



## ¿CUÁNTOS AÑOS TIENES?

Quaker creó este experimento social porque cree que lo más importante no está en lo que las personas aparentan ser por fuera sino en la salud de dentro de cada uno. Y una manera común de medir a las personas por la apariencia es a partir de la edad que tienen. Pero ¿sólo hay una manera de calcular la edad?

La edad cronológica es la que comienza a contarse desde el día en que nacimos. Pero las opciones y hábitos de cada uno, además de factores genéticos y otras variables, pueden revelar un número muy distinto: la edad biológica. Es decir, la que la gente tiene por dentro.

Se realizaron exámenes médicos y evaluaciones en un grupo de personas para medir parámetros de salud que pueden influir en la edad biológica. A partir de estos resultados, se aplicó un coeficiente desarrollado previamente por científicos del área, que reveló las edades "de dentro" mostradas en los exámenes.

Para Quaker, la nutrición es algo serio. Por eso, necesitábamos una investigación igualmente seria para basar nuestro concepto de edad de adentro. Para llegar a los números mostrados en la película que has visto, Quaker se asoció a una clínica de nutrición especializada. LA RG Nutri actúa con el propósito de educar y mejorar la relación de las personas con la alimentación, brindando conocimiento y promoviendo cambios en la vida de sus pacientes.

Descubre en las páginas a continuación toda la investigación y metodología detrás del experimento.

## **PROYECTO QUAKER: EDAD BIOLÓGICA**

### **1. INTRODUCCIÓN**

El envejecimiento es un proceso complejo pero natural, caracterizado por el declive progresivo en las capacidades física, mental y reproductiva, acarreado una pérdida funcional y el aumento de la susceptibilidad a algunas enfermedades (Jia et al., 2017).

La edad cronológica, es decir, la edad generalmente contada en años, a partir de la fecha de nacimiento hasta el día presente, es un indicador de envejecimiento comúnmente utilizado (Bae et al., 2008). Sin embargo, la expectativa de vida y las condiciones de salud muestran variaciones considerables entre individuos con edades cronológicas iguales o similares, no sólo debido a la diversidad en el código genético, sino también por los hábitos de vida y los aspectos ambientales (Gunn et al., 2009 ).

Los factores que se insertan en el estilo de vida y en el comportamiento influyen en la intensidad variable, positiva o negativa del proceso de envejecimiento. Por lo tanto, la edad cronológica no puede considerarse un indicador óptimo del progreso del envejecimiento (Jee et al., 2012, Jia et al., 2017, Witard & Ball, 2018). Algunos ejemplos de estos factores son el patrón alimentario, el nivel de actividad física y el estímulo cognitivo diario, que influyen positivamente, ayudando a controlar o incluso a retrasar algunos de los aspectos fundamentales del proceso de envejecimiento.

Un patrón alimentario adecuado y saludable, marcado por la presencia de granos y cereales integrales, vegetales, frutas, frutos secos y pescados, por ejemplo, está relacionado a la mayor longevidad, lo que significa que, por mucho que exista un proceso normal de envejecimiento, el organismo es capaz de mantener un funcionamiento adecuado, demostrando retraso en el proceso de envejecimiento celular (Shalev et al., 2013, Schwingshackl et al., 2017). De forma similar, la práctica frecuente de ejercicio físico en intensidad moderada es capaz de mejorar la aptitud física, cardiovascular y la funcionalidad del organismo, además de traer otros

beneficios a la salud, lo que también puede estar relacionado a una mayor longevidad (Shalev et al., 2013; Shirma y Lee; Kujala, 2018). Hay algunas evidencias de que el cerebro presenta una variable neuroplasticidad a lo largo de toda la vida y que el declive cognitivo que se da con el envejecimiento puede ser controlado en alguna medida a partir de la participación en tareas exigentes que proporcionan un desafío cognitivo sostenido (Park y Bischof, 2013).

Por otro lado, aspectos como la adversidad desde la infancia (problemas financieros, familiares, traumas, abuso), así como la exposición frecuente a condiciones de estrés, el déficit en el tiempo de sueño y / o en su calidad por períodos prolongados, el consumo de alcohol en exceso y el hábito de fumar parecen estar asociados a la aceleración del proceso de envejecimiento celular, resultando en una edad biológica superior a la cronológica (Shalev et al., 2013; Puterman et al., 2016; Ridout et al., 2018).

Por lo tanto, queda claro que el proceso de envejecimiento a su tiempo o de forma acelerada, que presenta relación directa con la edad biológica, está bajo la influencia de innumerables factores que, incluso, interfieren los unos sobre los otros. Por consiguiente, es necesario obtener una serie de biomarcadores de múltiples sistemas y combinarlos a través de modelos estadísticos eficientes que reflejen de forma más completa el envejecimiento de un individuo (Jee et al., 2012). De esta forma, se puede alcanzar la edad funcional o la llamada "edad biológica", que puede definirse como el número que expresa el "estado global real" del organismo o la "expectativa de vida real" del individuo, mejor que la la edad cronológica correspondiente (Cho et al., 2010).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo principal**

El objetivo principal de este proyecto es calcular la edad biológica de una muestra formada por individuos de diferentes edades cronológicas y características físicas, estilo de vida y salud.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Comparar las edades biológicas y cronológicas de los individuos que componen la muestra y de la muestra como un todo;

- Identificar las variables que se relacionan más fuertemente con el resultado final de la edad biológica.

