

Automatización del diagnóstico de índice de masa corporal (IMC) y sus factores de riesgo para la salud.

Evaluación antropométrica en universitarios



Automation of the diagnosis of the Body Mass Index (BMI) and its health risk factors. Anthropometric evaluation in university

Nelly Ivonne Guananga Díaz.¹, Freddy Román Guananga Díaz.², Cecilia Alejandra García Ríos.³ & Absalón Wilberto Guerrero Rivera.⁴

Recibido: 21-05-2020 / Revisado: 20-06-2020 / Aceptado: 18-07-2020 / Publicado: 07-08-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1380>

The objective of the work was to automate the diagnosis of the Body Mass Index (BMI) and its risk factors for health. An analytical cross-sectional study has been carried out in 232 students (67.24% women and 32.72% men) of the chemistry career of the Higher Polytechnic School of Chimborazo (ESPOCH) in Riobamba, Ecuador. The study was based on anthropometric measures: age, sex, height, weight, waist and hip. Subsequently, the BMI, % fat, fat distribution and health risks were established according to the WHO classification. For data analysis, a multiple regression model was used. The analysis shows that BMI has a strong association with % fat, which in turn is highly differentiated according to sex. In men: mean age (21.76 ± 2.44) years, % Fat (16.91 ± 3.99), BMI (23.37 ± 3.20) Kg/m², and fat distribution (88.06 ± 4.97); in women: mean age (20.94 ± 1.90) years, % fat (27.34 ± 4.34), BMI (23.46 ± 3.56) Kg/m² and fat distribution (85.16 ± 5.87). General health risks: normal 64.66%, thin I 5.17%, thin II 1.29%, thin III 0.43 %, overweight 23.70% (14.65 % women, 9 % men),

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador, Karina nguananga@esepoch.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador, freddy.guananga@esepoch.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Medicina. Riobamba, Ecuador, cecygar20@hotmail.com

⁴ Universidad Estatal de Milagro (UNEMI), Facultad de Ciencias Administrativas y Comerciales, Milagro, Ecuador, aguerror@unemi.edu.ec

obesity I 3.31 % and obesity II 0.43 %. Anthropometric indicators identify health risks that must be addressed in an emergent way in the short and medium term.

Keywords: Automation, Anthropometric Evaluation, Body Mass Index (BMI), risks, health.

Resumen.

El objetivo del trabajo fue automatizar el diagnóstico del Índice de Masa Corporal (IMC) y sus factores de riesgo para la salud. Se ha realizado un estudio transversal analítico en 232 estudiantes (67,24 % mujeres y 32,72 % hombres) de la carrera de química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) de Riobamba, Ecuador. El estudio se basó en medidas antropométricas: edad, sexo, estatura, peso, cintura y cadera. Posteriormente, se estableció el IMC, % grasa, distribución de grasa y riesgos para la salud según la clasificación de la OMS. Para el análisis de los datos se utilizó un modelo de regresión múltiple. El análisis muestra que el IMC tiene una fuerte asociación con el % grasa, la misma que a su vez es muy diferenciada según el sexo. En hombres: edad promedio ($21,76 \pm 2,44$) años, % Grasa ($16,91 \pm 3,99$), IMC ($23,37 \pm 3,20$) Kg/m², y distribución de grasa ($88,06 \pm 4,97$); en mujeres: edad promedio ($20,94 \pm 1,90$) años, % grasa ($27,34 \pm 4,34$), IMC ($23,46 \pm 3,56$) Kg/m² y distribución de grasa ($85,16 \pm 5,87$). Riesgos de salud en general: normal 64,66 %, delgadez I 5,17%, delgadez II 1,29 %, delgadez III 0,43 %, sobrepeso 23.70 % (14,65% mujeres, 9 % hombres), obesidad I 3,31 % y obesidad II 0,43 %. Los indicadores antropométricos identifican riesgos para la salud que deben ser atendidos de forma emergente a corto y mediano plazo.

Palabras claves: Automatización, Evaluación Antropométrica, Índice de Masa Corporal (IMC), riesgos, salud.

Introducción.

En el 2014, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) aproximadamente 462 millones de adultos en todo el mundo tenían bajo peso, mientras que 1.900 millones tenían sobrepeso u obesidad (OMS, 2020). Para el 2016, el 39% de los adultos de 18 o más años (un 39% de los hombres y un 40% de las mujeres) tenían sobrepeso, en general, alrededor del 13% de la población adulta mundial (un 11% de los hombres y un 15% de las mujeres) eran obesos; la prevalencia de peso inferior al normal entre las mujeres de 20 a 49 años fue de 32,8%, y la prevalencia de la anemia en mujeres en edad reproductiva (de 15 a 49 años) del 9,8% (Malo-Serrano, Castillo, & Pajita, 2017; Staibano, et al., 2019). En el 2018 el Informe Mundial de la Salud señala que un tercio de las mujeres en edad reproductiva presentan anemia (Crispin & Forwood, 2020).

En la región de las Américas el 58% de los habitantes vive con sobrepeso y obesidad (360 millones de personas), siendo Bahamas (69%), México (64 %) y Chile (63%) los que presentan las tasas más elevadas. Cabe destacar que el aumento de la obesidad en América Latina y el Caribe impacta de forma desproporcionada a las mujeres: en más de 20 países, la tasa de obesidad femenina es 10 puntos porcentuales mayores que la de los hombres (FAO, 2016). En el Ecuador el aumento de la obesidad desde 1985 a 2016, es del 25,6% en mujeres y el 10,9% en hombres, 6 de cada 10 ecuatorianos adultos tiene sobrepeso u obesidad (Salamea, Fernández, & Gonzáles, 2019; Álvarez, Cordero, & Vásquez, 2020). El INFOSAT 2011 – 2013 dio a conocer que la prevalencia nacional de delgadez en adultos es 1.3%, y la prevalencia de sobrepeso y obesidad es 62.8% (40,6 % y 22,2 % respectivamente). La prevalencia de sobrepeso y obesidad es mayor en las mujeres (65.5%) que en los hombres (60%), y el mayor índice se presenta en la cuarta y quinta décadas de vida, con prevalencias superiores a 73%. Mujeres en edad reproductiva con y sin sobrepeso/obesidad presentaron prevalencia de anemia del 8,5% y 6,2% respectivamente (Freire, et al., 2013).

El sobrepeso y la obesidad son considerados trastornos multifactoriales, los cuales están implicados en la predisposición y aparición de diversas patologías en la edad adulta como diabetes tipo II, enfermedades cardiovasculares, dislipidemia, entre otras, que afectan el estado físico y psíquico del individuo, reduce la calidad de vida, y aumenta la mortalidad. El riesgo para desarrollar la enfermedad tiene múltiples fundamentos que van desde el cambio en la estructura familiar, la gran oferta de alimentos procesados, hábitos alimenticios inadecuados, sedentarismo, así como la herencia (Teixeira, Couto, Monteiro, & Fonseca, 2018; Álvarez, Cordero, & Vásquez, 2020).

El índice de masa corporal (IMC) ha sido adoptado como estándar internacional para medir directamente la adiposidad y se calcula dividiendo el peso en kilogramos por el cuadrado de la estatura en metros (Quintana-Guzmán, Salas-Chaves, & Cartín-Brenes, 2014). El IMC es considerado como una fuerte herramienta para determinar sobrepeso y obesidad con precisión tanto en niños como en adultos (Duran, et al., 2019). Se le considera un factor de predicción de morbilidad y mortalidad mejor que la relación peso para la talla; tiene la ventaja de ser simple y de bajo costo (Mill, Cameno, Saúl, & Camí, 2019). Sin embargo, tiene la desventaja que varía según la edad, el género y maduración sexual, por lo que no es fácil instaurar valores de referencia con aplicación universal (Kim, Uhm, Chae, & Park, 2020). Tampoco es una buena herramienta para evaluar grasa corporal en individuos con musculatura estrechamente desarrollada, ya que no diferencia entre masa grasa y masa libre de grasa (Haregu, Nanayakkara, Carrington, & Kaye, 2020). El IMC posee limitaciones ya que no permite identificar aquellos elementos que contribuyen con el riesgo de morbilidad, por lo que es necesario utilizar otros indicadores para una mejor interpretación de los resultados (Dogbe & Gil, 2019; O'Súilleabháin, Sutin, & Gerstorf, 2020).

