Ya se comprende, pues, lo interesante que es para nosotros llegar al conocimiento de nuestra ley de mortalidad, y que es ésta, en el estado actual, una verdadera necesidad. En efecto, las compañías de Seguros de vida establecidas aquí, toman generalmente por base de sus cálculos las tablas de otros países cuyas condiciones de vida difieren en un todo de las nuestras.

Con el propósito de llenar hasta donde fuere posible este vacío, y el de prestar al país un servicio que ya exige su cultura, ocurrí á mi amigo y condiscípulo el Sr. Quintas Arroyo, á fin de que con sus conocimientos en el cálculo interpretara los pocos datos que yo poseía, y pudiera llegar á establecer la ley de mortalidad, para deducir de aquí una tabla de probabilidades de vida entre nosotros.

Mis deseos han quedado plenamente satisfechos, pues como se va á ver, la laboriosidad y el empeño del Sr. Quintas han podido obtener de tan imperfectos datos, resultados en extremo satisfactorios.

Trascribo íntegro el mencionado trabajo, y aprovecho la oportunidad para dar á mi buen amigo una muestra pública de agradecimiento.

Dedicados estos apuntes á personas que por su profesion no están versadas en el tecnicismo matemático ni en los cálculos algebráicos, me ha sido preciso sacrificar la concision á la claridad. Si á esto se une el ser ésta para mí una cuestion nueva y ajena á mis ocupaciones habituales, así como el deseo que he tenido de ser útil, serán disculpables los defectos en que haya incurrido.

México, Octubre 31 de 1876.

JUAN QUINTAS ARROYO,
capitan 1.º de artillería
facultativa.

Ligeros apuntes acerca de la ley de la mortalidad y algunas de sus aplicaciones.

I.

Laplace, el eminente autor de la Mecánica celeste, ha dicho que áun aquellos acontecimientos que por su pequeñez parecen no regirse por las grandes leyes de la naturaleza, son una consecuencia tan necesaria de ellas como las revoluciones del sol. La curva descrita por el átomo de polvo ó la simple molécula de vapor, está arreglada de una manera tan cierta como las órbitas planetarias; no existe más diferencia que el límite que nos marca nuestra ignorancia.

Partiendo de este principio, la mortalidad, así como los demás fenómenos, puede sujetarse á una ley cuya determinacion, aunque á primera vista parece imposible, verémos que no lo es con el auxilio del cálculo y la observacion.

Hasta ahora no ha podido establecerse esta ley, expresada por una fórmula algebraica basada en consideraciones *a priori*, y cada país ha adoptado una ley de mortalidad, formada en él mismo ó en otro distinto, segun conviene á sus intereses ó á los de la negociacion á que se aplica, segun que á ésta convenga suponer más ó ménos rápida la mortalidad.

Veamos de qué manera puede determinarse la ley de que se trata; habiendo para ello dos modos, el de la hipótesis y el de la observacion.

Respecto del primer modo, son várias las teorías propuestas, siendo las más notables las hipótesis de Demoivre y Willich y la ley de Gompertz, por aproximarse de una manera sorprendente á los resultados obtenidos por la observacion.

La hipótesis de Demoivre consiste en suponer que si se toma un número cualquiera de individuos de edad determinada, cada año ocurrirá un mismo número de defunciones hasta su completa extincion. Por consiguiente, el número único que hay que determinar es el promedio de las edades más avanzadas. Demoivre asigna por valor de este número 86 años, y en este concepto su hipótesis puede enunciarse con mucha sencillez de esta manera:

«De 86 individuos nacidos en el mismo instante, 85 vivirán al fin del primer año, 84 al fin del segundo, 83 al fin del tercero, y así sucesivamente hasta su total extincion; siendo el decrecimiento de un individuo por año.»

Los hechos observados en varios países están acordes con esta ley de una manera bastante aproximada, por lo que es muy útil y usada en los cálculos de los casos en que entran como datos las contingencias de la vida.

El método de Willich consiste en asignar como vida probable á cualquiera edad, los dos tercios de lo que á ésta le falta para llegar á 80 años. Por ejemplo, á los 65 años faltan 15 años para llegar á 80; los dos tercios de 15 años son 10 años, que será la vida probable á los 65 años. Este método y el anterior reunen á su gran utilidad para los cálculos aproximados, la ventaja de retenerse con facilidad en la memoria.