### **3. MÉTODOS**

#### **3.1 Composición de la muestra**

La muestra se compuso de 50 individuos de edades cronológicas entre 18 y 80 años, siendo 24 mujeres y 26 hombres. Para garantizar la heterogeneidad de la muestra, así como alguna representatividad de la población latinoamericana, la muestra contó con 38 brasileños, 6 mexicanos, 4 argentinos, 1 boliviano y 1 chileno. También se trató de reunir a personas de diferentes perfiles, hábitos, estilos de vida e historial de patologías en la familia, por ejemplo.

#### **3.2 Testes realizados**

Cada uno de los 50 voluntarios fue sometido a una serie de pruebas y evaluaciones con el objetivo de identificar y cuantificar diferentes factores de potencial influencia sobre la edad biológica relacionados con una serie de dominios de estilo de vida y marcadores biológicos. Estos marcadores fueron previamente estudiados y seleccionados por diferentes investigadores del campo de envejecimiento (Jia et al., 2017).

Las pruebas específicas realizadas, tal como las áreas a las que cada uno se relaciona y los posibles efectos adversos previstos (si los hay) se enumeran en la Tabla 1. Todos los procedimientos fueron llevados a cabo por profesionales especializados, todos debidamente registrados en sus consejos regionales específicos, a saber:

- Evaluación de la presión arterial y recolección de sangre: enfermeras;
- Espirometría: fisiatra;
- Pruebas cognoscitivas y de memoria: psicóloga;
- Prueba visual: tecnóloga oftálmica;
- Pruebas auditivas: logopeda;
- Prueba de asimiento manual: profesional de educación física;
- Porcentaje de grasa corporal: radiólogo;

- Circunferencia abdominal, patrón alimentario, nivel de actividad física, exposición al sol y hábito de fumar: nutricionista;
- Compilación de datos y análisis estadístico: biostático;
- Análisis final de los datos: médico del deporte.

**Tabla 1.** Lista de testes y evaluaciones realizadas para la predicción de la edad biológica (IB).

Sistema/ Dominio evaluado	Marcadores medidos	Herramienta/ Método de medición	Posibles efectos adversos
Sistema cardiovascular	Presión sanguínea	Manual con esfigmomanómetro	No se emplea ningún procedimiento invasivo que ofrezca riesgo excepcional de daño a la salud física o mental.
Sistema respiratorio	Volumen espiratorio	Espirometría	
	Capacidad vital		
Sistema nervioso	Pruebas cognoscitivas	Subtestes: búsqueda de símbolos y códigos de la Escala Wechsler de Inteligencia (WAIS)	
	Pruebas de memoria	Memoria Visual de Rostros (MVR)	
Sistema renal	Blood urea nitrogen (BUN)	Recolección de sangre simple por punción	El voluntario puede sentir una leve sensación dolorosa en el momento de la recolección de sangre por punción. Algunas personas pueden sentir mareo o náusea debido a la recolección de sangre.
	Creatinina sérica		
Hígado	Albúmina sérica		
	Globulinas séricas		
	Relación albúmina/globulinas		
	Transaminasa oxalacética (TGO)		
	Fosfatasa alcalina		
Sistema hematológico	Velocidad de sedimentación globular		
	Ferritina		
Metabolismo	Glicemia		
	Colesterol total		
	Triglicéridos		
Sistema sensorial	Agudeza visual	Prueba de Snellen	No se utiliza ningún procedimiento invasivo que ofrezca un riesgo excepcional de daño a la salud física o mental.
	Función auditiva	Meatoscopia, audiometría y logaudiometría	
	Tiempo de reacción auditiva		
Musculatura y grasa corporal	Fuerza de asimiento	Prueba de asimiento manual de Jamar	No se utiliza ningún procedimiento invasivo que ofrezca un riesgo excepcional de daño a la salud física o mental. Sin embargo, aunque muy baja, la prueba presenta la emisión de rayos X.
	Circunferencia abdominal	Cinta métrica	
	Porcentaje de grasa corporal	Densitometría por doble emisión de rayos-X (DEXA)	
Alimentación y nutrición	Patrón alimentario	Cuestionario de Frecuencia Alimentaria Reducida (QFAr)	No se utiliza ningún procedimiento invasivo que ofrezca un riesgo excepcional de daño a la salud física o mental.
Actividad física	Nivel de actividad física	Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)	
Exposición al sol	Hábito y frecuencia de exponerse al sol	Anamnesis	
Tabaco	Hábito y frecuencia de fumar	Anamnesis	

### **3.3 Medición y recolección de datos**

Las mediciones específicas y la recolección de datos se realizaron en un único lugar, un laboratorio especializado ubicado en la ciudad de São Paulo, capital - "Nueva Medicina Diagnóstica". El laboratorio tiene 12 años de funcionamiento, comprometido con "la responsabilidad de orientar sus prácticas hacia el bienestar común, articulando aspectos médicos, éticos, económicos, ambientales y sociales". El establecimiento cuenta con un Director Técnico Médico debidamente registrado en el Consejo Regional de Medicina.

