.1		14
Mayo.	714.67	715.97	714.52	16.2 8.9.	12.6	48 m. m.	15
Junio.	715.35	714.79	715.06	15.7 71.	10.4	152 1/2 m. m.	11
Julio.	714.94	714.51	714.12	15.0 65.	9.7	41 m. m.	21
Agosto.	716.75	716.61	716.68	15.2 59.	9.5	45 m. m.	6
Setiembre.	715.51	714.96	715.25	16.0 80.	12.0	6 m. m.	7
Octubre.	715.58	714.96	715.17	19.5 94.	14.5	8 m. m.	5
Diciembre.	712.94	712.17	712.55	26.0 15.5	20.6	17 m. m.	5
Noviembre.	714.20	715.17	715.69	24.7 15.8	19.5	,	5

EN TODO EL AÑO.

714.41 715.71 714.06 20.57. 11.14 15.86 517 m. m.ª 109

Meses.	En qué decena del mes ha ocurrido la mayor altura media.	En qué decena del mes ocurrió la menor altura media.	Cuantas excepciones han ocurrido a la regla general de las máximas i mínimas.	Las mayores amplitudes de variaciones barométricas en un día.	Temperatura mas elevada del mes.		Temperatura mas baja del mes.		OBSERVACIONES BAROMÉTRICAS.	
					Temperatura mas elevada del mes.	Temperatura mas baja del mes.	La mayor variacion termométrica en 24h en todo este mes.	La mas alta presion.	La mas baja presion.	
Enero.	en la 19. <sup>a</sup>	en la 5. <sup>a</sup>	1	2.6 m.m. <sup>s</sup>	55.5	13.9	13.8	715.4		7112
Febrero.	19. <sup>a</sup>	5. <sup>a</sup>	3	2.2	55.5			715.2		7086
Marzo.	31. <sup>a</sup>	1. <sup>a</sup>	α	2.6	29.8	11.8	13.5	715.4		7019
Abril.	19. <sup>a</sup>	1. <sup>a</sup>	1	2.6	26.0	8.5	13.6	719.5		7142
Mayo.	31. <sup>a</sup>	1. <sup>a</sup>	6	2.9 - 3.1	24.8	6.5	12.9	717.5		7102
Junio.	1. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	3	3.5 - 3.4	18.2	2.9	11.2	724.5		7405
Julio.	2. <sup>a</sup>	1. <sup>a</sup>	9 coinciden con los días nublados i lluviosos.	4.4 - 5.1 - 6.6	18.5	4.1		a la hora del minimum.)		
Agosto.	3. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	8	4.8 - 6.8 después de un temblor.	19.9	1.1	14.4	724.7 a la hora del minimum.	12.2	7079
Setiembre.	2. <sup>a</sup>	1. <sup>a</sup>	7	2.5 - 4.0	20.8	5.5	15.4	725.8 a la hora del minimum.		7106
Octubre.	1. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	6	2.4	24.2	7.5	17.5	720.5		7405
Diciembre.	3. <sup>a</sup>	2. <sup>a</sup>	4	2.4	31.5	10.3	16.8	718.4		7107
Noviembre.	2. <sup>a</sup>	3. <sup>a</sup>	3	2.2	31.5	10.3	16.8	716.0		7099
					20.0	9.8	14.7	717.0		7115

La mayor amplitud de las variaciones *barométricas* en todo el año 0.<sup>m</sup>0239  
 La mayor amplitud de las variaciones *termométricas* en todo el año 32.<sup>o</sup>4

# OBSERVACIONES HIGROMÉTRICAS

DEL MES DE JULIO DE 1849.—SANTIAGO.

