

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Comodidad en el aula: Retos en la aplicación de antropometría en el diseño de mobiliario preescolar.**

**Sistematización de experiencias prácticas de investigación y/o intervención**

**Wendy Liseth Guerrero Fernandez  
María Belén Yajamín Guañuna**

**Ingeniería Industrial**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniero Industrial

Quito, 19 de mayo de 2017

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO CIENCIAS E INGENIERÍAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Comodidad en el aula: Retos en la aplicación de antropometría en el diseño  
de mobiliario preescolar.**

**Wendy Liseth Guerrero Fernandez**

**María Belén Yajamín Guañuna**

Calificación:

Ximena Córdova, Ph.D.

Firma del profesor

---

Quito, 19 de mayo de 2017

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Wendy Liseth Guerrero Fernandez

Código: 00109005

Cédula de Identidad: 1720156098

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: María Belén Yajamín Guañuna

Código: 00106185

Cédula de Identidad: 1719116442

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2017

## RESUMEN

La población de niños y niñas 2 a 5 años del Ecuador, que se encuentran registrados en el periodo de Educación Inicial no cuenta con estudios antropométricos para el desarrollo de mobiliario preescolar. El objetivo de este estudio fue elaborar una tabla antropométrica mediante un análisis comparativo dentro de la misma población para establecer si se debía desarrollar una tabla antropométrica mixta o combinada, además, de un análisis del calce del mobiliario actual. Se tomaron 12 medidas antropométricas a cada niño/a de un tamaño de muestra de 400 niños/as de Centros Públicos y 400 niños/as de Centros Privados del Distrito Metropolitano de Quito. Para el análisis comparativo se plantearon dos hipótesis, la primera: si existe diferencia entre las medidas de los niños y las niñas, y la segunda: si existe diferencia entre las medidas de los niños y niñas de Centros públicos y Centros privados. El resultado fue que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medidas de niños y niñas. Sin embargo, sí se encontró diferencia significativa entre las medidas de los niños/as de Centros públicos y privados, por lo que se realizó una tabla antropométrica mixta. En cuanto, al calce del mobiliario se encontró que el mobiliario que usan actualmente los niños/as no es el correcto ya que las dimensiones utilizadas en la construcción corresponden a otra población de niños/as.

Palabras clave: Antropometría, Ergonomía, Mobiliario, Preescolar, Calce.

## ABSTRACT

Children's population between two and five years old in Ecuador, who are registered in the period of initial education, do not have anthropometric evaluations in order to develop appropriate school furniture. The aim of this study was to elaborate an anthropometric table through a comparative analysis inside the population of study, in order to establish whether a mixed or a combined anthropometric table was in need of development, besides an anthropometric fitting trial for current furniture utilized. Hence, twelve anthropometric measurements were obtained from a population sample of 400 children from public schools and 400 children from private schools from Distrito Metropolitano de Quito. Two hypotheses were tested in the comparative analysis. First, If there were differences between the measurements from girls and boys; and second, differences between the measurements from children of public and private centers were analyzed. The results showed no significant statistical differences between boys and girls; however, there was a significant difference between the measurements of kids from private and public centers; as a result, a mixed anthropometric table was developed. Additionally, in terms of furniture fitting, the results showed the current furniture applied for the children from the sample, does not belong to the population, it is not suitable due to the dimensions applied in the manufacturing process belong to another population of children.

*Key words:* Anthropometry, Ergonomics, Furniture, Preschool, Fit.