Todos los voluntarios fueron organizados y divididos en tres diferentes fechas de recolección: 16, 17 y 27 de marzo de 2018 (con un intervalo máximo de 10 días entre ellos). Los voluntarios fueron informados sobre la vestimenta más adecuada para la realización de las pruebas, así como sobre la necesidad de preparación específica para algunos de ellos. Considerando que algunos de los análisis sanguíneos se deben realizar en ayunas de 8 a 12 horas, una comida adecuada se sirvió a cada uno de los voluntarios inmediatamente después de la recolección de sangre.

Durante la recolección de datos, los voluntarios participaron en entrevistas y filmación, tras autorización expresa de cada uno de ellos, con la finalidad de desarrollar una pieza publicitaria al final del proyecto, contando con las conclusiones a que se llegó a partir del desarrollo de dicho proyecto, en lo que se refiere a las edades biológicas, así como a su diferencia respecto a las edades cronológicas de los voluntarios.

Tras la recolección de datos, en una fecha específica y posterior a las citadas previamente, todos los voluntarios serán reunidos y participarán en una actividad en la que tendrán la tarea de organizarse en grupos, según la edad cronológica visualmente percibida por los participantes, sin saber cuáles son las edades cronológicas o biológicas reales de cada uno. Esta actividad también contará con registro en vídeo y formará parte de la pieza publicitaria final.

### **3.4 Aspectos éticos**

Un Formulario de Consentimiento Informado fue presentado a cada uno de los 50 voluntarios, con el fin de informar sobre los procedimientos a los que se someterían, así como los posibles efectos adversos y riesgos (cuando estén presentes) posibles. Si hubiera alguna duda tras la lectura del Formulario, los voluntarios podían contar con aclaraciones de profesionales involucrados en la elaboración y desarrollo del

protocolo. Los voluntarios tenían el derecho de negarse a participar, suspender o retirar su participación del estudio en cualquier momento, así como rehusarse a responder a cualquier cuestión durante las entrevistas realizadas y / o la anamnesis, sin sufrir ningún tipo de pérdida o represalias en de su decisión.

En caso de cualquier daño físico o mental a los voluntarios durante la participación en el proyecto, todo el cuidado médico necesario y apropiado estaba garantizado.

Todos los voluntarios fueron informados previamente sobre las entrevistas y filmaciones y se pusieron de acuerdo en participar del proyecto en toda su extensión y especificidades.

#### **4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Una vez que se recolectaron todos los marcadores señalados anteriormente, los datos se compilaron y se organizaron en una hoja de cálculo específica de Microsoft Office Excel. A continuación, fueron sometidos a dos diferentes modelos matemáticos previamente desarrollados para la estimación de la edad biológica: la regresión lineal múltiple (MLR) y el análisis de componente principal (PCA) (Jia et al., 2017).

Con base en estos modelos fue posible estimar la edad biológica de cada voluntario, así como realizar la comparación entre sus edades biológicas y las cronológicas individuales y de la muestra como un todo (promedio). Además, a través de las pruebas estadísticas, fue posible identificar los factores biológicos y de estilo de vida que ejercieron mayor influencia sobre el resultado de la edad biológica de esa muestra, en específico.

##### **4.1 Regresión Lineal Múltiple (MLR)**

El enfoque de la MLR es un método básico y preliminar para la estimación de la edad biológica, utilizado desde hace más de 50 años. Por medio del modelo MLR, los biomarcadores de envejecimiento se aplican a través de la siguiente ecuación:

$$BA_i = \text{Predicted } CA_i = b_0 + \sum_{j=1}^m b_j x_{ji}$$

El método es relativamente sencillo de llevar a cabo y comprender, pero sólo puede utilizarse en estudios básicos bajo condiciones específicas, como en la

presencia de limitaciones en lo que se refiere a la capacidad estadística y / o de software y programación (Jia et al., 2017).

#### 4.2 Análisis de Componente Principal (PCA)

El enfoque PCA es más complejo y elaborado y se propuso en 1985. Los pasos básicos para el desarrollo de este enfoque incluyen el análisis de correlación, el análisis de redundancia, el PCA propiamente, y la construcción de la ecuación final (Jia et al., 2017).

En primer lugar, los parámetros íntimamente relacionados con la edad cronológica se eligen, con base en el análisis de correlación. Después del desarrollo del análisis de redundancia, con el fin de garantizar que los parámetros seleccionados no estén relacionados entre sí, el PCA se desarrolla utilizando los parámetros no relacionados para identificar el mínimo de biomarcadores que sean capaces de explicar la mayor parte de la varianza, o sea, los componentes principales (Jia et al., 2017).