La más ingeniosa de las hipótesis que se han hecho para formar por consideraciones *a priori* la ley de la mortalidad, se debe á Mr. Benjamin Gompertz, cuyo nombre lleva.

Mr. Gompertz asienta como principio, que la vida humana es una potencia que resiste los efectos de las enfermedades ó se opone á su destruccion, y que en intervalos de tiempo iguales y sucesivos pierde proporciones iguales de su intensidad.

De esta hipótesis se deduce en seguida esta fórmula:

$$\text{Log. } y = \text{log. } 1 \pm \text{Número cuyo log.} = (\text{log. } p + x.\ \text{log. } q.)^{*}$$

en la que y representa el número de individuos que sobreviven al cabo del número de años representado por x, en un grupo de edad determinada.

Segun las reglas del álgebra, un problema es determinado cuando puede expresarse en un número de ecuaciones igual al de incógnitas que contiene; por consiguiente, si por medio de la observacion se determina para un número determinado de individuos cuántos sobreviven en tres épocas distintas, se podrán formar tres ecuaciones como la del párrafo anterior, con las que podrán determinarse las tres cantidades constantes l, p, q que figuran en la fórmula, y que sustituidas en ella expresarán algebráicamente la ley de Gompertz, con la que se obtiene el número de individuos y que sobrevivirán á una edad cualquiera x.

Se ha comprobado esta fórmula con la tabla de mortalidad de Carlisle, y los resultados han sido acordes.

El segundo modo de obtener la ley de la mortalidad, está fundado, como se ha dicho ántes, en la observacion; y aunque á primera vista se comprende que ésta no puede ser matemáticamente exacta, por medio del cálculo se obtienen resultados de una aproximacion más que suficiente para los usos sociales á que se aplican.

La primera idea que ocurre es observar durante un largo período de tiempo el número de individuos que anualmente mueren de cada edad; tomar el promedio de cada uno de los distintos grupos de observaciones, y tabular los resultados, obteniendo así una tabla de mortalidad que se llama natural.

Este trabajo se simplifica las más veces, pues casi en todas las nacio-

* Esta fórmula se expresa en el lenguaje vulgar de la manera siguiente: "El logaritmo de y es igual al logaritmo de l, más ó ménos el número cuyo logaritmo es igual al logaritmo de p sumado con el logaritmo de q multiplicado por x.—Como se verá, tanto en esta parte como en algunas otras, ha sido imposible suprimir las notaciones algebraicas.

nes civilizadas, se hallan en las publicaciones periódicas, en las oficinas del Registro Civil ó de algunas instituciones médicas, estados de mortalidad durante períodos determinados de tiempo, y entre los datos que figuran en estos documentos pueden tomarse el número y edad de los individuos muertos.

Como fácilmente se comprende, una tabla natural, además de la laboriosidad que exige su formacion, presenta una serie de resultados muy irregulares y de difícil aplicacion, y por estas razones se ha convenido en formar tablas artificiales, en las que la série de los términos de la mortalidad á distintas edades se regulariza, con la condicion de que el promedio de los resultados correspondientes á todas las edades, comprendido de 5 en 5 ó de 10 en 10 años, sea igual al de la tabla natural.

Veamos ahora cómo se forma esta clase de tablas en una localidad determinada.

Supongamos que conocido el censo de la poblacion con la mayor exactitud posible, se haya determinado por la observacion ú otro medio cualquiera, el número de individuos que mueren cada año, del nacimiento á los 10 años, de 10 á 20 años, de 20 á 30, de 30 á 40, etc., hasta la mayor edad que se llegue á tener en dicha poblacion, y llamando a, b, c, d. . . . etc. estos resultados, es claro que la suma a+b+c+d+. . . . será la mortalidad anual.

Ahora bien, si suponemos que la poblacion permanece estacionaria, y se extingue en el término de un año, dividiendo el censo en números proporcionales á *a b c d e*. . . . etc., se obtendrá el número de individuos que morirán de cada edad; mas como los censos varían con las poblaciones, tanto por comodidad en las aplicaciones cuanto para hacer comparables unas tablas con otras, se ha convenido en tomar como tipo del censo (10000) diez mil habitantes, para lo cual no habrá más que reducir los números proporcionales á a. . . b. . . c. . . d. . . etc. en que se ha dividido el censo á lo que serian si éste fuera de 10000 habitantes, y llamando estos números A, B, C, D, E, F, etc., se tendrá el resultado siguiente:

«En la poblacion H, de 10000 habitantes que nacen en el mismo instante, á los 10 años habrá muerto un número A.; á los 20 años un número B.; á los 30 años un número C, y así sucesivamente hasta la completa extincion de los 10000.»