## TABLA DE CONTENIDO

Resumen .....	1
Abstract.....	1
<b>1. Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>Situación en Latinoamérica.....</b>	<b>2</b>
<b>Situación Actual en Ecuador.....</b>	<b>4</b>
<b>Antropometría.....</b>	<b>4</b>
<b>Diseñar para poblaciones especiales.....</b>	<b>5</b>
<b>Diferencias entre escuelas públicas y privadas.....</b>	<b>5</b>
<b>Muestra.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Justificación.....</b>	<b>6</b>
<b>3. Enunciado del problema.....</b>	<b>6</b>
<b>4. Objetivos del estudio.....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. Objetivo General.....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>7</b>
<b>5. Población objetivo.....</b>	<b>7</b>
<b>6. Metodología.....</b>	<b>7</b>
<b>6.1. Población y muestreo.....</b>	<b>7</b>
<b>Análisis demográfico de niños y niñas de 2 a 5 años en Ecuador.....</b>	<b>7</b>
<b>6.2. Hipótesis sobre la Población objetivo.....</b>	<b>8</b>
<b>Primera Hipótesis.....</b>	<b>9</b>
<b>Segunda Hipótesis.....</b>	<b>9</b>
<b>6.3. Tamaño de Muestra.....</b>	<b>9</b>
<b>Cálculo del tamaño de muestra para subpoblaciones de niños y niñas.....</b>	<b>9</b>
<b>Cálculo del tamaño de muestra para subpoblaciones de Centros Públicos y Centros Privados.....</b>	<b>9</b>
<b>6.4. Método de muestreo.....</b>	<b>10</b>
<b>Muestreo Estratificado.....</b>	<b>10</b>
<b>Afijación de la muestra.....</b>	<b>10</b>
<b>La muestra.....</b>	<b>11</b>
<b>Si existe diferencia entre niños y niñas:.....</b>	<b>11</b>
<b>Si existe diferencia entre Centros Públicos y Centros Privados.....</b>	<b>11</b>
<b>6.5. Instrumentos de Medición.....</b>	<b>12</b>
<b>6.6. Mediciones antropométricas.....</b>	<b>12</b>
<b>6.7. Metodología de la toma de las medidas antropométricas.....</b>	<b>13</b>
<b>Directrices Generales para Medir.....</b>	<b>13</b>
<b>Hora para la toma de datos.....</b>	<b>13</b>

Repetibilidad y reproducibilidad .....	13
Diagrama de flujo de la selección de Centros de Educación Inicial .....	14
Percentiles recomendados para la elaboración de mobiliario preescolar .....	15
<b>6.8. Estadísticas Antropométricas .....</b>	<b>17</b>
Parámetros .....	17
Normalidad .....	17
Prueba de Normalidad.....	17
Prueba de hipótesis.....	17
Percentiles .....	17
Percentiles para poblaciones mixtas o combinadas .....	18
Z-score .....	18
<b>7. Análisis y resultados .....</b>	<b>19</b>
Pruebas de Normalidad .....	19
Primera Hipótesis .....	19
Segunda Hipótesis .....	20
Percentiles .....	21
Evaluación de la población acomodada .....	22
<b>8. Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>24</b>
<b>9. Referencias .....</b>	<b>25</b>
<b>10. Anexos .....</b>	<b>27</b>
Anexo 1: Evolución de estudiantes de Educación Inicial en el sistema fiscal .....	27
Anexo 2: Objetivos específicos .....	27
Anexo 3: Distritos educativos del cantón Quito.....	29
Anexo 4: Ficha antropométrica .....	29
Anexo 5: Mediciones antropométricas seleccionadas .....	30
Anexo 6: Resultados de las Pruebas de Welch de la primera hipótesis .....	31
Anexo 7: Resultados de las Pruebas de Welch de la segunda hipótesis. ....	33

# **Comodidad en el aula: Retos en la aplicación de antropometría en el diseño de mobiliario preescolar.**

**Wendy Guerrero**  
**Universidad San Francisco de Quito**  
**Quito-Ecuador**

**María Belén Yajamín**  
**Universidad San Francisco de Quito**  
**Quito-Ecuador**

**Ximena Córdova, Ph.D.**  
**Universidad San Francisco de Quito**  
**Quito-Ecuador**

## **Resumen**

La población de niños y niñas 2 a 5 años del Ecuador, que se encuentran registrados en el periodo de Educación Inicial no cuenta con estudios antropométricos para el desarrollo de mobiliario preescolar. El objetivo de este estudio fue elaborar una tabla antropométrica mediante un análisis comparativo dentro de la misma población para establecer si se debía desarrollar una tabla antropométrica mixta o combinada, además, de un análisis del calce del mobiliario actual. Se tomaron 12 medidas antropométricas a cada niño/a de un tamaño de muestra de 400 niños/as de Centros Públicos y 400 niños/as de Centros Privados del Distrito Metropolitano de Quito. Para el análisis comparativo se plantearon dos hipótesis, la primera: si existe diferencia entre las medidas de los niños y las niñas, y la segunda: si existe diferencia entre las medidas de los niños y niñas de Centros públicos y Centros privados. El resultado fue que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medidas de niños y niñas. Sin embargo, sí se encontró diferencia significativa entre las medidas de los niños/as de Centros públicos y privados, por lo que se realizó una tabla antropométrica mixta. En cuanto, al calce del mobiliario se encontró que el mobiliario que usan actualmente los niños/as no es el correcto ya que las dimensiones utilizadas en la construcción corresponden a otra población de niños/as.