Las cuatro ecuaciones a continuación se basan en los cuatro pasos presentados:

$$BAS = a \times \frac{X_1 - mean_1}{SD_1} + b \times \frac{X_2 - mean_2}{SD_2} + \dots + n \times \frac{X_n - mean_n}{SD_n} \quad (1)$$

$$BA = BAS \times SD_{CA} + mean_{CA} \quad (2)$$

$$Z = (CA_i - mean_{CA}) \times (1 - b) \quad (3)$$

$$Corrected\ BA = BA + Z \quad (4)$$

## 5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en ese grupo de personas no pueden extrapolarse como verdad para grupos más grandes y / o de composición diversa, representando sólo y tan sólo la variabilidad biológica y de estilo de vida / comportamientos de los sujetos que compusieron esa muestra.



## 5.1 Desarrollo del modelo predictivo

Tras realizar las pruebas estadísticas se concluyó que el MLR fue el enfoque que mejor se adecuó a los datos de la muestra del presente estudio. Por lo tanto, se desarrollaron tres modelos parciales con el fin de comprender qué variables presentaban mayor capacidad predictiva de la edad biológica específicamente de este grupo, siendo, por lo tanto, enumeradas como las variables más representativas de la edad biológica. Todos los modelos parciales presentaron R cuadrado superior a 0,7, indicando buena capacidad predictiva.

El modelo 1 tuvo en cuenta las variables de porcentaje de grasa y bioquímicas (PTN totales (g / dL), Ferritina (ng / ml), Urea (mg / dL), Fosfatasa alcalina (U / L), Glicemia (mg / dL) (mg/dL), TGO (U/L), LDL col (mg/dL), vel. de sedimentación globular (mm), Creatinina (mg/dL), VLDL col (mg/dL), HDL col (mg/dL), relación A/G, Albúmina (g/dL), Triglicéridos (mg/dL), Globulinas (g/dL), BUN (mg/dL).

El modelo 2 consideró variables comportamentales (puntaje de alimentación, nivel de actividad física, hábito de fumar y frecuencia y el uso de protector solar), variables cognitivas (memoria visual y velocidad de procesamiento), de agudeza visual y auditivas.

El modelo 3, a su vez, tuvo en cuenta variables comportamentales (puntaje de alimentación, número de cigarrillos por día) además de variables bioquímicas (relación A / G, Urea (mg / dl), PTN totales (g / dL), vel (mg / dL), de agudeza visual, auditiva, respiratoria y cognitiva (velocidad de procesamiento).

A partir de los modelos parciales, fue posible alcanzar el modelo final, que presentó excelente capacidad predictiva de la edad biológica, con R cuadrado superior a 0,9. Las variables probadas para la composición del modelo final fueron:

- Puntaje alimentación (comportamental);
- Relación A / G (bioquímica);
- Urea (mg / dl) (bioquímica);
- Triglicéridos (mg / dL) (bioquímica);
- Proteínas totales (g / dL);
- Velocidad de sedimentación globular (mm);
- Cigarrillos / día (comportamental);
- logMar AO (visual);
- % pred FEV1 / FVC (respiratoria);
- SRT OD (auditiva);

-% Vel. de procesamiento (cognitiva).

De ese modo, es posible notar que prácticamente todos los dominios investigados fueron probados para la elaboración del modelo final que contó con la siguiente ecuación predictiva:

**Tabla 2.** Modelo final de la ecuación predictiva de la edad biológica.

$$\text{Edad (meses)} = -1449,3 + 15,16\% \text{pred FEV1/FVC} + 10,71 \cdot \text{SRTOD} + 5,85\% \text{VelProcesamiento} + 292,75 \cdot \text{LogMarOD} - 146,23 \cdot \text{Albúmina} + 122,48 \cdot \text{RelaciónA/G}$$

Este modelo presentó una excelente adecuación a los datos de la muestra en cuestión y demostró que las variables % pred FEV1 / FVC (porcentaje previsto del volumen espiratorio forzado / capacidad vital forzada - parámetro de capacidad respiratoria derivada de la espirometría), SRTOD (umbral de recepción del habla - parámetros de la capacidad auditiva, derivado de la logaudiometría), % VelProcesamiento (porcentaje de la velocidad de procesamiento - parámetro cognitivo, derivado de la Escala Weschler de Inteligencia - WAIS), LogMarOD (agudeza visual - parámetro del sistema visual, derivado de la prueba de agudeza visual) y la relación A / G (parámetro bioquímico que indica la cantidad relativa de estas dos proteínas sanguíneas) presentan una asociación positiva con la edad cronológica, lo que significa que, para esa muestra específicamente, cuanto mayor el valor de cada uno de estos indicadores, mayor será la edad prevista (biológica) de los participantes. Para la albúmina (parámetro bioquímico que indica la cantidad de esa proteína en la sangre, responsable de cargar ácidos grasos, por ejemplo), se ha demostrado una asociación negativa, según la cual los valores más bajos se relacionan con una mayor edad biológica por el modelo.

Es importante resaltar que, específicamente para esa muestra, las variables Número de Cigarrillos, Puntaje Alimentación y Sexo del voluntario no compusieron el modelo final por presentar capacidad explicativa inferior a las variables presentes efectivamente en el modelo final (ilustradas en la Tabla 2), es decir, para esta muestra, el número de cigarrillos, el patrón alimentario y el sexo del voluntario no fueron predictores fuertes de variaciones entre la edad cronológica y la edad biológica, demostrando menor influencia.