Suarez, et al., (2017) definen la obesidad como una enfermedad sistémica, multiorgánica, metabólica e inflamatoria crónica, multideterminada por la interrelación entre lo genómico y

lo ambiental, fenotípicamente expresada por un exceso de grasa corporal (en relación con la suficiencia del organismo para alojarla), que conlleva un mayor riesgo de morbimortalidad. Tal definición según Malo-Serrano, Castillo, & Pajita (2017) apunta más a una consideración clínica que anatómica, sin dejar de tener en cuenta los indicadores antropométricos de riesgo. En este panorama, es innegable la importancia de considerar la distribución de la grasa corporal, como se ha expuesto el IMC no predice el riesgo para la salud por sí mismo, se requiere contar con indicadores de fácil cálculo y confiables que incorporen la distribución de la grasa y los posibles riesgos para la salud. Existen aplicaciones como BVI Pro que incluyen valores de circunferencia de cintura y la relación cintura-cadera, e inclusive pueden acompañarse de indicadores internos como como triglicéridos, glucosa, hígado graso, y otros para valorar la salud del paciente, sin embargo, no es real que pueda ser utilizado en cualquier medio y por todas las personas.

Frente a esta problemática de salud pública a nivel global resulta transcendental conocer la realidad de nuestra comunidad para generar cambios encaminados a una mejor calidad de vida. Tomando en consideración lo expresado anteriormente, el presente estudio tuvo como objetivo automatizar el diagnóstico del Índice de Masa Corporal (IMC) y sus factores de riesgo para la salud. Se ha realizado un estudio transversal analítico en 232 estudiantes (67,24 % mujeres y 32,72 % hombres) de la carrera de química de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) de Riobamba, Ecuador. El estudio se basó en medidas antropométricas de estudiantes universitarios; para determinar IMC, % grasa y distribución de grasa. Posteriormente se valoró los riesgos de salud clasificados en base al IMC según la OMS. Consecutivamente se automatiza en tiempo real la identificación de los riesgos de salud de acuerdo a las ecuaciones establecidas para el grupo investigado. Esta herramienta busca motivar el autocontrol del peso y estado nutricional al identificar de inmediato sus riesgos para la salud. Además, evaluar los datos antropométricos obtenidos enfocados en los riesgos para la salud y los costos económicos para los hogares ecuatorianos; en conjunto todos estos factores determinan la calidad de vida.

Metodología.

Localización geográfica y temporal

Las medidas antropométricas de peso, estatura, cadera, cintura, edad, y sexo, se tomaron y midieron en el Centro de Atención en Salud Integral (CASI) de la ESPOCH a 232 estudiantes (N) de la carrera de Química de la Facultad de Ciencias, en el periodo académico septiembre 2019 – febrero 2020.

Materiales y equipos

Los datos se recolectaron haciendo uso de hojas de registros, hojas de cálculo Excel y sus funciones avanzadas.

Se utilizaron para las mediciones de peso y estatura un equipo Health o meter Professional, Mechanical Beam Scale, modelo 402LB, de 400 lb de capacidad, y precisión de 0,01 lb, y de 213 cm y 0.1 cm de precisión.

Para las mediciones de cintura y cadera se empleó una cinta métrica de fiber-glass con capacidad de 150 cm y 0.1 cm de precisión.

Criterio de selección de la metodología

Estudio descriptivo, correlacional de corte transversal, en una muestra de 232 estudiantes universitarios. Se organizó un calendario y horario para la asistencia de los alumnos de cada curso al CASI de la ESPOCH, en donde se realizaron las mediciones antropométricas por el mismo evaluador, y por triplicado, se utilizaron los promedios de estas mediciones para el análisis estadístico.

Este estudio se efectuó considerando los estándares del manual de medidas antropométricas de Carmenate, Moncada, & Borjas (2014) sobre investigación los ámbitos de educativo, social, y en salud y seguridad en el trabajo. Posterior a la explicación para las mediciones de peso y estatura se tomaron las medidas con la persona en posición erecta, sin calzado, con los miembros superiores a ambos lados del cuerpo, las palmas y dedos de las manos rectos y extendidos hacia abajo, mirando hacia el frente, en bipedestación, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies, para medir la cintura se consideró la línea horizontal en punto medio entre la última costilla y la cresta iliaca, y para la cadera la línea horizontal a nivel de la máxima protuberancia posterior de los glúteos (5 centímetros por debajo de la cintura), en el horario de 10 a 12 am.

Cálculo de los índices antropométricos

De acuerdo con Deurenberg, Weststrate, & Seidel (1991) se aplicaron las siguientes formulas:

$$\text{Índice de masa corporal (IMC)} = \frac{\text{peso Kg}}{\text{estatura m}^2} \quad (1)$$

$$\% \text{ grasa} = 1.2 \times \text{IMC} + 0.23 \times \text{edad (años)} - 10.8 \times \text{sexo} - 5.4 \quad (2)$$

Siendo:

Sexo = 1 (en el caso de los hombres) y 0 (para las mujeres)

$$\text{Distribución de grasa} = \frac{\text{circunferencia de cintura cm}}{\text{circunferencia de cadera cm}} \quad (3)$$

Una vez obtenidos el IMC, el % grasa y la distribución de grasa y de acuerdo a la clasificación de la OMS del IMC y riesgos de salud (Tabla 1), se procesaron los datos.

Tabla 1: Clasificación Internacional (OMS) del estado nutricional según IMC y sus consecuencias

Calificación	IMC	Consecuencias
Infra peso Delgadez III	< 15,9	Dolencias Pulmonares, anorexia nerviosa, desnutrición, etc. Riesgo cardiaco muy bajo.
Delgadez II	16 - 16,9	Mayor riesgo de sufrir osteoporosis, pérdida del cabello, problemas de fertilidad, sistema inmunológico débil y mayor riesgo de sufrir infecciones, riesgo cardiaco muy bajo.
Delgadez I	17 - 18,4	Con precaución de no adelgazar más. Riesgo cardiaco muy bajo
Normal	18,5 - 24,9	Estado saludable. Bajo riesgo.
Sobrepeso	25 - 29,9	Riesgo cardiaco latente, con precaución de no engordar más.
Obesidad Tipo I	30 - 34,9	Sobre carga de articulaciones, cansancio excesivo y un cierto riesgo de enfermedades cardiovasculares.
Obesidad Tipo II	35 - 39,9	Problemas cardíacos, diabetes, hipertensión, enfermedad de vesícula y algunos cánceres
Obesidad Tipo III	> 40	Serios riesgos para la salud, disminución de la calidad de vida, Visita a un médico.

Fuente: World Health Organization (2000).

Análisis Estadístico

El manejo estadístico de los resultados consistió en:

1. Tabulación de datos y establecimiento de estadísticos descriptivos generales que recolecta, analiza y caracteriza un conjunto de datos.
2. Análisis de la relación de las variables para determinar su influencia en la ecuación que gobierne el sistema, mediante la correlación de Pearson
3. Análisis de los datos por sexo, en base a la diferencia establecida en el % grasa corporal.
4. Obtención de la ecuación del IMC en función de las variables estudiadas para cada sexo, mediante el cruce de variables y el modelo de Regresión Múltiple.
5. Automatización de la ecuación para sus posteriores aplicaciones de diagnóstico en tiempo real del IMC, su clasificación según la OMS y los riesgos potenciales para la salud.

Análisis económico

Para realizar el análisis del costo de la salud de los hogares ecuatorianos se hizo necesario conocer que en el Ecuador de acuerdo con el Instituto de Censos y Estadísticas (2010) se estructuran 16 tipos de hogares. Como se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de Hogares en el Ecuador.