## **Abstract**

Children's population between two and five years old in Ecuador, who are registered in the period of initial education, do not have anthropometric evaluations in order to develop appropriate school furniture. The aim of this study was to elaborate an anthropometric table through a comparative analysis inside the population of study, in order to establish whether a mixed or a combined anthropometric table was in need of development, besides an anthropometric fitting trial for current furniture utilized. Hence, twelve anthropometric measurements were obtained from a population sample of 400 children from public schools and 400 children from private schools from Distrito Metropolitano de Quito. Two hypotheses were tested in the comparative analysis. First, If there were differences between the measurements from girls and boys; and second, differences between the measurements from children of public and private centers were analyzed. The results showed no significant statistical differences between boys and girls; however, there was a significant difference between the measurements of kids from private and public centers; as a result, a mixed anthropometric table was developed. Additionally, in terms of furniture fitting, the results showed the current furniture applied for the children from the sample, does not belong to the population, it is not suitable due to the dimensions applied in the manufacturing process belong to another population of children.

**Palabras clave:** Antropometría, Ergonomía, Mobiliario, Preescolar, Calce.

**Key words:** Anthropometry, Ergonomics, Furniture, Preschool, Fit.

## **1. Introducción**

A lo largo de este estudio se habla de niños como representación de los niños y niñas de 2 a 5 años para quienes se elaboró la tabla antropométrica para el diseño de mobiliario escolar en el Distrito Metropolitano de Quito.

Este estudio se enfocó en la realización de una tabla antropométrica para el desarrollo de mobiliario para niños del periodo de educación inicial en la ciudad de Quito, Ecuador. Según una investigación previa de revisión literaria realizada en la Subsecretaría de Educación, actualmente no existen estudios antropométricos para la elaboración de mobiliario para niños y niñas de este periodo escolar ya que únicamente se tienen datos antropométricos del peso, talla, IMC y perímetro cefálico (Ministerio de Salud pública, 2011). En un estudio literario realizado en Latinoamérica, mostró que en Ecuador se elaboran algunos proyectos de diseño de espacios para educación inicial utilizando medidas antropométricas de otros países como Chile (M. Sánchez & T. Velasco, 2015).

Para el desarrollo de esta tabla antropométrica se plantearon dos hipótesis, según lo que se pudo observar en la población objetivo y la literatura. La primera hipótesis fue: si existe una diferencia estadística entre las diferentes medidas antropométricas de niños y niñas en la etapa preescolar. La segunda hipótesis planteada fue: si existe diferencia estadística entre las medidas antropométricas de los niños de Centros Públicos y Centros Privados en la etapa preescolar. Para probar ambas hipótesis se utilizó pruebas-t para diferencia de dos muestras.

### **Situación en Latinoamérica**

Según la investigación literaria realizada sobre el estado actual de los estudios antropométricos para desarrollo de sillas y mesas para niños de 2 a 5 años, en la mayoría de países de Latinoamérica no se encontraron tablas antropométricas al igual que en Ecuador. Se encontró que algunos países como Ecuador, Colombia, Chile y México cuentan con normas para desarrollo de mobiliario escolar y en estas se detallan las dimensiones que debe tener el mobiliario (INIFECH, 2012) (ICONTEC, 2011). En la única norma que se encontró que se utilizó un estudio antropométrico para definir las medidas del mobiliario es en la "Guía de Recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Escolar" desarrollada por el Ministerio de Educación de Chile junto la UNESCO y que fue publicada en el 2001, la cual usa medidas antropométricas tomadas en 1997 (UNESCO, 2001). Además, se encontró que, en Ecuador, se encuentra vigente la Norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) 2583:2011, que determina las medidas del mobiliario escolar usado en Ecuador, así como las características en cuanto a materiales y colores para de diseño (INEN, 2011). Además, el Ministerio de Educación del Ecuador cuenta con una ficha técnica del mobiliario preescolar en el que se detallan las medidas del mobiliario (Ministerio de Educación, 2016).