Las hipótesis para este hallazgo están relacionadas, en el caso del número de cigarrillos, al hecho de que pocos voluntarios (11% o 22% de la muestra, 8 de ellos fumaban menos de 5 cigarrillos al día) relataron el hábito de fumar.

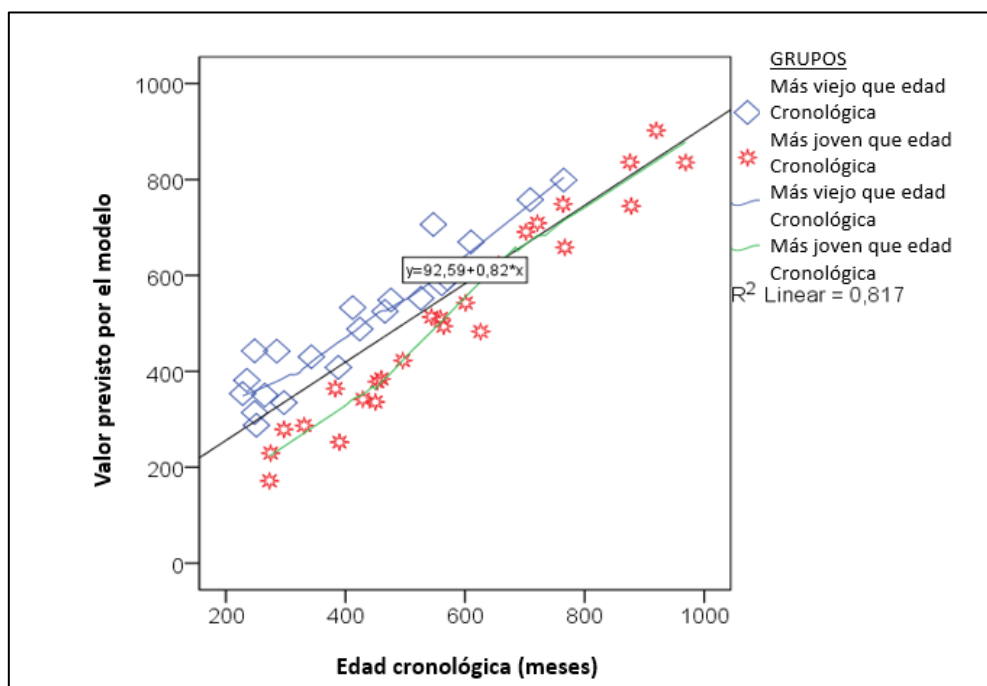
En cuanto al puntaje de alimentación, puede haber habido influencia de la edad, sexo, etnia, idioma del individuo encuestado; además de limitaciones debido a las características de los sujetos (memoria débil para exposición pasada, por ejemplo) (Slater et al., 2003), los que son previstos en estudios de patrón alimentario.

En lo que se refiere al sexo, el hecho de no haber encontrado efecto de éste sobre el valor de la edad prevista es positivo, ya que evidencia que el modelo descrito puede ser aplicado tanto a hombres como a mujeres.

## 5.2 Edad biológica como función lineal de la edad cronológica

Considerando que, a partir del enfoque del MLR, la edad biológica puede calcularse como función lineal de la edad cronológica, el gráfico 1 ilustra cómo la edad biológica de cada participante, alcanzada desde el modelo predictivo, se mostró en comparación a la edad cronológica en esa muestra, demostrando una importante variabilidad individual.