N°	Tipo de Hogares	Características
1	Unipersonal	Una sola persona, indistintamente si tiene servicios domésticos
2	Nuclear biparental con hijos	Familia completa, es decir, jefe o jefa de hogar, cónyuge e hijos
3	Nuclear biparental sin hijos	Familia con la presencia de un jefe o jefa de hogar y cónyuge.
4	Nuclear monoparental con jefatura masculina	Familia con la presencia de un jefe de hogar (hombre), ausencia de cónyuge y existencia de al menos un hijo.
5	Nuclear monoparental con jefatura femenina	Familia con la presencia de una jefa de hogar (mujer), ausencia de cónyuge y existencia de al menos un hijo.
6	Extenso biparental con hijos	El tipo de hogar # 2 completado con otros parientes con respecto al jefe o jefa de hogar.
7	Extenso biparental sin hijos	El tipo de hogar # 3 completado con otros parientes con respecto al jefe o jefa de hogar, es decir, parejas que están acompañadas ya sea por sus padres o suegros, yernos o nueras, nietos o nietas u otro tipo de pariente.
8	Extenso monoparental con jefatura masculina	Tipo de hogar # 4 completado con otros parientes con respecto al jefe de hogar.
9	Extenso monoparental con jefatura femenina	Tipo de hogar # 5 completado con otros parientes con respecto a la jefa de hogar.
10	Compuesto biparental con hijos	Tipo de hogar # 2 completado con otros no parientes con respecto al jefe o jefa de hogar.
11	Compuesto biparental sin hijos	Tipo de hogar # 3 completado con otros no parientes con respecto al jefe o jefa de hogar.
12	Compuesto monoparental con jefatura masculina.	Tipo de hogar # 4 completado con otros no parientes con respecto al jefe de hogar.
13	Compuesto monoparental con jefatura femenina	Tipo de hogar # 5 completado con otros no parientes con respecto a la jefa de hogar.
14	Hogar no nuclear con parientes	Agrupación de parientes no filiales con respecto al jefe o jefa de hogar.
15	Hogar no nuclear con parientes	Agrupación de no parientes con respecto al jefe o jefa de hogar.
16	Nuclear extenso compuesto	Agrupación de tipo de hogares # 1 ó 2 ó 3 ó 4 ó 5 con parientes y con no parientes respecto al jefe o jefa de hogar.

Fuente: INEC (2010).

Elaboración: Grupo de Investigación.

Se asume que la muestra de estudiantes forma parte de un tipo de hogar Nuclear Biparental con hijos, es decir una familia completa (jefe o jefa de hogar, cónyuge e hijos) a quienes aplicaremos el indicador que utiliza el Instituto Nacional de Censos y Estadística (INEC) llamado “Gasto de bolsillo” como porcentaje del Gasto de Consumo Final en la Salud.

$$GBS = \frac{GCFH}{GCFS} * 100 \quad (4)$$

Dónde:

GBS= Gasto de bolsillo como porcentaje del Gasto de Consumo Final en Salud.

GCFH= Gasto de Bolsillo o Gasto de consumo final de hogares en salud.

GCFS= Gasto de Consumo Final en Salud que realiza el total de la economía.

Resultados.

Los datos antropométricos generales del grupo estudiado se presentan en la Tabla 3, no se incluyen fisicoculturistas, ni mujeres gestantes, eliminando de los resultados sesgos de selección, lo datos más resaltantes son: edad promedio de hombres ($21,76 \pm 2,44$) años, % Grasa ($16,91 \pm 3,99$), IMC ($23,37 \pm 3,20$) Kg/m², y Distribución de $0,88 \pm 0,05$; en mujeres la edad promedio de ($20,94 \pm 1,90$) años, % Grasa ($27,34 \pm 4,34$), IMC ($23,46 \pm 3,56$) Kg/m² y Distribución de grasa $0,85 \pm 0,06$. La relación en cuanto cantidad de hombres y mujeres es de 1:1,8 respectivamente.

La Obesidad abdominal (androide, central o en forma de manzana) es aquella en la que el exceso de grasa se localiza sobre todo en la cintura. Es más frecuente en hombres que en mujeres y es la forma de obesidad más peligrosa desde el punto de vista cardiovascular. La grasa abdominal identificada en este estudio como Distribución de grasa (perímetro cintura/cadera), se considera que un valor de 0,95 para hombres y 0,85 para mujeres, unido a un IMC mayor de 28 Kg/m², es factor de riesgo para contraer diversas enfermedades (cardiovasculares, diabetes mellitus, enfermedades coronarias, problemas de presión arterial, etc). De acuerdo a los resultados obtenidos presentan riesgos las mujeres.

Tabla 3. Perfil antropométrico de los estudiantes de la carrera de QUÍMICA de la ESPOCH

Variable	Sexo	Mínimo	Máximo	General Media \pm DS	Subtotal N
Edad (años)	Masculino	17,00	30,00	21,76 \pm 2,44	76
Peso (Kg)		42,20	96,10	65,29 \pm 10,01	
Estatura (m)		1,49	1,89	1,67 \pm 0,08	
Cintura (cm)		62,00	121,00	82,81 \pm 9,01	
Cadera (cm)		82,00	123,50	93,91 \pm 6,95	
IMC		16,90	32,97	23,37 \pm 3,20	
% Grasa		9,37	27,77	16,91 \pm 3,99	
Distribución de grasa		75,61	97,98	0,88 \pm 0,05	
Edad (años)	Femenino	18,00	25,00	20,94 \pm 1,90	156
Peso (Kg)		39,26	89,20	56,57 \pm 8,90	
Estatura (m)		1,42	1,75	1,55 \pm 0,05	
Cintura (cm)		59,00	112,00	77,41 \pm 8,43	
Cadera (cm)		78,00	115,00	90,84 \pm 6,63	
IMC		16,73	35,73	23,46 \pm 3,56	
% Grasa		18,37	43,19	27,34 \pm 4,34	
Distribución de grasa		63,92	97,85	0,85 \pm 0,06	
				TOTAL	232

Fuente: Grupo de Investigación.

En la Tabla 4, se presenta la relación de las variables: sexo femenino (F) y masculino (M), edad (años), % de grasa y su relación con los riesgos de salud según la clasificación de la OMS. Los datos muestran que 150 estudiantes tienen un IMC en un rango normal, 16 en rangos de delgadez, mayoritariamente de sexo femenino. De 156 mujeres 34 tienen

sobrepeso, y de 76 hombres 21 se encuentran con sobrepeso. En los dos subgrupos no hay una edad en particular en la cual se refleje mayor sobrepeso.

Tabla 4. Relación de las variables: Sexo (F) y (M), Edad (años), % de Grasa y su relación con los riesgos de salud según la clasificación de la OMS.

% GRASA.	Clasificación OM							Total general
	Delgadez I	Delgadez II	Delgadez III	Normal	Obesidad I	Obesidad II	Sobrepeso	
F	11	2	1	100	7	1	34	156
18				8			3	11
19	4			22	2		4	32
20	4	2		19	2		5	32
21	3		1	11			5	20
22				17	2		9	28
23				9			4	13
24				1				1
24				11			2	13
25				2	1	1	2	6
M	1	1		50	3		21	76
17				2			1	3
19				12	1		1	14
20	1			6			2	9
21				6			3	9
22				9	1		3	13
23		1		6			1	8
24				4			5	9
25				3	1		4	8
26				2				2
30							1	1
Total general	12	3	1	150	10	1	55	232

Fuente: Grupo de Investigación.

En la Tabla 6, se presenta los datos en cantidad (Tabla 6A) y en porcentajes de riesgos (Tabla 6B), complementando la información que pretende identificar si existe relación entre ellas, se identifica sin riesgo a 150 estudiantes (64,65%), con bajo riesgo 10 estudiantes (4,31%), en riesgo latente a 55 estudiantes (23,71%), riesgo muy bajo 16 estudiantes (6,90%), en riesgo muy alto para un caso atípico de una estudiante que representa el 0,43%.

Tabla 6. Relación: (A) % grasa y riesgos de salud, y (B) % grasa y % riesgos de salud (OMS).