Aun se ha convenido en hacer otra modificacion conveniente para las aplicaciones prácticas y que no cambia la parte esencial de la tabla, y ésta consiste en no considerar el número de individuos que de 10000 mueren en cada edad, sino el de los que sobreviven, cuyos resultados se obtienen fácilmente de los anteriores por medio de simples sumas y restas: por ejemplo, si de 10000 han muerto A. á los 10 años, es claro que sobrevivirán 10000 ménos A. Si estos resultados los representamos con las letras del alfabeto griego $\alpha \beta \gamma \delta \varepsilon \zeta \eta \theta$ etc., podrémos expresarlos de la manera siguiente:

«En la poblacion H de 10000 habitantes que nacen en el mismo instante, á los 10 años sobreviven un número α; á los 20 años sobrevive un número β; á los 30 años un número γ, y así sucesivamente hasta su total extincion.»

Obtenidos los datos anteriores, solo falta obtener los resultados correspondientes á las edades intermedias, y tabularlos. Veamos cómo puede hacerse esto.

Todos los fenómenos están sujetos á la ley de continuidad, que consiste en no pasar de un estado á otro distinto sin recorrer los intermedios. Esto por una parte, y por otra, que los efectos obtenidos en distintas épocas pueden considerarse como los distintos puntos de una curva cuyas distancias á dos rectas perpendiculares son la intensidad de dichos efectos y la época de observacion, nos dará el medio de obtener lo que deseamos.*

Para mayor claridad, supongamos que en las observaciones termométricas, que en cuadrículas á propósito llevan algunos médicos para los casos de tifo, etc, se hayan notado con dos puntos las temperaturas observadas en un individuo á dos horas cercanas, y que se quiere saber la temperatura correspondiente á la hora média; es claro que se obtendrá por el valor de la perpendicular que corresponda al punto medio de la línea que une los dos puntos de que ántes se ha hablado.

Sentados estos principios, lo primero que ocurre es trazar una línea y dividirla en tantas partes iguales como años se consideren por término de la vida humana (90 ó 100 por ejemplo), y por cada uno de los puntos de division cuyo número de órden es 10, 20, 30, 40, etc., elevar perpendiculares proporcionales al número de individuos que, segun los datos obtenidos, sobreviven de cada edad; unir los extremos supe-

* Este es el fundamento de una teoría conocida por los médicos con el nombre de método gráfico ó de *gráficas* y muy usado para determinar la curva de solubilidad de las sales, así como en la práctica de la termometría clínica, en las aplicaciones del cardiógrafo, etc., etc., por cuya razon no me detengo á explicarla de una manera más detallada.

riores de estas perpendiculares por medio de una curva contínua, y trazar despues las perpendiculares limitadas por dicha curva y correspondientes á los puntos de division intermedios. Los valores de cada una de estas perpendiculares serán el número de supervivientes que habrá á la edad marcada por el punto de division correspondiente.

Este método da una aproximacion grosera, y está sujeto á los errores inevitables en toda operacion gráfica cuando no se tiene una gran práctica en el arte de la delineacion; pero puede servir para acusar un error de consideracion que se haya cometido en el método siguiente que se funda en los principios del cálculo matemático.

Cuando la observacion ha dado los valores distintos de dos cantidades variables, pero que dependen una de otra, Lagrange ha demostrado que puede obtenerse la ley que rige esta variacion por medio de una fórmula algebraica, cuyo resultado dará la ecuacion de una curva más ó ménos complicada segun el caso á que se aplique. Esta fórmula se llama de interpolacion; y aunque muy complicada cuando se trata de ligar por una ley la intensidad de los fenómenos observados en épocas distintas, se simplifica cuando las épocas de observacion son equidistantes, que es nuestro caso, puesto que se conoce la mortalidad en intervalos de 10 en 10 años de edad.

Pudiera suceder que por cualquier motivo no fuera dable obtener alguno de los datos correspondientes á uno ó más intervalos equidistantes, en cuyo caso se tendrá primero que regularizar, completándola por medio de la fórmula, la serie que resulte, y aplicar despues el método correspondiente al caso de intervalos equidistantes, y obtener así una serie de resultados, que tabulados formarian una tabla artificial de mortalidad.