Días del mes i la hora.	HIGRÓMETRO DE REGNAULT.		PSICRÓMETRO DE AUGUST		BARÓMETRO.		Estado de la atmósfera.	Viento.
	Punto del rocío.	Termómetro libre.	Termómetro húmedo	Termómetro libre.	Barómetro.	Term.º del Baróm.º		
Julio 2 a las 3 de la tarde.	5.8	9.4	8.4	9.2	7111	9.4	Li.	
3—3 tar.º	6.6	40.2	8.6	10.2	7090	9.5	Nb.	
4—3 tar.º	7.0	11.8	9.5	11.8	7259	10.0	Sl.	
5—3 tar.º	5.8	15.5	9.9	15.7	7128	9.6	Nb.	
6—3 tar.º	8.5	16.7	12.6	16.8	7156	10.2	Sl.	
7—3 tar.º	5.0	17.8	11.5	17.6	7135	10.3	Sl.	
9—3 tar.º	6.9	7.9	7.6	7.9	7165	9.6	Nb.	
10—3 tar.º	4.9	8.2	7.0	8.5	7157	9.0	Nb.	
11—3 tar.º	4.0	7.4	5.9	7.4	7152	8.2	Nb.	
12—3 tar.º	4.8	11.4	8.6	11.3	7162	9.0	Sl.	Norte.
13—3 tar.º	5.4	15.5	10.0	15.3	7156	14.0	Sl.	
14—3 tar.º	6.2	8.0	7.2	8.0	7169	8.2	Nb.	
16—3 tar.º	4.5	15.7	10.1	15.7	7180	12.0	Sl.	
18—3 tar.º	5.0	18.1	12.8	18.5	7110	12.0	Nb.	
19—3 tar.º	7.2	10.8	9.4	10.8	7187	10.5	Nb.	
20—3 tar.º	6.8	11.2	9.8	11.2	7169	10.0	Nb.	
21—3 tar.º	6.9	18.2	12.8	18.7	7151	10.2	Sl.	
23—3 tar.º	6.7	10.2	8.7	10.4	7165	10.0	Nb.	Calma.
24—3 tar.º	7.1	15.0	11.4	14.9	7184	10.4	Sl.	Calma.
25—3 tar.º	4.5	17.8	11.5	17.6	7150	11.0	Sl.	Calma.
26—3 tar.º	7.4	15.4	12.0	15.4	7168	11.0	Nb.	Sud.
27—3 tar.º	7.1	14.6	12.4	14.8	7184	11.2	Sl.	Sud.
28—3 tar.º	8.9	11.8	11.2	11.8	7185	10.9	Nb.	Sud.
31—3 tar.º	6.9	10.5	10.0	10.6	7155	11.0	Nb.	Sud.

## CÁLCULO DE LAS FRACCIONES DE SATURACION.

HIGRÓMETRO DE REGNAULT.		PSICRÓMETRO.		FRACCIÓN DE SATURACION		Término medio.	Diferencia.
Fuerza elástica del vapor correspondiente al punto de rocío. f	Fuerza elástica del vapor correspondiente a la temperatura del aire. F	Fuerza elástica del vapor que existe actualmente en el aire. x	Fuerza elástica del vapor de saturación en la temperatura observada. f	f	x		
6.015	8.810	7.858	8.692	0.690			
7.294	9.290	7.522	9.290	0.785	0.788	0.786	0.005
7.492	10.514	7.678	10.314	0.726	0.744	0.735	0.018
6.855	11.555	7.282	11.684	0.594	0.625	0.608	0.029
8.184	14.244	8.725	14.244	0.575	0.612	0.593	0.037
					0.959	0.942	0.025
7.462	7.964	7.644	7.964	0.956			
6.491	8.118	6.825	8.184	0.800	0.855	0.817	0.035
6.097	7.700	6.189	7.700	0.792	0.803	0.798	0.011
6.446	10.038	6.894	10.124	0.641	0.681	0.661	0.040
6.720	11.576	8.188	11.576	0.589	0.718		
7.197	8.017	7.182	8.017	0.898	0.896	0.897	0.001
6.271	15.285	6.558	15.285	0.472	0.478	0.475	0.006
5.687	15.446	8.015	15.446	0.568	0.504		
7.595	9.667	8.082	9.667	0.785	0.856	0.810	0.051
7.594	9.925	9.209	9.925	0.745	0.927		
7.442	15.554	8.004	16.049	0.498	0.479	0.488	0.019
7.544	9.299	7.539	9.416	0.801	0.791	0.796	0.011
7.544	12.699	8.258	12.699	0.594	0.650	0.622	0.066
6.271	15.170	6.778	15.170	0.415	0.446	0.429	0.055
7.702	11.460	9.719	11.460	0.672	0.849	0.760	0.177
7.545	12.585	9.504	12.511	0.609	0.758	0.685	0.149
8.518	10.524	9.617	10.524	0.829	0.951	0.878	0.106
7.440	9.469	8.972	9.541	0.786	0.940	0.865	0.154
Término medio.						0.718	0.049

# OBSERVACIONES HIGROMÉTRICAS.

DEL MES DE AGOSTO DE 1851.—SANTIAGO.