6A							6B								
% GRASA.	RIESGOS						Total general	% .GRASA	RIESGOS						Total general
	Alto	Bajo	Latente	Muy alto	Muy Bajo				Alto	Bajo	Latente	Muy alto	Muy Bajo		
F	7	100	34	1	14	156	F	3,02%	43,10%	14,66%	0,43%	6,03%	67,24%		
18		8	3			11	18	0,00%	3,45%	1,29%	0,00%	0,00%	4,74%		
19	2	22	4		4	32	19	0,86%	9,48%	1,72%	0,00%	1,72%	13,79%		
20	2	19	5		6	32	20	0,86%	8,19%	2,16%	0,00%	2,59%	13,79%		
21		11	5		4	20	21	0,00%	4,74%	2,16%	0,00%	1,72%	8,62%		
22	2	17	9			28	22	0,86%	7,33%	3,88%	0,00%	0,00%	12,07%		
23		9	4			13	23	0,00%	3,88%	1,72%	0,00%	0,00%	5,60%		
24		1				1	24	0,00%	0,43%	0,00%	0,00%	0,00%	0,43%		
24		11	2			13	24	0,00%	4,74%	0,86%	0,00%	0,00%	5,60%		
25	1	2	2	1		6	25	0,43%	0,86%	0,86%	0,43%	0,00%	2,59%		
M	3	50	21		2	76	M	1,29%	21,55%	9,05%	0,00%	0,86%	32,76%		
17		2	1			3	17	0,00%	0,86%	0,43%	0,00%	0,00%	1,29%		
19	1	12	1			14	19	0,43%	5,17%	0,43%	0,00%	0,00%	6,03%		
20		6	2		1	9	20	0,00%	2,59%	0,86%	0,00%	0,43%	3,88%		
21		6	3			9	21	0,00%	2,59%	1,29%	0,00%	0,00%	3,88%		
22	1	9	3			13	22	0,43%	3,88%	1,29%	0,00%	0,00%	5,60%		
23		6	1		1	8	23	0,00%	2,59%	0,43%	0,00%	0,43%	3,45%		
24		4	5			9	24	0,00%	1,72%	2,16%	0,00%	0,00%	3,88%		
25	1	3	4			8	25	0,43%	1,29%	1,72%	0,00%	0,00%	3,45%		
26		2				2	26	0,00%	0,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,86%		
30			1			1	30	0,00%	0,00%	0,43%	0,00%	0,00%	0,43%		
Total general	10	150	55	1	16	232	Total general	4,31%	64,66%	23,71%	0,43%	6,90%	100,00%		

Fuente: Grupo de Investigación.

Hasta este punto del estudio, se ha evaluado el estado de los estudiantes de la carrera de QUÍMICA de la ESPOCH según la relación que establece la OMS entre el IMC y las clasificaciones que determinan los riesgos de salud, no obstante, es evidente que la evaluación obtenida carece de exactitud, tal como la OMS indica el IMC es de utilidad para determinar sobrepeso y obesidad, sin embargo, es un indicador que discrimina sexo y edad por lo que se considera como un valor aproximado. Por ende, nace la necesidad por establecer una ecuación que permita determinar un nuevo índice que adicione nuevos indicadores a su cálculo con el objetivo de mejorar la exactitud obtenida en las clasificaciones que la OMS determina yendo desde “Delgadez III” hasta “Obesidad III”.

A su vez se busca adicionar indicadores de fácil obtención que no eleven el nivel de dificultad del proceso de evaluación, los indicadores inicialmente seleccionados para adición fueron: distribución de grasa, edad, porcentaje de grasa y sexo, como paso inicial se categorizó al IMC como variable dependiente y a los indicadores cuantitativos (edad, porcentaje de grasa y distribución de grasa) como variables explicativas, de esta manera se llevó a cabo una regresión lineal múltiple que ofrece la ventaja de utilizar más información en la construcción del modelo y en consecuencia obtener estimaciones más precisas en comparación a una regresión lineal simple que solo utiliza una única variable explicativa, el indicador (sexo) no fue tomado en cuenta para la regresión múltiple dado su carácter de tipo cualitativo, en tal virtud se procedió a dividir los datos en dos subgrupos en función del sexo realizando así una regresión múltiple por cada subgrupo.

En definitiva, para llevar a cabo la regresión se considera que los valores de la variable dependiente han sido generados por una combinación lineal de los valores de alguna o todas las variables explicativas y a más de ello de un término aleatorio.

Se tomó al subgrupo sexo (F) para el primer cálculo de regresión lineal, en la Tabla 7 se evidencian los datos marcados en las estadísticas de regresión mismos que son de especial relevancia en el análisis e interpretación, el “coeficiente de determinación R²” y el “R² ajustado” deben ser un valor entre 0 y 1, cuanto más próximo a 1 mejor reflejaría una correlación tal como puede apreciarse en la Tabla 7, mientras que por lo contrario es de suma importancia que el error típico sea un valor lo más pequeño posible.

Tabla 7: Estadísticas de regresión del subgrupo sexo (F).

Estadísticas de regresión	Valor
Coefficiente de correlación múltiple.	1
Coefficiente de determinación R ²	1
R ² ajustado	1
Error típico	1,94 E-15
Observaciones	156

Fuente: Grupo de Investigación.

De igual manera en la Tabla 8 se detallan otras variables que son relevantes dentro de la sección de análisis de varianza como el “valor crítico de F” el cual aporta la significancia, es decir el nivel de relevancia del análisis obtenido que para el presente caso al ser un valor de cero y menor al alfa del estudio indica que a nivel global el análisis es de carácter significativo.

Posterior a la sección correspondiente al análisis de varianza se tienen los coeficientes de la ecuación de regresión, en donde el valor obtenido en “Intercepción” corresponde a la constante de la ecuación buscada mientras que cada valor calculado en los coeficientes de las variables explicativas es tomado como parámetro de las variables que conforman la ecuación, con esto es posible construir la ecuación buscada.

Adicionalmente, de los resultados obtenidos en la Tabla 8 se puede evidenciar la poca significancia de la variable explicativa (distribución de grasa) con la variable dependiente analizada dado su valor de coeficiente cercano a cero.

Tabla 8. Análisis de Varianza del subgrupo sexo (F)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	1972,4628	657,4876	1,76E+32	0
Residuos	152	5,69E-28	3,75E-30		
Total	155	1972,4628			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%
Intercepción	4,5	3,05E-15	1,48E+15	0,00E+00	4,5
Edad (años)	-0,19166666	8,74E-17	-2,19E+15	0,00E+00	-0,19166667
% Grasa	0,83333333	4,30E-17	1,94E+16	0,00E+00	0,83333333
Distribución de grasa	-4,85E-17	3,09E-17	-1,57E+00	0,119064732	-1,0959E-16

	Intercepción	Edad (años)	% Grasa	Distribución de la Grasa
Coefficientes	4,5	-0,19166667	0,83333333	-4,85E-17
Valor		21	27,61	1
IMC (kg/m ²)	23,4833333			

Fuente: Grupo de Investigación.

Los resultados obtenidos por la regresión lineal se traducen en la conformación de una ecuación que permite calcular un nuevo indicador, mismo que hace posible su utilización en la clasificación que establece la OMS al evaluar el valor del IMC, con la diferencia que el indicador obtenido por la ecuación que la regresión lineal múltiple propone no discrimina sexo, edad ni porcentaje de grasa, brindando con ello una mayor exactitud en el proceso de clasificación y posterior diagnóstico de riesgos para la salud, con ello se procedió a la

creación de la herramienta de software con el objetivo de generar una aplicación con una interfaz de usuario amigable y del tipo multiplataforma, en tal virtud se seleccionó al popular software “Microsoft Excel” como entorno de desarrollo por su versatilidad en la creación de hojas de cálculo en fusión con controladores para interfaces de usuario, adicional a las ventajas que ofrece por ser un software multiplataforma y de fácil acceso, es decir que las aplicaciones desarrolladas dentro de este software pueden ser ejecutadas en diferentes tipos de dispositivos y sistemas operativos sin complicaciones en su adquisición e instalación aumentando así la población para la cual va dirigido el uso de la aplicación.