Además de la fórmula de interpolacion de Lagrange hay otras muchas fundadas en los mismos principios, siendo muy notables, aunque de una aplicacion en extremo laboriosa, las que aplicadas á la ley de la mortalidad se hallan en la Memoria anual del Instituto Smithsoniano, perteneciente á 1871.

No obstante lo expuesto hasta aquí, soy de opinion que lo más conveniente para México, *por ahora*, seria establecer la ley de mortalidad segun la hipótesis de Gompertz expuesta anteriormente, atendiendo á que no necesita para su establecimiento sino de tres observaciones, de las que en rigor solo habria que determinar dos, puesto que de antemano se ha convenido en que en un instante determinado, que es el orígen de las edades, y por consiguiente igual á cero, deben sobrevivir 10,000 individuos, cuya consideracion equivale al resultado de una de las observaciones, lo que subsanaria de algun modo la dificultad de obtener un gran número de datos á consecuencia del poco caso que nuestro pueblo hace de las leyes del Registro Civil, y de otra multitud de inconvenientes que seria largo y fuera del caso enumerar.

Para hacer una aplicacion práctica de lo dicho hasta aquí, veamos cómo podrá formarse una tabla de mortalidad para la Capital (México), asentando desde luego los datos con que puede contar, y son los siguientes:

Guiado por las consideraciones que el Dr. Ruiz y Sandoval asienta en la tésis, que sobre la mortalidad en México, presentó en su exámen profesional, he adoptado como censo el de 225,000 habitantes.

En la misma tésis está computada la mortalidad durante siete años distintos; pero como allí se hizo esta operacion bajo el punto de vista médico, se separó la mortalidad por grupos de edades, muy irregulares para mi propósito, por lo que he tenido necesidad de computarlos bajo un método distinto, advirtiendo que para todo me han servido de base los datos compilados por el referido Dr. Ruiz y Sandoval, quien me ha proporcionado los borradores que le sirvieron para la tésis de su exámen profesional, de que ya he hecho mencion.

La tabla siguiente presenta en conjunto los resultados obtenidos de dicha manera.

GRUPOS DE UNA A OTRA EDAD.									
AÑOS.	0 á 1	1 á 5	5 á 10	10 á 20	20 á 30	30 á 50	50 á 70	70 á 90	Sumas
45, 52, 58, 59 y 70...	7495	7790	2180	1515	3265	6595	4750	1615	35205
1866.........	1517	1577	440	306	661	1077	863	293	6734
1871.........	1493	1552	435	301	651	1577	1045	355	7405
Suma.........	10505	10919	3055	2122	4577	9245	6658	2263	49344
Promedio.......	1500	1559	437	303	654	1321	951	323	7049

Se ve pues que en México mueren por término medio anualmente: de edad de

0 á 1	años	1,500	individuos.
1 ,, 5	,, ...	1,559	,,
5 ,, 10	,, ...	437	,,
10 ,, 20	,, ...	303	,,
20 ,, 30	,, ...	654	,,
30 ,, 50	,, ...	1,321	,,
50 ,, 70	,, ...	951	,,
70 ,, 90	,, ...	323	,,
	Suma.	7,048	,,

Esta suma de 7,048 representa el número de individuos que por término medio muere anualmente en la Capital, y por consiguiente la mortalidad anual de ésta.

Ahora bien, tomando el tipo de 10,000 habitantes que se suponen nacidos en el mismo instante, y repartiéndolo proporcionalmente á los números anteriores se tendrá que anualmente morirán: de edad de

0 á 1	años	2,130	individuos.
1 ,, 5	,, ...	2,215	,,
5 ,, 10	,, ...	619	,,
10 ,, 20	,, ...	429	,,
20 ,, 30	,, ...	927	,,
30 ,, 50	,, ...	1,874	,,
50 ,, 70	,, ...	1,349	,,
70 ,, 90	,, ...	457	,,
	Suma.	10,000	,,

Por consiguiente, de los mismos 10,000 individuos sobrevivirian al fin de:

0	años	10,000	individuos.
1	,, ...	7,870	,,
5	,, ...	6,655	,,
10	,, ...	5;036	,,
20	,, ...	4.607	,,

30 „	. . . .	3,680	individuos.
50 „	. . . .	1,806	„
70 „	. . . .	457	„
90 „	. . . .	000	„

Hasta aquí los datos y las consecuencias directas que de ellos se deducen; veamos los resultados por medio del cálculo.