Días del mes i la hora.	HIGRÓMETRO DE REGNAULT.		PSICRÓMETRO DE AUGUST.		POR EL MÉTODO DE ABSORCIÓN. A. SULFÚRICO.		BARÓMETRO.		Estado de la atmósfera.	Viento.	
	Punto del tubo.	Termómetro líbrico.	Termómetro húmedo.	Termómetro seco.	Subre tres líftros de aire.	Temperatura del agua.	Barómetro.	Termómetro del Barómetro.			
Agosto.											
1—3 tar. <sup>o</sup>	4.0	7.3	6.6	7.7	«	«	7158	9.9	Lluève.	Sur.	
19—5 tar. <sup>o</sup>	0.6	8.7	3.3	8.7	«	«	7212	9.4	Sol.	Sur.	
31—3 tar. <sup>o</sup>	0.8	7.2	4.0	7.0	«	«	7213	8.2	Sol.	Sur.	
	1.0										
4—5 tar. <sup>o</sup>	0.2	9.0	6.0	9.0	«	«	7202	8.9	Sol.	Sur.	
6—5 tar. <sup>o</sup>	3.3	16.3	10.2	16.0	«	«	7136	11.2	Sol.	Calma	
9—5 tar. <sup>o</sup>	5.6	13.6	8.9	13.1	15 m. gr <sup>s</sup> 1/2	«	7168	11.4	Sol.		
10—3 tar. <sup>o</sup>	1.6	13.3	8.1	14.8	11 « 1/2	«	7138	12.0	Sol.	Sur.	
11—5 tar. <sup>o</sup>	6.2	12.0	9.4	11.8	11 «	«	7154	10.2	Nublado.	Sur.	
14—9 1/2 m. <sup>a</sup>	3.9	7.7	7.0	7.7	20 «	«	7170	8.3	Nublado.	Norte.	
3 1/2 ta. <sup>o</sup>	6.03	9.0	8.0	9.0	21 «	«	7172	8.9	Lluève.	S. O.	
16—9 1/2 m. <sup>a</sup>	3.3	11.2	9.1	11.3	21 « 1/2	«	7132	9.8	Sol.	S. O.	
	10.2	19.9									
3 1/2 ta. <sup>o</sup>	11.2	19.4	14.6	19.0	29 «	«	7122	13.9	Sol.	OSO	
17—9 1/2 m. <sup>a</sup>	3.9	10.3	9.0	10.6	21 « 1/2	«	7152	10.8	Nublado.	SO	
3 1/2 ta. <sup>o</sup>	7.4	14.4	10.6	13.7	22 « 1/2 13.7	«	7093	12.0	Sol.	SO	
18—9 1/4 m. <sup>a</sup>	7.0	10.3	9.4	10.6	21 « 1/2	«	7163	10.3	Sol.	SO	
10	«	«	10.2	12.0	22 « 1/2	«					
3 tar. <sup>o</sup>	7.1	10.6	8.0	10.6	22 « 1/4	«	7136	10.9	Nublado.	SO	
20—9 mañ. <sup>a</sup>	6.3	9.2	7.9	9.0	21 « 1/2	«	7184	9.2	Nublado.	SO	
3 1/2 ta. <sup>o</sup>	6.3	12.7	9.8	12.3	22.3 «	«			Sol.	SO	
21 { 9 mañ. <sup>a</sup>	3.9	9.3	3.3	10.1	20.3	«					
{ 10 hor. <sup>s</sup>	6.3	10.6	9.2	11.0	22.3	«	7222	10.0	Sol.	SO	
{ 3 tar. <sup>o</sup>	6.3	10.7	8.9	10.3	21.0	«					
{ 4 tar. <sup>o</sup>	6.7	10.3	8.8	10.3	22.3	«	10 <sup>o</sup> 2	7270	10.0	Nublado.	O.
22—9 mañ. <sup>a</sup>	3.8	9.1	7.6	8.3	19.3 «	«	7243	9.2	Sol.	O.	
3 tar. <sup>o</sup>	3.0	12.6	7.8	12.3	21.3 «	11 <sup>o</sup>			cielo mui limpio.		
9 tar. <sup>o</sup>	4.0	12.1	8.4	11.9	18 «	«	7223	11.2	Sol. cielo mui claro sin vapor al pie de la Cordillera.	SO • Norte.	
25—9 mañ. <sup>a</sup>	4.7	9.1	6.8	8.4	18.3	«	7204	9.4			
3 tar. <sup>o</sup>	6.3	14.8	10.3	13.0	22.0	«					
4 tar. <sup>o</sup>	6.8	14.7	10.8	13.0	22.3	11 <sup>o</sup> 6	7183	12.2	Sol. aparece vapor al pie de la Cordillera.	NNO.	
24—9 mañ. <sup>a</sup>	4.9	11.7	8.4	10.9	19.0	10 <sup>o</sup> 5	7136	10.8	Sol vapor al pie de la Cordillera.	Norte.	
3 tar. <sup>o</sup>	7.3	19.9	13.3	18.0	23.0	12.6					
4 tar. <sup>o</sup>	9.2	18.8	14.8	20.3	23.0	12.4	7298	14.0	Sol cielo mui claro.	Norte. Norte.	
23 { 9 mañ. <sup>a</sup>	7.2	14.0	10.2	13.3	22.0	12.2	7133	12.6			
{ 3 tar. <sup>o</sup>	10.3	16.9	13.1	16.9	28.0	16.7	7131	14.6	Sol.	SSO.	
{ 9 mañ. <sup>a</sup>	8.3	15.0	10.6	13.0	23.3	12.0	7144	12.3	Sol.	Oeste.	
29—4 tar. <sup>o</sup>	11.2	17.3	13.0	17.2	31.3	13.8	7143	13.0	Sol.	SSO.	