A continuación en la Figura 1, se ilustra la estructura de la aplicación desarrollada en donde se puede apreciar una interfaz de usuario sumamente amigable, el usuario únicamente deberá indicar su sexo y posteriormente en la interfaz de la figura haciendo uso de los botones de control el usuario puede ingresar los valores correspondientes a su edad y porcentaje de grasa corporal a lo que automáticamente la aplicación establece la clasificación a la que corresponde según la OMS y el nivel de riesgo de salud al que está expuesto.

Figura 1: Automatización del diagnóstico en tiempo real de los riesgos de salud potenciales para mujeres de la muestra investigada

IMC (Kg/m ²)	EDAD (años)	% GRASA	CLASIFICACIÓN OMS	RIESGO
23,48	21	27, 61	Normal	Bajo

Fuente: Grupo de Investigación.

Habiendo concluido con la regresión lineal y con el desarrollo de la aplicación de automatización de diagnóstico para el subgrupo femenino, se procedió a repetir el proceso para el segundo subgrupo correspondiente al sexo masculino, en la Tabla 9 se detallan los datos marcados en las estadísticas de regresión múltiple para este segundo caso de una cantidad de observaciones igual a 76, nuevamente se puede apreciar que los valores del “Coeficiente de determinación R²” y “R² ajustado” reflejan un alto nivel de correlación mientras que favorablemente el error típico posee un valor cercano a cero.

Tabla 9: Estadísticas de regresión del subgrupo sexo masculino (M).

Estadísticas de regresión	Valor
Coeficiente de correlación múltiple.	1
Coeficiente de determinación R ²	1
R ² ajustado	1
Error típico	1,96085E-15
Observaciones	76

Fuente: Grupo de Investigación.

Después de haber comprobado que los valores arrojados por las estadísticas de regresión son favorables se procedió al análisis de varianza para el subgrupo masculino en donde el valor crítico de F establece una relación significativa de las variables explicativas con la variable dependiente al igual que en el análisis de varianza realizado para el subgrupo femenino.

A continuación, en los coeficientes de la ecuación se aprecia un valor diferente en “Intercepción”, mismo que corresponde a la constante de la ecuación buscada, de igual manera se aprecia que por segunda ocasión se obtuvo un coeficiente cercano a cero para la variable explicativa (Distribución de la grasa) lo cual hace evidente su inexistente significancia en la variable dependiente de estudio.

Tabla 10: Análisis de Varianza del subgrupo sexo (M)

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	3	776,263182	258,754394	6,73E+31	0
Residuos	72	2,77E-28	3,84E-30		
Total	75	776,263182			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%
Intercepción	13,5	4,2558E-15	3,17E+15	0,00E+00	13,5
Edad (años)	-0,19166667	9,8491E-17	-1,95E+15	0,00E+00	-0,19166667
% Grasa	0,83333333	6,2722E-17	1,33E+16	0,00E+00	0,83333333
Distribución de grasa	-4,10E-17	4,84E-17	-8,48E-01	0,399035065	-1,3742E-16

	Intercepción	Edad (años)	% Grasa	Distribución de la Grasa
Coefficientes	13,5	-	0,83333333	-4,10E-17
Valor		19	13,17	1
IMC (kg/m ²)	20,8333333			

Fuente: Grupo de Investigación.

Finalmente, y haciendo uso de la ecuación obtenida por el análisis de regresión múltiple del subgrupo masculino se procedió con el desarrollo de la aplicación haciendo uso del mismo formato de interfaz de usuario anteriormente propuesto para el subgrupo femenino, de igual manera para este segundo subgrupo de estudio la aplicación automatiza el proceso de clasificación y diagnóstico según lo establecido por la OMS. En resumen, se creó dos formularios que hacen uso de ecuaciones diferentes en función del sexo del usuario no obstante se mantuvo la metodología de desarrollo de una interfaz amigable con el usuario (uso sencillo e intuitivo) y sobre todo de fácil acceso para la mayoría de la población. Como se presenta en la Figura 3.

Figura 3: Automatización del diagnóstico en tiempo real de los riesgos de salud potenciales para hombres de la muestra investigada

IMC (Kg/m ²)	EDAD (años)	% GRASA	CLASIFICACIÓN OMS	RIESGO
20,833	19	13, 17	Normal	Bajo

Fuente: Grupo de Investigación.

El IMC para cada género difiere en el término constante, para el sexo femenino da un valor de 4,5, y para sexo masculino 13,5, con una diferencia de 9 unidades lo que evidencia la necesidad del cálculo separado por género; pues el IMC va a depender del sexo a pesar de que los valores de los coeficientes de las variables (Edad y % Grasa) no varían en función de la ecuación de cada subgrupo (Tabla 11). El coeficiente 0 (cero) para Distribución de la grasa indica que no influye en el cálculo del IMC como se mencionó con anterioridad, esto se verifica al establecer la relación que existe entre estas dos variables a través del coeficiente de Pearson (r), el cual establece que si su valor se aleja de 0 y se aproxima a -1 o 1 presenta una correlación fuerte, caso contrario si se aproxima a 0 no existirá relación, por lo tanto, la distribución de grasa no aporta información alguna que afecte al cálculo del IMC.

Tabla 11: Modelo de regresión lineal para determinar el IMC según el sexo.

Sexo	Índice de Masa Corporal
F	$IMC_f (kg/m^2) = -0,19 * EDAD (anos) + 0,83 * \% GRASA + 0 * DISTRIBUCION DE GRASA + 4,5$
M	$IMC_m(kg/m^2) = -0,19 * EDAD (anos) + 0,83 * \% GRASA + 0 * DISTRIBUCION DE GRASA + 13,5$

Fuente: Grupo de Investigación.

Establecer el riesgo de salud, es una arista del problema, otro aspecto importante es el nivel socioeconómico, en este ámbito, como lo señalan Buenaño, et al., (2017); (Morán, Vega, & Mora, (2018) generalmente muchos hogares dependen de una única actividad económica, pero en la actualidad una gran mayoría tiende a diversificar sus ingresos con el propósito de incrementarlos y aumentar su nivel de bienestar. En los países en desarrollo, cuyas actividades económicas dependen en gran medida de la agricultura, la fuente de ingresos no agrícolas se encuentra adquiriendo una gran importancia y el aumento de los ingresos en los hogares se encuentra asociado a los ingresos procedentes de salarios por actividades no agrícolas y del autoempleo (Morán, Vega, & Mora, 2018).

En el Ecuador, la inflación juega un papel importante sobre el costo de la canasta básica, esta inflación va como resultado del incremento de los costos generalizada de los precios debido a varios factores: salario, tipo de cambio (ya no se considera esta variable por no tener moneda propia), márgenes de utilidad, entre otros, conjuntamente afectan a la inflación ciertas presiones ejercidas a los gobiernos de turno por grupos económicos para aumentar su participación o cualquier causa que eleve los precios de los rubros de la producción (Urquiza-Tenesaca & Muyulema-Allaica, 2019; Sánchez, Ochoa, Toledo, & Ordóñez, 2020).

Para el análisis de los costos por salud se asume que la muestra de estudiantes formaría parte de un tipo de hogar Nuclear Biparental con hijos, es decir una familia completa (jefe o jefa de hogar, cónyuge e hijos) a quienes se ha aplicado el indicador que utiliza el Instituto Nacional de Censos y Estadística (INEC) llamado “Gasto de bolsillo” como porcentaje del Gasto de Consumo Final en la Salud (GBS), este GBS corresponde al gasto de consumo final de los hogares en salud al momento de generar un egreso del efectivo por la adquisición de bienes y servicios individuales de salud. Los Gastos de consumo final de los hogares

corresponde al egreso del efectivo por hogares residentes en bienes nuevos y duraderos y no duraderos y servicios. El Gasto de Consumo Final en Salud son todos los gastos en bienes y servicios de consumo, individuales y colectivos, realizados por los hogares residentes, las Instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares (ISFLSH) residentes y las unidades del gobierno general (INEC, 2017).