Desde luego, con objeto de regularizarlos, pues se nota que faltan los resultados correspondientes al fin de los 40, 60 y 80 años, aplicarémos la fórmula de interpolacion de Lagrange, y se tendrá que sobrevivieron á los 40 años 2,384 individuos; á los 60 años 1,152, y á los 80 años 324 individuos.

Con estos datos y los anteriores se tendrá el esquicio, por decirlo así, de la tabla de mortalidad, que será como sigue:

A los	0 años.	. . . . .	10,000	supervivientes.
„ „	10 „	. . . . . .	5,036	„
„ „	20 „	. . . . .	4,607	„
„ „	30 „	. . . . . .	3,680	„
„ „	40 „	. . . . .	2,384	„
„ „	50 „	. . . . . .	1,806	„
„ „	60 „	. . . . .	1,152	„
„ „	70 „	. . . . . .	457	„
„ „	80 „	. . . . .	324	„
„ „	90 „	. . . . . .	000	„

Si finalmente aplicamos á estos resultados alguna de las fórmulas de interpolacion, se obtendrá la tabla siguiente, en la que consta el número de individuos que de 10,000 nacidos en el mismo instante sobrevivieron al espirar un número de años determinado.

TABLA DE MORTALIDAD.

AÑOS.	Super-vivientes.	AÑOS.	Super-vivientes.	AÑOS.	Super-vivientes.	AÑOS.	Super-vivientes.
0	10000	23	4331	46	2056	69	516
1	7870	24	4240	47	2000	70	457
2	7492	25	4143	48	1939	71	438
3	7214	26	4052	49	1873	72	427
4	6926	27	3968	50	1806	73	420
5	6655	28	3869	51	1740	74	413
6	6352	29	3773	52	1678	75	400
7	6060	30	3680	53	1612	76	386
8	5733	31	3572	54	1543	77	375
9	5400	32	3450	55	1476	78	360
10	5036	33	3329	56	1411	79	340
11	4998	34	3200	57	1343	80	324
12	4950	35	3060	58	1281	81	289
13	4905	36	2924	59	1220	82	256
14	4873	37	2796	60	1152	83	225
15	4834	38	2670	61	1078	84	193
16	4792	39	2529	62	1000	85	160
17	4749	40	2384	63	934	86	128
18	4715	41	2338	64	867	87	95
19	4658	42	2280	65	798	88	92
20	4607	43	2227	66	730	89	30
21	4524	44	2153	67	657	90	0
22	4436	45	2118	68	588		

II.

Antes de pasar á las aplicaciones prácticas de lo dicho en la parte primera de estos apuntes, me permitiré asentar algunos principios del cálculo de las probabilidades y del de los intereses compuestos, indispensables para la buena inteligencia de lo que sigue, omitiendo las demostraciones y amplificaciones de ellos, por existir obras especiales en las que pueden profundizarse estas cuestiones por las personas que así lo deseen, y limitándome tan solo á poner para mayor claridad un ejemplo numérico de cada uno de los casos que se presenten.

Se llama probabilidad la razon en que está el número de casos favorables ó adversos al advenimiento de un acontecimiento con el número total de dichos casos.

La probabilidad es igual en pro y en contra cuando es igual á ($\frac{1}{2}$) un medio.

Habrá certeza del advenimiento de un suceso siempre que sea la probabilidad igual á la unidad.

Supongamos que sean m y n el número de casos favorables y adversos; la probabilidad en pro será ($\frac{m}{m+n}$) y en contra $\frac{n}{m+n}$. Si se suman estas dos probabilidades, se tendrá $\frac{m+n}{m+n}=1$; es decir, que la suma de las probabilidades en pro y contra es siempre igual á la unidad.

Si m es igual á n, esto es, si el número de casos favorables es igual al de casos adversos, entónces las dos probabilidades serán iguales á ($\frac{1}{2}$) un medio, y por consiguiente iguales entre sí.

Como ejemplo supongamos en una ánfora nueve bolas blancas y una negra, y que se apueste á sacar esta última; la probabilidad de sacarla será $\frac{1}{10}$ puesto que el número de casos favorables es uno, y de todos los casos es de diez. Por las mismas razones la probabilidad de sacar una bola blanca será $\frac{9}{10}$, de lo que se deduce que para que haya equidad en las apuestas, éstas deben estar en razon de uno contra nueve, puesto que esta es la que existe entre las probabilidades de una y otra parte.