# CÁLCULOS DE SATURACION.

HIGRÓMETRO.		PSICRÓMETRO.		FRACCIÓN DE SATURACION.			Termino medio.
Fuerza elástica que corresponde al punto de rocío, $f$ .	Fuerza elástica que corresponde al vapor saturado del aire, $f'$ .	Fuerza elástica del vapor que existe realmente en el aire, $x$ .	Fuerza elástica del vapor de saturacion para la temperatura del aire, $f$ .	$f / f'$	$x / f$	Diferencia.	
6.490	7.754	6.755	7.850	0.857	0.856	0,019	0.846
4.804	8.406	5.127	8.406	0.571	0.610	0,159	0.690
4.570	7.397	4.567	7.492	0.609	0.602	0,007	0.603
4.668	8.574	5.464	8.574	0.544	0.657	0,005	0.690
6.766	15.801	6.562	15.556	0.490	0.470	0,020	0.480
5.955	11.609	5.865	11.257	0.511	0.522	0,011	0.446
5.157	12.050	4.662	12.341	0.598	0.572	0,026	0.583
7.097	10.437	7.589	10.524	0.679	0.755	0,036	0.707
6.952	7.837	7.492	7.857	0.885	0.908	0,025	0.896
6.998	8.574	7.575	8.574	0.876	0.876	0,000	0.846
6.675	9.923	7.410	10.124	0.672	0.752	0,060	0.702
10.604	16.975	10.261	16.546	0.625	0.627	0,002	0.626
6.952	9.555	7.761	9.541	0.744	0.815	0,069	0.769
7.702	12.224	9.541	11.684	0.651	0.682	0,031	0.657
7.492	9.478	8.197	9.541	0.791	0.859	0,068	0.825
7.543	9.541	7.652	9.541	0.791	0.802	0,011	0.796
7.146	8.692	7.069	8.574	0.822	0.824	0,002	0.825
7.245	9.541	7.767	9.792	0.789	0.792	0,035	0.773
7.544	9.479	7.582	9.479	0.773	0.800	0,025	0.784
6.905	8.655	7.545	8.295	0.800	0.885	0,085	0.842
7.595	12.451	7.509	12.699	0.595	0.591	0,002	0.592
6.402	8.625	6.575	8.257	0.744	0.798	0,054	0.771
7.595	12.462	7.510	12.699	0.595	0.591	0,002	0.592
6.490	10.258	8.240	9.720	0.655	0.716	0,085	0.674
8.692	16.148	9.670	17.722	0.558	0.545	0,007	0.541
9.555	11.575	9.288	11.572	0.655	0.616	0,005	0.648

Termino medio. 0.650 0.569.

## CÁLCULO DE LAS FRACCIONES DE SATURACION.

HIGRÓMETRO DE REGNAULT.		PSICRÓMETRO.		FRACCION DE SATURACION		Diferencia.	Término medio.
Fuerza elástica del vapor correspondiente al punto de rocío. f	Fuerza elástica del vapor correspondiente a la temperatura del aire. f	Fuerza elástica del vapor que existe actualmente en el aire. x	Fuerza elástica del vapor de saturacion en la temperatura observada. f	f - x	x - f		
8.296	19.903	9.131	20.130	0.411	0.434	0.043	0,432
8.296	19.195	8.775	19.195	0.452	0.437	0,025	0,444
8.731	15.755	8.754	15.533	0.536	0.561	0,005	0,558
4.940	22.650	5.114	22.595	0.215	0.226	0,015	0,219
5.579	17.591	6.105	17.591	0.310	0.551	0,041	0,530
5.579	24.988	5.494	24.988	0.213	0.210	0,003	0,212
7.733	20.325	8.294	20.3.3	0.378	0.404	0,026	0,391
8.240	12.866	8.709	13.054	0.641	0.668	0,027	0,654
7.194	16.430	7.416	16.430	0.457	0.431	0,014	0,444
8.465	18.055	8.944	16.060	0.468	0.556	0,068	0,502
5.851	22.457	6.418	22.437	0.266	0.286	0,020	0,276
5.892	18.727	5.174	16.869	0.514	0.506	0,008	0,518
4.756	23.898	4.698	23.898	0.182	0.181	0,001	0,181
6.859	28.101	7.647	28.101	0.208	0.272	0,064	0,240
7.194	28.101	8.857	27.782	0.256	0.518		
10.058	21.406	10.394	21.406	0.470	0.494	0,024	0,482
10.124	19.991	10.905	19.994	0.507	0.547	0,040	0,527
10.058	16.516	10.929	16.546	0.613	0.638	0,055	0,641
10.258	25.277	11.269	25.277	0.442	0.482	0,040	0,462
10.324	25.756	11.843	25.277	0.434	0.509	0,075	0,471
10.457	17.941	11.533	17.941	0.585	0.652	0,049	0,607
9.106	28.605	10.297	27.781	0.518	0.571	0,053	0,544
6.839	20.888	8.612	20.888	0.529	0.412	0,085	0,570
		7.033	28.202	0.	0.230		0,250
Termino medio.						0,054	0.406