Desde el año 2007 el INEC conjuntamente con el Ministerio de Salud Pública (MSP), publica las Cuentas Satélite de Salud (CSS) como instrumento analítico en donde señalan que la familia ecuatoriana necesita \$ 10 dólares diarios para cubrir gastos de bienes y servicios de la salud. En la Tabla 12 se presenta la asignación porcentual GBS vinculada a la clasificación del IMC y sus enfermedades, así como el costo que se requiere para cubrir dichas enfermedades.

En general y de acuerdo al porcentaje de estudiantes en la clasificación de sobrepeso, obesidad I y II en dinero se requieren \$ 8,3721 y en Delgadez I, II y III la cantidad de \$ 1,6228, es consecuente el resultado, en las personas con valores de IMC mayores al rango clasificado como Normal, es en quienes los hogares deben gastar más, estos valores estimados se pueden aplicar a la población del país para conocer el rubro nacional en salud respecto al tema sobrepeso y delgadez. Como se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12: Asignación porcentual GBS vinculada al IMC y costo

% M	% H	Clasificación según IMC	Enfermedades	% GBS en salud	Dólares asignados para salud/hogar/diario
0,6	___	Delgadez III	Dolencias Pulmonares, anorexia nerviosa, desnutrición, etc. Riesgo cardiaco muy bajo.	0,0084	0,084
1,3	1,3	Delgadez II	Mayor riesgo de sufrir osteoporosis, pérdida del cabello, problemas de fertilidad, sistema inmunológico débil y mayor riesgo de sufrir infecciones, riesgo cardiaco muy bajo	0,0373	0,3726
7	1,3	Delgadez I	Con precaución de no adelgazar más. Riesgo cardiaco muy bajo	0,1171	1,171
64,1	65,8	Normal	Estado saludable. Bajo riesgo		
21,8	27,6	Sobrepeso	Riesgo cardiaco latente, con precaución de no engordar más	0,71	7,1001
4,4	3,9	Obesidad I	Sobre carga de articulaciones, cansancio excesivo y un cierto riesgo de enfermedades cardiovasculares	0,1188	1,188
0,6	___	Obesidad II	Problemas cardíacos, diabetes, hipertensión, enfermedad de vesícula y algunos cánceres	0,0084	0,084

Fuente: Grupo de Investigación.

Discusión

Este estudio presenta medidas antropométricas de una muestra constituida de 232 estudiantes universitarios de la carrera de Química de la ESPOCH, donde el 67,24% correspondió a mujeres y el 32,72% a hombres (1,8:1 respectivamente), la estatura promedio de hombres es $1,67 \pm 0,08$ y mujeres $1,55 \pm 0,05$, calificados como mestizos y relacionarlos sumariamente con la realidad racial local. Según Tarupi, et al., (2020), las curvas de referencia, desarrolladas para la población ecuatoriana, permiten detectar que los individuos de sexo masculino promediaron una estatura entre los 1,55 y 1,64 metros; y las féminas, entre 1,49 y 1,54 metros. En los dos casos, los valores mostraron que los hombres tienen un promedio de estatura mayor al nacional. De hecho, según el análisis estadístico descriptivo, correlacional de corte transversal, realizado se evidenció que la edad de los hombres y mujeres están entre (19 – 24) años, es decir se encuentran en la etapa de la juventud. El IMC es un índice de riesgo de hipo e hipernutrición y, por tanto, de las patologías asociadas a ambas situaciones, especialmente de las enfermedades crónico-degenerativas (enfermedad cardiovascular, diabetes, algunos tipos de cáncer, entre otras), debido a la relación estudiada entre el IMC y la mortalidad total, se ha establecido que el 31,5% de este grupo está con valores de IMC sobre la clasificación Normal y el 2,6 % bajo este nivel, es decir en total el 34,1% deben tomar medidas como mejorar su alimentación tanto en calidad como en cantidades.

América Latina y el Caribe reportaron para el año 2000 en la población comprendida entre los 20 a 35 años, una clasificación de sobrepeso, con sobrepeso no obeso y obesos el 49,8 %, 22,1% y 8,7% respectivamente, para el 2018 en el mismo orden los porcentajes se mueven a 59,8%, 25,8% y 13,1% correspondientemente. Los resultados obtenidos en cuanto a riesgos de salud son: Normal: 64,66 %, Delgadez I: 5,17%, Delgadez II: 1,29 %, Delgadez III: 0,43%. Sobrepeso 23,70% (14,65% en mujeres y 9% en hombres), Obesidad I: 3,31%, Obesidad II: 0,43%, el grupo tiene valores bastantes más bajos con respecto al año 2000 y aún más respecto al 2018 (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2019). . Se argumenta que, la diferencia puede deberse a que la muestra estudiada es más homogénea en cuanto a etnia, y el rango de edades es menor a la referencia, es alentador este resultado, sin embargo, debe asegurarse estar en el rango saludable. Para Dogbe & Gil (2019); Kim, et al., (2020) el ser humano va adquiriendo un mayor IMC con la edad, así que la prevención temprana asegurara la calidad de vida al llegar a adulto mayor.

Debe tomarse en cuenta que, si bien la correlación entre el IMC y la gordura es bastante fuerte, sin embargo, esto varía según el sexo, la raza y la edad, así, con el mismo IMC las mujeres tienden a tener más grasa corporal que los hombres (Arguello-González & Cruz-Arteaga, 2017; Teixeira, et al., 2018; Salamea, Fernández, & Gonzáles, 2019; Haregu, et al., 2020). Los resultados del estudio confirman este hecho, ya que el promedio de % grasa en hombres es $(16,91 \pm 3,99)$ y en mujeres $(27,34 \pm 4,34)$, las mujeres tienen 10.43% más de grasa corporal en comparación con los hombres, lo que es normal debido al metabolismo

diferenciado entre los dos sexos, lo que explica además la diferencia en la distribución de la grasa en las diferentes partes del cuerpo.

La Distribución de grasa (ecuación 2) permite estimar el riesgo de enfermedad crónica relacionado con la distribución de la grasa corporal, los resultados obtenidos en hombres fueron de $0,88 \pm 0,05$ y de mujeres $0,85 \pm 0,06$, comparados con los valores establecidos de 0,95 para hombres y de 0,85 para mujeres, en conjunto con IMC mayor a 28 Kg/m^2 constituye un alto riesgo para enfermedades cardiovasculares, se aprecia un mayor riesgo en las mujeres del grupo estudiado. El tejido adiposo es considerado un tejido endocrino en donde los adipocitos producen hormonas y citosinas que ejercen sus acciones en el sistema nervioso central, el músculo, el hígado, y el hueso entre otros muchos tejidos, también participa en los procesos de inflamación, regulación metabólica de energía, enfermedad vascular aterosclerótica, síndrome metabólico, y cáncer; la obesidad se asocia con resistencia a la insulina y diabetes de tipo 2, este tejido tiene importancia en enfermedades que se derivan de su exceso y de su deficiencia.

De los 232 estudiantes el 6,89% tienen bajo IMC (cifra bastante alta respecto al 1,3% determinado en Freire, et al., 2013), con un $\text{IMC} < 17$ hay mayor riesgo de sufrir osteoporosis, infecciones, pérdida del cabello, problemas de fertilidad, y sistema inmunológico débil, cada caso debe ser diagnosticado debidamente ya que esta condición puede darse a pesar de una alimentación sana y equilibrada, en tal caso puede ser genético o metabólico, la situación, más frecuente es por la obsesión de estar “delgado” a expensas de dietas estrictas y ejercicio intenso, estas consecuencias son más frecuentes, o puede deberse a una enfermedad. Diversos estudios como de Villatoro-Villar, et al., (2015); Arguello-González & Cruz-Arteaga, (2017); Teixeira, et al., (2018); Salamea, Fernández, & Gonzáles, 2019; O'Súilleabháin, Sutin, & Gerstorf, (2020) describen que tanto un peso excesivo acompañado con exceso de grasa corporal, como el bajo peso, tienen riesgos para la salud, son enfermedades crónicas y multifactoriales que requieren soluciones o aporten viables.