Si fueran cinco las bolas negras y cinco las blancas, la probabilidad por ambas partes seria $\frac{5}{10}$ igual á $\frac{1}{2}$, en cuyo caso las apuestas deberán ser iguales por ambas partes.

Si las diez bolas fueran negras, la probabilidad de sacar una de ellas seria de ($\frac{10}{10}$) diez décimos que es igual á la unidad; por consiguiente habria certeza de acertar siempre.

Si suponemos un número determinado de individuos, la vida probable de cada uno de ellos será el número de años que deban trascurrir para que se reduzcan á su mitad; es decir, cuando el número de vivos y muertos (que en este caso son los casos favorables y adversos) sea igual, puesto que entónces la probabilidad será igual á $\frac{1}{2}$, ó lo que es lo mismo, tanto el número de vivos como el de muertos es igual á la mitad del número total de individuos.

Para hacer de esto una aplicacion, tendrémos que en México cuya poblacion, que suponemos estacionaria, es 225,000 habitantes, mueren anualmente 7,000 de ellos; para saber cuántos años trascurrirán para que la poblacion se reduzca á su mitad, que es 112,500 bastará dividir este último número por 7,000, y el resultado 16.5 años será la vida probable para México.

Es necesario no confundir la vida probable con la vida média, pues la primera indica la edad en que se tiene la misma probabilidad de vivir que de morir, y la segunda el número de años que por término medio viven los habitantes de una poblacion.

La vida média se obtiene dividiendo el censo por el número de defunciones. Para México será $\frac{225000}{7000}=32.14$ años.

Tambien puede expresarse diciendo que es el número de habitantes que corresponden á cada defuncion. Como se ve, en México cuya vida média hemos hallado ser de treinta y dos años catorce centésimos, corresponderá una defuncion por cada treinta y dos habitantes y catorce centésimos de habitante.

La aplicacion práctica de la vida média es, que cuando puede determinarse independientemente del número de habitantes, basta multiplicarla por el número de defunciones para conocer el censo.

Lo mismo que hasta ahora se ha dicho de una poblacion puede aplicarse á un número de individuos de edad determinada, y determinar así su vida probable.

Por ejemplo, para determinar la vida probable á los 20 años, se verá por la tabla de mortalidad que á esta edad sobrevivan 4,607 individuos, cuya mitad 2,303, está comprendida entre los 41 y 42 años, ó sea á los 41.5; por consiguiente, el número de individuos que sobreviven á los 20 años de edad, se habrá reducido á su mitad á los 41.5 años. Esta última cifra expresa el número de años de edad á que probablemente llegará un individuo de 20 años, ó lo que es igual, probablemente vivirá otros 21 años y medio.

Por este método se ha formado la columna de edades probables y años de vida probable, correspondientes á las edades de la tabla siguiente:

EDAD Y VIDA PROBABLE.

AÑOS.	Edad probable	Vida probable	AÑOS.	Edad probable	Vida probable	AÑOS.	Edad probable	Vida probable
5	33.0	28.0	35	54.0	19.0	65	75.0	10.0
10	39.0	29.0	40	59.0	19.0	70	78.5	8.5
15	39.5	24.5	45	61.5	16.5	75	83.5	8.5
20	42.0	22.0	50	62.0	12.0	80	85.0	5.0
25	45.5	20.5	55	66.0	11.0	85	87.5	2.5
30	49.5	19.5	60	68.5	8.5	90	0	0

De la misma manera pueden obtenerse la vida y edad probables para las edades intermedias.

Fundadas en esta clase de tablas hay varias sociedades como las Tontinas, Compañías de seguros, etc., que con un interés determinado hacen depósitos de dinero, á condicion de volver cantidades mayores que las recibidas mediante ciertas condiciones.

En lo general los seguros sobre la vida pueden reducirse á problemas de cálculo de interés compuesto, de la manera siguiente:

Supongamos que la compañía de seguros hace sus negocios con el interés del 5 p%, y que un individuo de 50 años desea ser asegurado, esto es, que desea que á su muerte sus herederos perciban una cantidad determinada, que supondrémos de (10,000) diez mil pesos.

Como á los 50 años se tiene, segun la tabla anterior, la probabilidad de llegar á los 62 años, ó lo que es igual, de vivir doce años más; el problema puede enunciarse así:

¿Qué cantidad debe imponerse al 5 p%, para que á interés compuesto se perciban á los doce años 10,000 ps?