# OBSERVACIONES HIGROMÉTRICAS

DEL MES DE NOVIEMBRE DE 1840. — SANTIAGO.

Días del mes i la hora.	HIGRÓMETRO DE REGNAULT.		PSICRÓMETRO DE AUGUST		POR ABSORCION.		BARÓMETRO.		Estado de la atmósfera.	Viento.
	Punto del rocío.	Termómetro libre.	Termómetro húmedo	Termómetro libre.	Sobre 3 libras.	Temperatura.	Barómetro.	Term.º del Baróm.º		
Noviembre.										
15—9 1/2 m. <sup>a</sup>	8.5	22.2	15.2	22.4			7181	22.2	C. c.	SO.
3 tar. <sup>e</sup>	8.5	21.6	14.6	21.6			7181	22.8	N.	SSO.
16—9 1/2 m. <sup>a</sup>	9.5	18.4	15.2	18.2			7194	20.6	C. c.	N.
3 1/2 ta. <sup>e</sup>	1.0	24.4	12.8	24.5	9 m. gr. <sup>s</sup> 1/2	25º	7179	25.0	C. c.	S. f. <sup>e</sup>
17—9 1/2 m. <sup>a</sup>	2.2	19.9	11.8	20.0			7171	28.0	C.	N. b. <sup>a</sup>
3 1/2 ta. <sup>e</sup>	2.2	25.0	15.8	26.0			7165	22.6	C. l.	S.
19—9 1/2 m. <sup>a</sup>	7.5	16.7	12.2	16.7			7162	21.6	C. c.	SE.
4 tar. <sup>e</sup>	7.8	18.2	15.0	18.1					C.	SSO.
20—9 1/2 m. <sup>a</sup>	8.4	15.2	12.0	15.4	25	18.7	7188	17.4	C. n.	S.
3 1/2 ta. <sup>e</sup>	6.6	19.2	12.5	19.1	25	19.9	7185	20.5	C. n.	NE.
21—9 1/2 m. <sup>a</sup>	8.8	20.6	15.8	19.5	22	19.8	7178	19.4	C. c.	NE.
3 1/2 ta. <sup>e</sup>	5.4	24.2	15.8	24.2	15	21.8	7162	22.2	C. c.	S.
22—2 h. <sup>s</sup> m. <sup>a</sup>	5.5	21.2	9.2	19.5	17	20.2	7167	20.0	C. c.	E. s. <sup>e</sup>
4 h. <sup>s</sup> ta. <sup>e</sup>	-1.5	26.8	15.1	27.2	12	22.0	7152	25.2	C. c.	S.
5 tar. <sup>e</sup>	0.4	27.2	15.4	26.6	12	22.6	id.	id.	id.	ld.
23—9 m. <sup>a</sup>	4.6	22.0	14.0	22.1	19	21.1			C. c.	Cal. <sup>a</sup>
4 tar. <sup>e</sup>	5.7	28.0	16.2	28.0	18	21/2 25.9	7143	24.6	C. c.	S.
24—9 m. <sup>a</sup>	6.5	20.8	15.6	20.6					C. c.	Cal. <sup>a</sup>
3 1/2 ta. <sup>e</sup>	6.4	28.0	17.0	27.8	21	24.5	7151	25.0	C. c.	
26—9 m. <sup>a</sup>	11.4	25.4	16.8	25.4					C. n.	S. f. <sup>e</sup>
4 tar. <sup>e</sup>	11.3	22.6	16.4	22.2	27	25.2	7151	25.8		
27—9 tar. <sup>e</sup>	11.4	19.1	15.2	19.0			7168	22.0	C. c.	N.
3 tar. <sup>e</sup>	11.7	24.8	17.6	24.8	28	25.7	7152	24.4	C.	S.
4 tar. <sup>e</sup>	11.8	25.2	18.0	24.8	29	25.9	id.	id.	id.	
28—9 m. <sup>a</sup>	12.0	20.5	16.1	20.5			7167	22.6	C. c.	S.
3 tar. <sup>e</sup>	9.9	28.5	18.0	27.8	22	24.2	7155	25.8	C. c.	S.
29—9 1/2 m. <sup>a</sup>	5.7	25.1	15.0	25.0			7171	25.4	C. c.	S.
30—5 m. <sup>a</sup>			16.0	28.6			7154	24.9	C. c.	Cal. <sup>a</sup>