Montero & Fernández (2018) afirman que el estudio de la Estadística en Ciencias de la Salud, más conocida como Bioestadística, está motivado por la enorme incertidumbre que presentan los diferentes fenómenos a comprender, de ahí la necesidad de diseñar técnicas de recogida y tratamiento de datos con la idea de extraer la mayor información posible acerca de los mismos. Así, la bioestadística podría entenderse como la metodología a seguir para aprender de las observaciones con el propósito de explicar los fenómenos biomédicos (Castro, 2018). A su vez, según González, Escoto, & Coral, (2017) la estadística permite alcanzar soluciones a distintos ámbitos socioeconómicos en general que permiten la toma de decisiones en cuanto a sus respectivos objetos de estudio, de tal manera, describen las ventajas del uso de la estadística tal como el análisis estadístico de los datos permite realizar conclusiones científicas orientadas a la solución de problemas sociales, económicos, médicos, políticos, ecológicos, entre otros. Es decir, la estadística permite organizar la información y emitir juicios sustentados en evidencia sólida, de tal modo que se promueva el uso eficiente de

recursos económicos, legales, humanos, materiales y de cualquier naturaleza, de tal forma que se valida y justifica el uso de una metodología basada en la estadística para todo tipo de estudio, incluidos los relacionados con temas médicos y de salud en general como el del presente caso de estudio.

Por otra parte, se evidencia la necesidad de poseer indicadores que permitan una autoevaluación en temas de salud, dado que la autopercepción puede no ser suficiente en la mayoría de los casos, tal como ha podido ser comprobado por el estudio realizado por Oliva-Peña, et al., (2017) en donde evidenciaron que la percepción de la imagen corporal difiere de manera significativa con lo que el IMC establece en la realidad, siendo el sexo femenino quien más difiere en su autopercepción corporal: Los hallazgos, respecto a la percepción de la imagen corporal, mostraron una concordancia insignificante ($k=0.067$, $p<0.5$); en mujeres es baja, con un valor de $k=0.223$; se perciben normales aun cuando presentan bajo peso, mientras que, las que presentan obesidad, subestiman su estado. En cuanto a los hombres, en los casos de obesidad, la imagen y el IMC son coincidentes, aunque, al mismo tiempo, subestiman la percepción corporal en bajo peso.

A su vez otro estudio realizado por Arguello-González & Cruz-Arteaga, (2017) demostró que existe una relación entre la autoobservación y el control de hábitos alimenticios por parte de los participantes del grupo de evaluación: 67.7% de los participantes fueron mujeres ($n=44$), la edad promedio fue de 29.5 años; 50.76% ($n=33$) presentó sobrepeso, 12.30% ($n=8$) obesidad. Existió asociación en el dominio autoobservación en médicos residentes de primer y segundo grado ($p=0.04$) y de segundo y tercer grado ($p=0.01$), no se observó asociación significativa en autoevaluación y autorreacción. Con ello se demuestra la necesidad por disponer de un indicador personal que establezca parámetros de autoevaluación que permitan mantener conciencia en el individuo acerca de su estado de salud permitiéndole así conocer el momento en el que debe tomar acción en el control de sus hábitos alimenticios y prácticas saludables.

Una dificultad presente en la utilización de métodos precisos de autoevaluación radica en que las metodologías científicas son poco amigables y poco accesibles para el uso general de la población, pues necesitan cierto nivel de conocimiento básico sobre el tema, no obstante, el uso de herramientas tecnológicas permite contrarrestar esta dificultad por lo cual su uso se ha visto incrementado a la par del avance tecnológico. Por otra parte, en la última década, los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de las comunicaciones móviles y las redes inalámbricas, especialmente de los teléfonos inteligentes. La salud ha sido uno de los campos que ha utilizado estos nuevos dispositivos a través de las aplicaciones, para promover una alimentación saludable, la actividad física y el control del peso.

Como resultado del presente trabajo se logró el desarrollo de una aplicación que permite solventar la problemática detallada pues haciendo uso de la estadística se proporcionó ecuaciones que permitieron el desarrollo de una aplicación que automatiza la clasificación y

diagnóstico de problemas de salud en función a un indicador que no discrimina datos importantes como la edad, sexo y porcentaje de grasa corporal como lo hace el tradicional IMC calculado únicamente con la estatura y peso corporal, adicionalmente la herramienta propuesta permite su uso por una gran cantidad de la población dadas sus características de multiplataforma, fácil acceso e instalación, y bajo costo de adquisición, proveyendo a las personas de un indicador a su alcance que facilita su auto evaluación. Con ello se cumplen los objetivos planteados dejando las puertas abiertas para futuras mejoras a la presente propuesta como por ejemplo hacer uso de las actuales tecnologías de visión artificial para permitir que los smartphome realicen escaneos faciales para evaluar y añadir un nuevo indicador a la estimación del estado de salud del individuo, el mismo que automáticamente aparte de clasificar y dar un diagnóstico también recomiende un programa de dieta saludable y ejercicio adaptado a cada caso.

Con datos del Instituto de Censos y Estadísticas genera informes de Cuentas de Servicios de Salud presenta el gasto de consumo final de los hogares en productos de salud compuesto por: Productos farmacéuticos y médicos con el 41,9%; Servicios hospitalarios privado con el 16,8%; Servicios médicos ambulatorios privados el 11,7%; Aparatos médicos, quirúrgicos y aparatos ortopédicos el 7% entre los más significativos. Los hogares ecuatorianos por cada \$10 dólares destinados para los gastos en bienes y servicios de salud, destinan \$ 5,80 dólares.

Conclusiones.

- El índice de masa corporal (IMC) ha sido adoptado como estándar internacional para medir la adiposidad en hombres y mujeres, pero tiene la desventaja de que varía con la edad, el género y la maduración sexual; además de no diferenciar entre masa grasa y masa libre de grasa.
- El uso de la estadística en temas de salud se ha popularizado por su gran eficacia en la comprobación de hipótesis, análisis de probabilidades, obtención de modelos matemáticos y otros, en función a datos obtenidos de poblaciones seleccionadas para diversos estudios en donde se relaciona salud, hábitos alimenticios y diversos indicadores de salud.
- Se verifica que los participantes del estudio exhiben marcadas relaciones: entre el % Grasa y Riesgos para salud establecidos por la OMS, y entre el IMC y el sexo. Se constata mediante el modelo de regresión múltiple basada en los datos de los sujetos de estudio la ecuación que rige el sistema, facilitando realizar el seguimiento en posteriores controles que permitan establecer de forma sistemática, si es efectiva o no la acción tomada para prevenir a corto y mediano plazo un riesgo de salud.
- Es muy importante un autocontrol del peso, puesto que como se ha analizado deriva en diversas enfermedades, y el uso de una herramienta automatizada sería una buena opción de prevención. Otros factores predisponentes a estos problemas de salud, son los aspectos social y económico, distintos estudios han relacionado la obesidad con estos problemas, el poder adquisitivo condiciona la compra de alimentos suficientes y más saludables, esto unido a la educación y los criterios de selección y cocción de los alimentos, de forma similar con el bajo peso. Es importante conocer que los costos

que representa las enfermedades por no controlar el IMC son elevados. El país necesita tomar medidas con urgencia para mitigar este problema de salud pública.

Referencias bibliográficas.