**Gráfico 1.** Función lineal entre el resultado previsto por el modelo y la edad cronológica real.

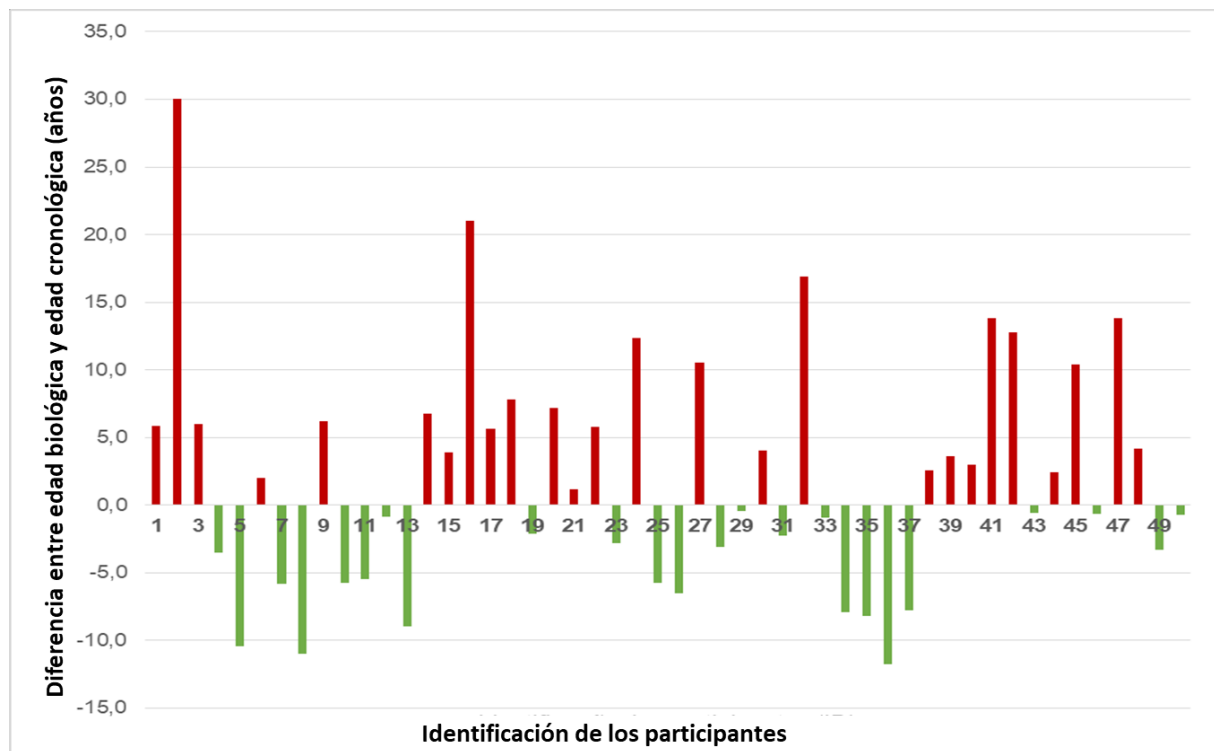


\* Los datos fueron divididos entre los participantes que tuvieron edades superestimadas (mayores) y subestimadas (más jóvenes) en la comparación con el modelo global.

### 5.3 Edad biológica alcanzada a través del modelo predictivo

A partir del modelo predictivo, fue posible calcular la edad biológica de cada uno de los participantes y compararla a la edad cronológica, resultando en un valor de Delta (variación o diferencia entre edad biológica-cronológica), ilustrado en el gráfico 1. Considerando la muestra como un todo, el promedio de la edad cronológica fue de 42,2 años, de la edad biológica fue de 44,2 años y de la variable Delta fue de 18 meses, lo que indica que el modelo tiene, de hecho, excelente capacidad predictiva.

**Gráfico 1.** Delta (diferencia entre la edad biológica y la cronológica) de cada uno de los participantes, según el número de identificación individual.



\*Identificación nominal de los participantes encontrada en la Tabla 3.

Sin embargo, como es posible verificar en el gráfico 1, las variaciones individuales fueron bastante relevantes, siendo su valor mínimo de -143,1 meses (11,8 años) y su valor máximo de 349,23 meses (30 años). Es interesante notar que el 52% de la muestra (26 individuos) presentaron edad biológica superior a la cronológica, en un intervalo entre +1,2 y +30 años; y los otros 48% (24 individuos) presentaron edad

biológica inferior a la cronológica, en un intervalo entre -0,4 y -11,8 años, lo que demuestra que esta muestra, específicamente, presentó amplitud mayor de edades biológicas superiores a las cronológicas.

La Tabla 3 muestra, en orden alfabético, los resultados individuales de edad biológica versus los de edad cronológica, ambas expresadas en años y meses.

**Tabla 3.** Datos individuales de edades cronológica, biológica y diferencia entre ambas.

ID	Edad Cronológica (años)	Edad Biológica (años)	Diferencia (años)	Edad Cronológica (meses)	Edad Biológica (meses)	Diferencia (meses)
1	50	56	5,8	610	670	59,7
2	53	83	30	647	996	349
3	33	39	6	398	470	72
4	46	43	-3,5	559	510	-48,8
5	80	70	-10,4	969	835	-133,6
6	32	34	2	388	408	20,2
7	47	41	-5,8	564	494	-70
8	32	21	-11	390	252	-137,8
9	20	26	6,2	248	314	66
10	41	35	-5,8	496	423	-73,5
11	37	32	-5,5	453	378	-74,7
12	76	75	-0,8	920	902	-17,6
13	37	28	-9	450	336	-114
14	39	46	6,8	476	549	72,7
15	24	28	3,9	297	335	37,7
16	37	58	21	444	696	252
17	35	41	5,7	424	488	64,2
18	28	36	7,8	343	430	87,2
19	54	52	-2,1	656	623	-33
20	22	29	7,2	265	350	85,3
21	52	53	1,2	627	638	11
22	38	44	5,8	466	525	59,1
23	22	19	-2,8	275	230	-45,4
24	62	74	12,4	751	893	142
25	51	45	-5,8	601	543	-58,2
26	35	29	-6,5	429	342	-87
27	19	30	10,5	228	354	125,5
28	27	24	-3,1	331	287	-44
29	58	58	-0,4	702	691	-11,3
30	20	24	4	251	288	36,5
31	45	43	-2,3	544	513	-30,7
32	20	37	16,9	248	443	194,7
33	60	59	-0,9	721	709	-11,9
34	70	62	-7,9	842	745	-133,2
35	63	55	-8,2	767	658	-108,6

ID: identificación numérica del participante. Pequeñas variaciones entre los valores y sus respectivas diferencias en meses o años pueden ser consecuencia de redondeo.