A continuación, en la Tabla 1 y 2 se presenta una comparación de las dimensiones usadas para la construcción de mobiliario preescolar de Latinoamérica y Ecuador:

**Tabla 1**

Comparación de medidas utilizadas para el desarrollo de sillas

<b>Medida</b>	<b>Ministerio de Educación del Ecuador (Ministerio de Educación, 2016)</b>	<b>NTE INEN 2583:2011 Norma para escolares de 6 años. (INEN, 2011)</b>	<b>Guía chilena de diseño de mobiliario escolar. (UNESCO, 2001)</b>	<b>Norma Técnica Colombiana NTC 4641. (ICONTEC, 2011)</b>	<b>Instituto de infraestructura física educativa del estado de Chiapas, México. (INIFECH, 2012)</b>
<b>Altura superficie asiento</b>	30 cm	30 cm	30 cm	30 cm	27,6 cm
<b>Profundidad silla</b>	26 cm	24 cm	27 cm	29,5 cm	37 cm
<b>Ancho de la silla</b>	30 cm	34 cm	32 cm	32 cm	37,6 cm
<b>Altura espaldar</b>	30 cm	25 cm	25 cm	24 cm	24,9 cm

*Nota:* Elaboración propia**Tabla 2**

Comparación de medidas utilizadas para el desarrollo de mesas

<b>Medida</b>	<b>Ministerio de Educación del Ecuador (Ministerio de Educación, 2016)</b>	<b>NTE INEN 2583:2011 Norma para escolares de 6 años. (INEN, 2011)</b>	<b>Guía chilena de diseño de mobiliario escolar. (UNESCO, 2001)</b>	<b>Norma Técnica Colombiana NTC 4641. (ICONTEC, 2011)</b>	<b>Instituto de infraestructura física educativa del estado de Chiapas, México. (INIFECH, 2012)</b>
<b>Altura superficie mesa</b>	48,2 cm	51 cm	51 cm	52 cm	55 cm
<b>Altura espacio para miembros inferiores</b>	40,02 cm	-	-	41 cm	-
<b>Dimensiones tablero</b>	58cm x 58cm	65cm x 48cm x 47cm	60cm x 60 cm	60 x 60 cm	55cm x 50
<b>Ancho espacio para miembros inferiores</b>	40 cm	47 cm	50 cm	44 cm	-

*Nota:* Elaboración propia

En las Tablas 1 y 2, para el caso del Ecuador, se puede observar que existen diferencias en las medidas usadas por el Ministerio de Educación del Ecuador y las medidas que establece el INEN. Sin embargo, las medidas del INEN son para niños de 6 años en adelante mientras que las del Ministerio son para edades entre 2 a 5 años.

En cuanto, a tablas antropométricas adecuadas para el desarrollo de mobiliario preescolar, se encontró un estudio desarrollado por estudiantes de la Universidad Mayor de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en el 2013, donde se midieron 2338 niños desde los 3 meses a 6 años de edad (Rojas, Almagià y Ilardi, 2013). Además, se encontró un estudio realizado en la zona metropolitana de Guadalajara, México, donde se tomó una muestra de 229 niñas y 351 niños, y se realizaron 50 mediciones antropométricas. Esta la tabla se encuentra dividida en: posición parado, posición sentado, edades, percentiles y zonas del cuerpo y se encuentra en el libro Mediciones antropométricas: Población latinoamericana, publicado por la Universidad de Guadalajara en el periodo de 1993-1999 (Ávila, 2007).

### **Situación Actual en Ecuador**

Se acudió a la Subsecretaría de Educación del Distrito Metropolitano de Quito y, mediante conversaciones con el personal de la Subsecretaría, se pudo determinar que no se cuenta con tablas antropométricas para la población de niños y niñas de 2 a 5 años en el país. Además, mediante una revisión literaria de estudios antropométricos realizados en Ecuador, se encontró que el Ministerio de Salud Pública cuenta con datos antropométricos únicamente de peso, talla, IMC y perímetro cefálico para los niños y niñas de 2 a 5 años (Ministerio de Salud pública, 2011).

En Ecuador, el Ministerio de Educación reconoce a la Educación Inicial como un periodo de vital importancia para los niños ya que se considera que este periodo tendrá influencia a lo largo de toda la vida de los niños y niñas. El Ministerio, además, establece que la Educación Inicial se divide en dos periodos: Inicial 1 que comprende a los niños de 0 a 3 años e Inicial 2 que abarca a los niños de 3 a 5 años (Ministerio de Educación, 2015). Por lo que, el Ministerio ha implementado varios programas para fomentar la incursión de los niños y niñas hacia este periodo educativo. De manera que, en años recientes, se produjo un crecimiento del número de estudiantes inscritos en el periodo de Educación Inicial en el sistema fiscal, como se puede observar en el Anexo 1 (Ministerio de Educación, 2014).