- Álvarez, O. R., Cordero, C. G., & Vásquez, C. M. (2020). Prevalencia de sobrepeso y obesidad en estudiantes de la Escuela de Educación Básica “Dolores Sucre”, Azogues, Ecuador. *Revista Killkana Salud y Bienestar.*, 4(1), 1-6. doi:https://doi.org/10.26871/killkana_salud.v4i1.579
- Arguello-González, A., & Cruz-Arteaga, G. (2017). Autorregulación de hábitos alimenticios en médicos residentes de Medicina Familiar con sobrepeso u obesidad. *Atención Familiar*, 24(4), 160-164.
- Buenaño, M. H., Muyulema, A. J., Buenaño, B. E., & Pucha, M. P. (2017). Ergonomía y reumatología. De la prevención al tratamiento del síndrome del túnel carpiano. *Revista Cubana de Reumatología*, 19(3), 195-201.
- Carmenate, L., Moncada, F., & Borjas, E. (2014). *Manual de medidas antropométricas*. Heredia: Programa Salud, Trabajo y Ambiente en América Central (SALTRA), Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas de la Universidad Nacional (IRET-UNA).
- Castro, M. (2018). Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 29(3), 301-310. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rmcl.2018.12.002>
- Crispin, P., & Forwood, K. (2020). Near Infrared Spectroscopy in Anemia Detection and Management: A Systematic Review. *Transfusion Medicine Reviews*, e003. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tmr.2020.07.003>
- Deurenberg, P., Weststrate, J. A., & Seidel, J. C. (1991). Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex- specific prediction formulas. *British Journal of Nutrition*, 65(2), 105-114. doi:<https://doi.org/10.1079/BJN19910073>
- Dogbe, W., & Gil, J. M. (2019). Linking risk attitudes, time preferences, and body mass index in Catalonia. *Economics & Human Biology*, 35, 73-81. doi:José M. Gil
- Duran, I., Martakis, K., Rehberg, M., Stark, C., Schafmeyer, L., & Schönau, E. (2019). Reference Centiles for the Evaluation of Nutritional Status in Children using Body Fat Percentage, Fat Mass and Lean Body Mass Index. *Journal of Clinical Densitometry*, 7, e002. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jocd.2019.02.002>
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2019). *El Estado de la seguridad alimentaria, y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Freire, W. B., Ramírez, M. J., Belmont, P., Mendieta, M. J., Silva, M. K., Romero, N., . . . Monge, R. (2013). *RESUMEN EJECUTIVO. TOMO I. Encuesta Nacional de Salud*

- y *Nutrición del Ecuador*. Quito: ENSANUT-ECU 2011-2013 Ministerio de Salud Pública/Instituto Nacional de Estadística y Censos. Obtenido de ENSANUT-ECU 2011-2013:
https://www.paho.org/ecu/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=documentos-2014&alias=452-encuesta-nacional-de-salud-y-nutricion&Itemid=599
- González, B. F., Escoto, P. M., & Coral, C. J. (2017). *Estadística Aplicada en Psicología y Ciencias de la Salud*. México: El Manual Moderno S.A de C.V.
- Haregu, T. N., Nanayakkara, S., Carrington, M., & Kaye, D. (2020). Prevalence and correlates of normal body mass index central obesity among people with cardiovascular diseases in Australia. *Public Health*, *183*, 126-131. doi:<https://doi.org/10.1016/j.puhe.2020.03.013>
- INEC. (17 de Noviembre de 2017). *Sistema Estadístico Nacional*. (I. N. Estadística, Editor) Recuperado el 18 de Julio de 2020, de ecuadorencifras.gob.ec: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Sistema_Estadistico_Nacional/Planificacion_Estadistica/Plan_Nacional_de_De_sarrollo_2017_2021/Objetivos/Objetivo_1/1.34-FM-GDBS.pdf
- Kim, S., Uhm, J.-Y., Chae, D.-H., & Park, Y. (2020). Low Body Mass Index for Early Screening of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Comparison Based on Standardized Body Mass Index Classifications. *Asian Nursing Research*, *14*(1), 24-29. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anr.2019.12.003>
- Malo-Serrano, M., Castillo, N., & Pajita, D. (2017). La obesidad en el mundo. *Anales de la Facultad de Medicina*, *78*(2), 173-178. doi:<http://dx.doi.org/10.15381/anales.v78i2.13213>
- Mill, F. E., Cameno, C. V., Saúl, G. H., & Camí, L. M. (2019). Estimación del porcentaje de grasa corporal en función del índice de masa corporal y perímetro abdominal: fórmula Palafolls. *Medicina de Familia. SEMERGEN*, *45*(2), 101-108. doi:<https://doi.org/10.1016/j.semerg.2018.04.007>
- Montanero, F. J., & Minuesa, A. C. (2018). *Estadística básica para Ciencias de la Salud*. Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Morán, M. G., Vega, J. F., & Mora, C. R. (2018). Análisis de la relación entre el ingreso familiar mensual y el costo de la canasta básica en el Ecuador. Periodo 1982-2017. *Revista Espacios*, *39*(47), e36.
- Oliva-Peña, Y., Ordóñez-Luna, M., Santana-Carvajal, A., Andueza, G., & Gómez, I. (2017). Concordancia del IMC y la percepción de la imagen corporal en adolescentes de una localidad suburbana de Yucatán. *Revista Biomédica*, *27*, 49-60.
- OMS. (1 de 04 de 2020). *Desnutrición*. Obtenido de World Health Organization: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition>

- O'Súilleabháin, P. S., Sutin, A. R., & Gerstorff, D. (2020). Body mass index, waist circumference, and mortality risks over 27 years of follow-up in old age. *Annals of Epidemiology*, *46*, 20-23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.annepidem.2020.04.008>
- Quintana-Guzmán, E. M., Salas-Chaves, M. P., & Cartín-Brenes, M. (2014). Índice de masa corporal y composición corporal con deuterio en niños costarricenses. *Acta Pediátrica de México*, *35*, 179-189.
- Salamea, R. M., Fernández, J. C., & Gonzáles, M. A. (2019). Obesidad, sobrepeso e insatisfacción corporal en estudiantes universitarios. *Espacios*, *40*(36), 1-9.
- Sánchez, M., Ochoa, S., Toledo, E., & Ordóñez, J. (2020). The relevance of Index of Sustainable Economic Wellbeing. Case study of Ecuador. *Environmental and Sustainability Indicators*, *6*, e100037. doi:<https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100037>
- Staibano, P., Perelman, I., Lombardi, J., Davis, A., Tinmouth, A., Carrier, M., . . . Saldenberg, E. (2019). Patient-Centered Outcomes in the Management of Anemia: A Scoping Review. *Transfusion Medicine Reviews*, *33*(1), 7-11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tmr.2018.07.001>
- Suárez-Carmona, W., Sánchez-Oliver, A. J., & González-Jurado, J. A. (2017). Fisiopatología de la obesidad: Perspectiva actual. (R. C. nutrición, Ed.) *Revista chilena de nutrición*, *44*(3), 226 -233. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182017000300226>
- Tarupi, W., Lepage, Y., Felix, M. L., Monnier, C., Hauspie, R., Roelants, M., . . . Vercauteren, M. (2020). Growth references for weight, height, and body mass index for Ecuadorian children and adolescents aged 5-19 years. *Arch Argent Pediatr*, *118*(2), 117-124.
- Teixeira, P. A., Couto, C. C., Monteiro, C. A., & Fonseca, F. C. (2018). Obesidade Infantil: análises antropométricas, bioquímicas, alimentares e estilo de vida. *Revista Cuidarte*, *9*(3), 1-13. doi:<http://dx.doi.org/10.15649/cuidarte.v9i3.575>
- Urquiza-Tenesaca, B., & Muyulema-Allaica, J. C. (2019). Inmigración y Estado de bienestar. Una aproximación al caso ecuatoriano. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, *VI*(2 Art. 43), 1-29. doi:<https://doi.org/10.46377/dilemas.v22i2.600>
- Villatoro-Villar, M., Mendiola-Fernández, R., Alcaráz-Castillo, X., & Mondragón-Ramírez, G. K. (2015). Correlación del índice de masa corporal y el porcentaje de grasa corporal en la evaluación del sobrepeso y la obesidad. *Rev Sanid Milit Mex.*, *69*, 568-78.
- World Health Organization, (. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic*. Geneva: Report of a WHO Consultation (WHO Technical Report Series 894).

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Guananga Díaz, N. I., Guananga Díaz, F. R., García Ríos, C. A., & Guerrero Rivera, A. W. (2020). Automatización del diagnóstico de índice de masa corporal (IMC) y sus factores de riesgo para la salud. Evaluación antropométrica en universitarios. *ConcienciaDigital*, 3(3.1), 189-211. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1.1380>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