# DETERMINACION DE LAS FRACCIONES DE SATURACION.

HIGRÓMETRO.		PSICRÓMETRO.		FRACCION DE SATURACION.			Término medio.
Fuerza clásica que corresponde al punto de rocío. $f$	Fuerza clásica que corresponde al temperatura del aire. $f$	Fuerza clásica del vapor que existe actualm. en el aire. $x$	Fuerza clásica del vapor de saturacion para la temperatura del aire. $l$	$f \mid l$	$x \mid l$	Diferencia.	
6.998	21.406	8.244	21.406	0.327	0.584	0.057	0.556
6.627	26.824	6.995	26.824	0.247	0.260	0.013	0.266
8.407	15.755	8.893	15.755	0.554	0.564	0.050	0.541
8.184	12.582	9.249	12.582	0.661	0.747	0.089	0.703
7.294	14.244	8.568	14.244	0.512	0.587	0.075	0.549
7.754	15.715	8.554	15.715	0.565	0.625	0.058	0.594
7.702	14.608	8.466	14.608	0.527	0.579	0.052	0.553
4.770	22.750	5.456	22.750	0.210	0.221	0.011	0.215
9.165	29.782	10.145	29.782	0.508	0.541	0.055	0.524
8.531	28.941	9.955	28.941	0.289	0.545	0.064	0.351
7.544	29.615	8.172	29.615	0.255	0.275	0.010	0.265
8.561	18.050	8.549	18.164	0.465	0.470	0.007	0.466
		8.429	50.152		0.279		0.279
7.544	55.029	7.980	55.991	0.225	0.255	0.012	0.220
7.754	55.056	8.819	52.850	0.255	0.269	0.054	0.242
		9.965	25.982		0.416		0.416
		8.684	20.648		0.421		0.421
		7.597	15.556		0.354		0.354
		5.971	25.858		0.280		0.280
		7.164	26.505		0.270		0.270
		10.054	27.505		0.370		0.370
		11.665	29.782		0.592		0.592

# OBSERVACIONES HIGROMÉTRICAS.

DEL MES DE DICIEMBRE DE 1849.—SANTIAGO.

Días del mes i. la hora.	HIGRÓMETRO DE REGNAULT.		PSICRÓMETRO DE AUGUST.		POR EL MÉTODO DE ABSORCION. A. SULFÚRICO.		BARÓMETRO.		Estado de la atmósfera.	Viento.
	Punto del rocío.	Termómetro libre.	Termómetro húmedo.	Termómetro seco.	Sobre tres li-tros de aire.	Temperatura del agua.	Barómetro.	Termómetro del Baróm.º		
Diciembre.										
1—9 1/2 m.ª	6.0	23.6	14.9	23.4			7167	23.4	Algo emp.	S.
3 1/2 ta.ª	3.2	27.2	13.6	27.2			7133	23.2	id.	SO.
3—9 m.ª	8.7	18.4	13.4	18.4			7137	22.6	C.º claro.	SO.
3 tar.ª	9.2	22.6	13.4	22.6					id.	SO.
4—9 mañ.ª	8.3	14.6	12.1	14.6			7134	19.0	Nublado.	S.
4 tar.ª	6.6	17.1	12.5	16.8	23 m. gr.ª 20.2		7143	19.3	Llueve.	N.
4 Id.	7.3	16.3	12.2	16.2	22 " 17.8		id.	id.	id.	id.
5—4 tar.ª	7.4	17.4	12.7	17.2	21 " 19.3		7173	19.3	Nublado.	SO.
4 1/2 ta.ª	7.1	17.4	12.6	17.4	22 " 19.1		id.	id.	id.	id.
6—3 tar.ª	0.3	24.4	13.1	24.4			7136	21.4	C.º claro.	S.
7—10 m.ª			14.6	24.0			7136	19.8	C.º claro.	S.
11—4 tar.ª	10.0	29.2	13.3	29.0			7133	24.8	C.º claro.	S.
12—3 1/2 ta.ª	8.6	28.3	13.0	28.3			7131	23.0	C.º emp.º	S.
13—3 1/2 ta.ª	7.1	28.9	16.9	28.9			7129	23.4	C.º emp.º	SO.
13—9 mañ.ª	8.6	20.6	14.4	20.7			7161	23.3	C.º claro.	NO
3 tar.ª			17.2	29.2			7163	27.1	C.º claro.	S.
17—3 tar.ª	6.7	31.3	13.1	31.3			7131	26.9	C.º claro.	SO.
17—3 Id. -- 3 1/2 ta.ª	7.3	30.8	13.0	30.7	23 " 1/2 26.9		id.	id.	C.º claro.	SO.
20—3 tar.ª			16.8	23.3			7176	25.9	C.º nubl.º	S.
21—3 tar.ª			13.0	22.8			7138	24.2	C.º claro.	SO.
22—9 mañ.ª			11.4	16.2			7173	21.5	N. cord.ª	N.
3 tar.ª			13.9	23.2			7133	23.4	C.º claro.	S.
24—3 1/2 ta.ª			13.4	27.0			7168	23.9	C.º claro.	SO.
28—3 tar.ª			17.7	27.3			7135	23.8	C.º claro.	O.
31—3 tar.ª			19.3	29.0			7137	26.1	C.º claro.	SO.