**Tabla 3.** Datos individuales de edades cronológica, biológica y diferencia entre ambas (*continuación*).

ID	Edad Cronológica (años)	Edad Biológica (años)	Diferencia (años)	Edad Cronológica (meses)	Edad Biológica (meses)	Diferencia (meses)
36	52	40	-11,8	626	483	-143,1
37	22	14	-7,8	273	171	-101,6
38	46	49	2,6	561	583	21,5
39	63	67	3,6	765	799	33,9
40	43	46	3	526	552	26,3
41	23	37	13,8	285	442	157,1
42	19	32	12,8	235	381	146,3
43	63	62	-0,6	764	749	-15,3
44	47	49	2,4	570	593	23,4
45	34	44	10,4	412	533	120,9
46	31	30	-0,7	383	364	-19,1
47	45	59	13,8	547	706	159,3
48	59	63	4,2	709	758	48,9
49	73	70	-3,3	876	836	-40
50	24	23	-0,8	297	279	-18,2

ID: identificación numérica del participante. Pequeñas variaciones entre los valores y sus respectivas diferencias en meses o años pueden ser consecuencia de redondeo del programa.

A fin de facilitar la lectura, comprensión y categorización de los datos y de los participantes de la investigación, los mismos datos de la Tabla 3 se reorganizaron en dos nuevas Tablas que demuestran, respectivamente: los participantes que presentaron edad biológica inferior a la cronológica y los que presentaron edad biológica superior a la cronológica (ambas en orden creciente).

**Tabla 4.** Datos individuales de edades cronológica, biológica y diferencia entre ambas, referentes a los participantes que presentaron edad biológica inferior a la cronológica (diferencia negativa).

ID	Edad Cronológica (años)	Edad Biológica (años)	Diferencia (años)	Edad Cronológica (meses)	Edad Biológica (meses)	Diferencia (meses)
36	52	40	-11,8	626	483	-143,1
8	32	21	-11	390	252	-137,8
5	80	70	-10,4	969	835	-133,6
13	37	28	-9	450	336	-114
35	63	55	-8,2	767	658	-108,6
34	70	62	-7,9	842	745	-133,2
37	22	14	-7,8	273	171	-101,6
26	35	29	-6,5	429	342	-87
7	47	41	-5,8	564	494	-70
10	41	35	-5,8	496	423	-73,5
25	51	45	-5,8	601	543	-58,2
11	37	32	-5,5	453	378	-74,7
4	46	43	-3,5	559	510	-48,8
49	73	70	-3,3	876	836	-40
28	27	24	-3,1	331	287	-44
23	22	19	-2,8	275	230	-45,4
31	45	43	-2,3	544	513	-30,7
19	54	52	-2,1	656	623	-33
33	60	59	-0,9	721	709	-11,9
12	76	75	-0,8	920	902	-17,6
50	24	23	-0,8	297	279	-18,2
46	31	30	-0,7	383	364	-19,1
43	63	62	-0,6	764	749	-15,3
29	58	58	-0,4	702	691	-11,3

ID: identificación numérica del participante. Pequeñas variaciones entre los valores y sus respectivas diferencias en meses o años pueden ser consecuencia de redondeo del programa.



**Tabla 5.** Datos individuales de edades cronológica, biológica y variación entre ambas, referentes a los participantes que presentaron edad biológica superior a la cronológica (diferencia positiva).

ID	Edad Cronológica (años)	Edad Biológica (años)	Diferencia (años)	Edad Cronológica (meses)	Edad Biológica (meses)	Diferencia (meses)
21	52	53	1,2	627	638	11
6	32	34	2	388	408	20,2
44	47	49	2,4	570	593	23,4
38	46	49	2,6	561	583	21,5
40	43	46	3	526	552	26,3
39	63	67	3,6	765	799	33,9
15	24	28	3,9	297	335	37,7
30	20	24	4	251	288	36,5
48	59	63	4,2	709	758	48,9
17	35	41	5,7	424	488	64,2
22	38	44	5,8	466	525	59,1
1	50	56	5,8	610	670	59,7
3	33	39	6	398	470	72
9	20	26	6,2	248	314	66
14	39	46	6,8	476	549	72,7
20	22	29	7,2	265	350	85,3
18	28	36	7,8	343	430	87,2
45	34	44	10,4	412	533	120,9
27	19	30	10,5	228	354	125,5
24	62	74	12,4	751	893	142
42	19	32	12,8	235	381	146,3
41	23	37	13,8	285	442	157,1
47	45	59	13,8	547	706	159,3
32	20	37	16,9	248	443	194,7
16	37	58	21	444	696	252
2	53	83	30	647	996	349

ID: identificación numérica del participante. Pequeñas variaciones entre los valores y sus respectivas diferencias en meses o años pueden ser consecuencia de redondeo del programa.

## 6. CONSIDERACIONES FINALES

El método de regresión lineal múltiple (MLR), seleccionado a partir de una amplia investigación en la literatura científica, contando con variables que reflejan las condiciones actuales de múltiples sistemas biológicos de los voluntarios, además de otras referentes a patrón alimentario y estilo de vida (comportamentales), demostró

una excelente capacidad predictiva de la edad biológica, atendiendo al objetivo principal del presente estudio.