NOTA.—La cantidad impuesta se llama «Prima.»

Como se ve, este es problema de aritmética cuya solucion se encontrará en un tratado especial de esta ciencia; pero como esto generalmente conduce á cálculos, que aunque fáciles son laboriosos, se han calculado tablas como la adjunta con el núm. 1, que da las cantidades que deben pagarse como prima al 5 p$\underline{o}$ desde uno hasta cincuenta años para tener un peso.

Lo mismo que en lo de adelante se diga del 5 p$\underline{o}$ puede aplicarse á cualquiera interés, haciendo en cada caso uso de las tablas correspondientes.

Como se ve en la tabla núm. 1, para tener un peso á los doce años, la prima que debe pagarse será de (0,566) quinientos sesenta y seis milésimos, y por una simple proporcion se tendrá que la prima que corresponda á (10,000) diez mil pesos, será de (5,660) cinco mil seiscientos sesenta pesos.

Pocas veces sucede que la prima se pague al contado; lo más comun es hacer el pago por anualidades, lo cual da lugar á enunciar el problema, suponiendo las anteriores condiciones de la manera siguiente:

¿Qué cantidad debe pagarse anualmente para tener 10,000 pesos á los doce años, siendo el interés de un 5 p$\underline{o}$?

Este es tambien un problema aritmético, para cuya solucion, y por las mismas razones que el anterior, se han calculado tablas como la adjunta con el núm. 2, que da las cantidades que desde uno hasta cincuenta años deben pagarse anualmente para tener 100 pesos segun el tipo del interés.

Como se ve en dicha tabla, para tener 100 pesos á los doce años y al 5 p$\underline{o}$, deberán pagarse 5.98, y una simple proporcion nos dará que para tener 10,000 pesos bajo las mismas bases, habrá que pagar anualmente (598 ps.) quinientos noventa y ocho pesos.

Como estos casos pueden presentarse otros muchos en que entran como condiciones las contingencias de la vida; tales son las anualidades, las reversiones, la capitalizacion de empleos, la responsabilidad civil en las causas de homicidio y otras, etc., etc., cuyas aplicaciones á casos prácticos no me detengo á hacer, tanto por hallarse en los tratados modernos de aritmética social, como por ser ajenos al carácter de estos apuntes.

Para concluir diré: que en mi concepto los datos de que me he servido para formar la tabla de mortalidad, me parecen relativamente pocos; y que entretanto se atienden mejor las necesidades del Registro Civil, y se establecen oficinas de Estadística, vale más auxiliarse de esta tabla, que aunque no se ha podido formar con toda la perfeccion que es de desearse, al ménos está basada en hechos, que valerse de alguna otra tabla extranjera, que aunque muy buena tal vez para el país en que se formó, debe diferir mucho para el nuestro, cuyas circunstancias son evidentemente disímbolas de las de aquel. Pero como desgraciadamente las circunstancias porque atraviesa México, hacen remoto el establecimiento de mejoras que tiendan á regular la Estadística, creo lo más acertado que las personas que cuentan con elementos para ello, determináran la mortalidad con la mayor exactitud posible á dos edades distintas, para formar tablas de mortalidad fundadas en la ley de Gompertz, puesto que se ha probado que suministra resultados casi acordes con los de las tablas que como las de Carlisle y Northampton han sido formadas con la más minuciosa escrupulosidad, y con los datos compilados durante un vastísimo número de años.

***

Como miembro de la seccion de Estadística, tengo el honor de presentar á la Academia este trabajo: en él se ve que toca su autor ligeramente asuntos de grande importancia, pero establece sobre bases ciertas, ó por lo ménos muy aproximadas, el modo de conocer cuál es entre nosotros la vida probable. No desconozco que los resultados hoy obtenidos hayan de modificarse en algo con el trascurso del tiempo, y con la aparicion de nuevas circunstancias de las que influyen sebre las condiciones de vitalidad de un pueblo; mas preciso es convenir, que una vez establecida la ley segun la cual se verifica la mortalidad, ésta cambiará, pero no de una manera radical, y que de esta ley podiamos sacar nosotros tantas ventajas como ha prestado y está prestando á las naciones más adelantadas en cultura y bienestar social.

México, Noviembre 15 de 1876.

G. Ruiz y Sandoval.

TABLA NUM. 1.