HIGRÓMETRO DE REGNAULT.		PSICRÓMETRO.				Diferencia.	
t	t	x	t	t   t	x   t		
		9.243	31.021		0.297		
		6.739	21.668		0.512		
		8.560	25.906		0.522		
		8.895	29.169		0.505		
		8.781	27.625		0.518		
		8.170	29.109		0.281		
15.456	30.844	10.740	30.844		0.548		
Término medio.					0.512		
8.810	29.278	9.920	29.278	0.501	0.541	0.040	0.521
7.416	28.775	7.729	28.775	0.258	0.268	0.010	0.265
8.810	22.458	10.015	22.458	0.591	0.445	0.054	0.517
9.926	25.858	10.166	25.858	0.416	0.426	0.010	0.421
9.752	27.146	9.940	27.146	0.558	0.566	0.008	0.562
8.987	27.463	10.128	27.463	0.527	0.569	0.042	0.548
9.291	21.928	10.082	21.928	0.424	0.460	0.036	0.442
10.741	24.414	11.443	24.414	0.440	0.469	0.029	0.454
		6.487	25.576		0.188		
Término medio.				0.564	0.570	0.050	0.567

# OBSERVACIONES HIGROMÉTRICAS

DEL MES DE ENERO FEBRERO DE 1850.

Días del mes i la hora.	PSICRÓMETRO DE AUGUST.		HIGROMETRO DE REGNAULT.		BARÓMETRO.		Estado de la atmósfera.	Viento.
	Term.º húmedo.	Termómetro secc.	Punto de rocío.	Termómetro libre.	Barómetro.	Termómetro.		
<b>Enero.</b>								
2—3 1/2 ta.º	17.9	29.7			7133	26.2	Cielo claro.	SO.
3—3 1/2	15.8	23.6			7160	23.6	Nublado.	SO.
4—3 1/2	16.2	26.6			7160	23.1	Cielo claro.	O.
5—3 1/2	17.5	28.6			7133	23.5	Nublado.	O.
7—3 h.º	16.9	27.7			7462	24.9	Cielo claro.	O.
8—3 h.º	16.8	28.6			7133	23.6	Cielo claro.	O.
16—2 h.º	18.1	29.6	18.9	29.6	7133	27.2	Cielo claro.	O.
<b>Febrero.</b>								
7—2 tar.º	18.1	28.7	9.4	28.7	7145	23.9	Cielo claro.	O.
8—3	16.4	28.4	6.0	28.4	7134	23.8	Cielo claro.	O.
9—3	16.3	24.2	9.4	24.2	7134	23.0		
12—3	17.5	23.2	11.2	23.2	7133	23.6	Temp.º en la cord.º	O.
13—3	17.6	27.4	9.9	27.4	7138	26.5	Cielo muy claro.	O.
14—3	17.8	27.6	9.7	27.6	7143	26.2	Cielo claro al oeste	
15—3	16.4	23.8	10.2	23.8	7160	24.1	Cielo claro al oeste	
18—3	18.0	23.6	12.4	23.6	7134	23.4	S. temp.º en la C.ª	O.
21—3	17.4	21.6			7145	23.6	Cielo claro.	O.
4 Yungai	18.0	21.4			7149	23.4	id.	
22—3	18.2	28.6			7132	23.9		
<b>Marzo.</b>								
1	13.7	24.0			7132	24.1	Cielo claro.	