Las variables que compusieron el modelo estadístico final, es decir, las que presentaron mayor capacidad explicativa de la edad biológica para ese grupo de personas, específicamente, fueron: % pred FEV1 / FVC (porcentaje previsto del volumen espiratorio forzado / capacidad vital forzada - parámetro de la capacidad respiratoria derivada de la espirometría), SRTOD (umbral de recepción del habla - parámetro de la capacidad auditiva, derivado de la audiometría), % VelProcesamiento (porcentaje de la velocidad de procesamiento - parámetro cognitivo, derivado de la Escala Weschler de Inteligencia - WAIS), LogMarOD (agudeza visual - parámetro del sistema visual, derivado de la prueba de agudeza visual), la Albúmina (parámetro bioquímico que indica la cantidad de esta proteína en la sangre, responsable de cargar ácidos grasos, por ejemplo), y relación Albúmina / Globulina (parámetro bioquímico que indica la cantidad relativa de estas dos proteínas sanguíneas). A excepción de la Albúmina, variable para la cual se encontró asociación negativa (valores más bajos de albúmina se relacionan a mayor edad biológica), para todas las demás variables quedó demostrada asociación positiva (para esa muestra específicamente, cuanto mayor el valor de cada uno de esos indicadores, mayor es la edad biológica).

Considerando la muestra como un todo, el promedio de la edad cronológica fue de 42,2 años, de la edad biológica fue de 44,2 años, y de la variable Delta fue de 18 meses. Sin embargo, las variaciones individuales fueron bastante relevantes, siendo su valor mínimo de -143,1 meses (-11,8 años), o sea, el individuo presentó edad biológica casi 12 años menor que la cronológica; y su valor máximo de 349,23 meses (+30 años), lo que significa que la edad biológica de ese individuo se mostró 30 años superior a la edad cronológica.

A partir del presente estudio, es posible reforzar que la edad biológica o funcional es un parámetro que sufre interferencia de múltiples variables, comportándose de forma bastante particular para cada individuo, y puede, en última instancia, reflejar el impacto de componentes genéticos, ambientales, de hábitos y comportamientos sobre el funcionamiento corporal que se consideraría esperado para determinada edad cronológica.

## 7. REFERENCIAS

Bae CY, Kang YG, Kim S, Cho C, Kang HC, Yu BY, Lee SW, Cho KH, Lee DC, Lee K, Kim JS, Shin KK. Development of models for predicting biological age (BA) with physical, biochemical, and hormonal parameters. *Arch Gerontol Geriatr*. 2008 Sep-Oct;47(2):253-65.

Cho IH, Park KS, Lim CJ. An empirical comparative study on biological age estimation algorithms with an application of Work Ability Index (WAI). *Mech Ageing Dev*. 2010 Feb;131(2):69-78.

Gunn DA, Rexbye H, Griffiths CE, Murray PG, Fereday A, Catt SD, Tomlin CC, Strongitharm BH, Perrett DI, Catt M, Mayes AE, Messenger AG, Green MR, van der Ouderaa F, Vaupel JW, Christensen K. Why some women look young for their age. *PLoS One*. 2009 Dec 1;4(12):e8021.

Jee H, Jeon BH, Kim YH, Kim HK, Choe J, Park J, Jin Y. Development and application of biological age prediction models with physical fitness and physiological components in Korean adults. *Gerontology*. 2012;58(4):344-53.

Jia L, Zhang W, Chen X. Common methods of biological age estimation. *Clin Interv Aging*. 2017 May 11;12:759-772.

Kujala UM. Is physical activity a cause of longevity? It is not as straightforward as some would believe. A critical analysis. *Br J Sports Med*. 2018 Mar 15. pii: bjsports-2017-098639.

Park DC, Bischof GN. The aging mind: neuroplasticity in response to cognitive training. *Dialogues Clin Neurosci*. 2013 Mar;15(1):109-19.

Puterman E, Gemmill A, Karasek D, Weir D, Adler NE, Prather AA, Epel ES. Lifespan adversity and later adulthood telomere length in the nationally representative US Health and Retirement Study. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016 Oct 18;113(42):E6335-E6342.

Ridout KK, Levandowski M, Ridout SJ, Gantz L, Goonan K, Palermo D, Price LH, Tyrka AR. Early life adversity and telomere length: a meta-analysis. *Mol Psychiatry*. 2018 Apr;23(4):858-871.

Schwingshackl L, Schwedhelm C, Hoffmann G, Lampousi AM, Knüppel S, Iqbal K, Bechthold A, Schlesinger S, Boeing H. Food groups and risk of all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Am J Clin Nutr*. 2017 Jun;105(6):1462-1473.

Shalev I, Entringer S, Wadhwa PD, Wolkowitz OM, Puterman E, Lin J, Epel ES. Stress and telomere biology: a lifespan perspective. *Psychoneuroendocrinology*. 2013 Sep;38(9):1835-42.

Shiroma EJ, Lee IM. Can we proceed with physical activity recommendations if (almost) no clinical trial data exist on mortality? *Br J Sports Med*. 2018 Mar 15.

Witard OC, Ball D. The interaction between nutrition and exercise for promoting health and performance. *Proc Nutr Soc*. 2018 Feb;77(1):1-3.