Expresa las cantidades que deben pagarse por una sola vez como prima, desde 1 hasta 50 años para tener un peso

Años.	5 %	4 ½ %	4 %	3 ½ %	Años.	5 %	4 ½ %	4 %	3 ½ %
1	0,952	0,957	0,962	0,966	26	0,281	0,318	0,360	0,409
2	,907	,916	,924	,934	27	,268	,305	,346	,395
3	,864	,876	,889	,902	28	,255	,292	,333	,382
4	,822	,839	,855	,871	29	,243	,279	,320	,369
5	,783	,802	,822	,842	30	,231	,267	,308	,356
6	,746	,768	,790	,814	31	,220	,256	,296	,344
7	,710	,735	,759	,786	32	,210	,244	,285	,333
8	,677	,703	,729	,759	33	,200	,234	,274	,321
9	,644	,673	,702	,734	34	,190	,224	,263	,310
10	,613	,644	,675	,709	35	,181	,214	,253	,300
11	,584	,616	,649	,685	36	,173	,205	,243	,290
12	,556	,590	,624	,662	37	,164	,196	,234	,280
13	,530	,564	,600	,639	38	,157	,188	,225	,271
14	,505	,540	,577	,618	39	,149	,180	,216	,261
15	,481	,517	,555	,597	40	,142	,172	,208	,253
16	,458	,494	,533	,577	41	,135	,165	,200	,244
17	,436	,473	,513	,557	42	,129	,157	,192	,236
18	,415	,453	,493	,538	43	,123	,151	,185	,228
19	,395	,433	,474	,520	44	1,17	,144	,178	,220
20	,377	,415	,456	,503	45	,111	,138	,171	,213
21	,359	,397	,438	,486	46	,106	,132	,164	,205
22	,342	,380	,422	,469	47	,101	,126	,158	,199
23	,325	,363	,405	,453	48	,096	,121	,152	,192
24	,310	,348	,390	,438	49	,092	,116	,146	,185
25	,295	,333	,375	,423	50	,087	,111	,141	,179

TABLA NUM. 2.

Expresa las anualidades que deben pagarse desde 1 hasta 50 años para tener 100 pesos.

Años.	3½%	4%	4½%	5%	Años.	3½%	4%	4½%	5%
1	96,618	96,154	95,692	95,238	26	2,338	2,168	2,012	1,862
2	47,483	47,125	46,790	46,447	27	2,207	2,040	1,887	1,741
3	31,104	30,798	30,506	30,202	28	2,087	1,922	1,772	1,630
4	22,925	22,640	22,371	22,090	29	1,975	1,814	1,666	1,527
5	18,018	17,749	17,492	17,229	30	1,871	1,713	1,569	1,433
6	14,751	14,493	14,247	13,996	31	1,775	1,619	1,478	1,345
7	12,419	12,170	11,933	11,692	32	1,685	1,532	1,394	1,264
8	10,674	10,431	10,202	9,699	33	1,601	1,451	1,315	1,189
9	9,318	9,081	8,859	8,633	34	1,522	1,375	1,242	1,119
10	8,235	8,004	7,788	7,568	35	1,449	1,304	1.174	1,054
11	7,352	7,125	6,914	6,700	36	1,380	1,238	1,111	0,993
12	6,617	6,395	6,188	5,980	37	1,315	1,176	1,051	,937
13	5,935	5,779	5,577	5,373	38	1,254	1,117	0,995	,884
14	5,456	5,252	5,055	4,856	39	1,196	1,062	,943	,834
15	5,007	4.798	4,604	4,410	40	1,142	1,011	,894	,787
16	4,607	4,402	4,212	4,023	41	1,091	0,962	,848	,745
17	4,255	4,054	3,868	3,683	42	1,043	,916	,805	,704
18	3,944	3,746	3,563	3,383	43	0,997	,873	,763	,666
19	3,665	3,472	3,293	3,116	44	,954	,832	,726	,630
20	3,416	3,226	3,050	2,876	45	,913	,794	,689	,597
21	3,191	3,005	2,833	2,664	46	,875	,757	,655	,564
22	2,998	2,805	2,636	2,472	47	,838	,723	,623	,534
23	2,803	2,624	2,458	2,297	48	,803	,690	,592	,506
24	2,635	2,458	2,295	2,139	49	,769	,659	,563	,480
25	2,480	2,307	2,147	1,994	50	,738	,629	,536	,455