TABLA DE LAS FUERZAS ELÁSTICAS DEL VAPOR ACUOSO DE—0 A 100 grados.

TEMPERATURA en grados centi- metros.	FUERZAS ELÁSTICAS en milímetros de mercurio.	Diferencia.	TEMPERAT. <sup>a</sup> en grados centígrados.	FUERZAS ELÁSTICAS en milímetros de mercurio.	Diferencia.
	mm	mm		mm	mm
0°	4,600	0,340	31°	33,406	1,953
1	4,940	0,362	32	35,359	2,052
2	5,302	0,385	33	37,411	2,154
3	5,687	0,410	34	39,565	2,262
4	6,097	0,437	35	41,827	2,374
5	6,534	0,464	36	44,201	2,490
6	6,998	0,491	37	46,691	2,611
7	7,492	0,525	38	49,302	2,737
8	8,017	0,557	39	52,039	2,867
9	8,574	0,591	40	54,906	3,004
10	9,165	0,627	41	57,910	3,145
11	9,792	0,665	42	61,055	3,291
12	10,457	0,705	43	64,346	3,444
13	11,162	0,746	44	67,790	3,601
14	11,908	0,791	45	71,391	3,767
15	12,699	0,837	46	75,158	3,935
16	13,536	0,885	47	79,093	4,111
17	14,421	0,936	48	83,204	4,295
18	15,357	0,989	49	87,499	4,483
19	16,346	1,045	50	91,982	4,679
20	17,391	1,104	51	196,661	4,882
21	18,495	1,164	52	101,543	5,093
22	19,659	1,229	53	106,636	5,309
23	20,888	1,296	54	111,945	5,533
24	22,184	1,366	55	117,478	5,766
25	23,550	1,438	56	123,244	6,007
26	24,988	1,517	57	129,251	6,254
27	26,505	1,596	58	135,505	6,510
28	28,101	1,681	59	142,015	6,776
29	29,782	1,766	60	148,791	7,048
30	31,548	1,858	61	155,839	7,331
31	33,406		62	163,170	

TABLA DE LAS FUERZAS ELÁSTICAS DEL VAPOR ACUOSO DE—32 A 100 grados.

TEMPERATURA en grados centigrados.	FUERZAS ELÁSTICAS en milímetros de mercurio.	Diferencia.
	mm	mm
—32°	0,310	0,026
31	0,336	0,029
30	0,365	0,032
29	0,397	0,034
28	0,431	0,037
27	0,468	0,041
26	0,509	0,044
25	0,553	0,049
24	0,602	0,052
23	0,654	0,057
22	0,711	0,063
21	0,774	0,067
20	0,841	0,075
19	0,916	0,080
18	0,996	0,088
17	1,084	0,095
16	1,179	0,105
15	1,284	0,114
14	1,398	0,123
13	1,521	0,135
12	1,656	0,147
11	1,803	0,160
10	1,963	0,174
9	2,137	0,190
8	2,327	0,206
7	2,533	0,225
6	2,758	0,246
5	3,004	0,267
4	3,271	0,282
3	3,553	0,326
2	3,879	0,345
1	4,224	

TEMPERAT. en grados centigrados.	FUERZAS ELÁSTICAS en milímetros de mercurio.	Diferencia.	TEMPERAT. en grados centigrados.	FUERZAS ELÁSTICAS en milímetros de mercurio.	Diferencia.
	mm	mm		mm	mm
62°	163,170	7,621	81°	369,287	15,148
63	170,791	7,923	82	384,435	15,666
64	178,714	8,231	83	400,101	16,197
65	186,945	8,551	84	476,198	16,743
66	195,496	8,880	85	433,041	17,303
67	204,376	9,220	86	450,344	17,877
68	213,596	9,569	87	468,221	18,466
69	223,165	9,928	88	486,687	19,072
70	233,093	10,300	88	505,759	19,691
71	243,393	10,680	90	525,450	20,328
72	254,073	11,074	91	545,778	20,979
73	265,147	11,477	92	566,757	21,649
74	276,624	11,893	93	588,406	22,334
75	288,517	12,321	94	610,740	23,038
76	300,838	12,762	95	633,778	23,757
77	313,600	13,211	96	657,535	24,494
78	326,811	13,677	97	682,029	25,251
79	340,488	14,155	98	707,280	26,025
80	354,643	14,644	99	733,305	26,695
81	369,287		100	760,000	