Se realizó un análisis del tiempo que los niños y niñas usan el mobiliario escolar, es decir, el tiempo que pasan sentados. Por lo que, se usó el cronograma de actividades que el Ministerio de Educación recomienda a los Centros que cuenten con Educación Inicial. En este cronograma se detalla las actividades que los niños deben realizar a lo largo de la jornada escolar (Ministerio de Educación, 2015). Para Inicial 1, se tiene una jornada de 8 horas, de la cual los niños pasan sentados el 55% del tiempo. Para Inicial 2, se tiene una jornada de 5 horas, de la cual los niños pasan sentados el 60% del tiempo. Tanto en Inicial 1 como en Inicial 2, los niños pasan más del 50% de tiempo sentados y el asiento debe cumplir con las siguientes características: comodidad de la silla durante un periodo de tiempo, fisiológicamente satisfactorio, y apropiado para la tarea o actividad que se va a realizar (Mondelo, 2013). Como se mencionó anteriormente, no existen estudios antropométricos en base a los cuales se puede desarrollar mobiliario preescolar adecuado, lo que puede causar problemas de ajuste ya que se dispone de un mobiliario de tamaño único que obliga a los extremos de la población de niños a asumir posturas incómodas largos períodos de tiempo que pueden desembocar en problemas como la acumulación de fatiga física y pérdida de atención, que resultan en una experiencia negativa en sus asistencia a clases (Márquez, 2007). Además, los estudiantes en los periodos de escolarización, se encuentran en constante crecimiento por lo que el mobiliario debería ser desarrollado en base sus características antropométricas ya que, por la continua adaptación de posturas incorrectas, en esta etapa de escolarización, se pueden acarrear varios trastornos musculoesqueléticos a futuro (Márquez, 2007).

### **Antropometría**

Para definir antropometría, primero se debe conocer qué es ergonomía. En el ámbito ocupacional, que es el más relacionado este estudio, ergonomía se define como el diseño del lugar de trabajo tomando en consideración a la persona tanto, en su fisiología como en sus capacidades físicas y psicológicas (Fernández y Marley, 2007). Por lo tanto, la antropometría es una rama de la ergonomía que se enfoca en las ciencias humanas, mediante las medidas de tamaño, forma, fuerza, y capacidad de trabajo del cuerpo humano (Pheasant, 2003). Según Pedro Mondelo en su libro "Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo", la antropometría es la ciencia que se dedica al estudio de las dimensiones del cuerpo humano con fines antropológicos, médicos, deportivos, para el diseño de sistemas de los que forman parte personas (Mondelo, 2013). Para el diseño de un puesto de trabajo, los datos antropométricos de una población pueden tener las siguientes aplicaciones (Fernández y Marley, 2007):

- Diseño para el individuo: se usa las dimensiones exactas de un individuo que usa el puesto de trabajo. Este diseño es muy costoso.
- Diseño para un rango ajustable: se diseña para un rango de la población. Este diseño se hace cuando hay varios usuarios en un puesto de trabajo y se debe acomodar a la mayor parte de esa población.
- Diseño para los extremos de la población: este diseño se usa cuando existe un uso y propósito del elemento en cuestión.
- Diseño para el promedio de la población: este diseño se realiza cuando se trata de instalaciones públicas, pero no es recomendado para un uso por largo tiempo.

En el caso de este estudio, la antropometría se usó desarrollar una tabla antropométrica para niños de 2 a 5 años para el diseño de mobiliario preescolar, por lo que el diseño debe ser para un rango ajustable debido a que el mobiliario es usado por un gran número de niños y niñas, y también, será usado por un largo periodo de tiempo.

Se debe tener en cuenta que los datos antropométricos muestran una variabilidad considerable debida a las siguientes fuentes:

**Variabilidad en las mediciones:** debida a la muestra seleccionada, los instrumentos y registros de los datos. Depende del cuidado de los experimentadores. (Kroemer, 2001).

**Variabilidad intraindividual:** el tamaño de un segmento del cuerpo de una persona varía a lo largo de su vida, esto depende de la nutrición, ejercicio físico y estado de salud. En la niñez y adolescencia la longitud del cuerpo varía rápidamente. (Kroemer, 2001).

**Variabilidad interindividual:** las mediciones de los sujetos varían de una a otro en la misma medición antropométrica. La mayoría de los estudios antropométricos son transaccionales, que significa que se toman mediciones de diferentes géneros, edades, nutrición y complejidad, y estos se incluyen en la muestra poblacional. (Kroemer, 2001).

**Variabilidad secular:** existe evidencia que las personas de estos tiempos son en promedio más grandes que las personas de la antigüedad. (Kroemer, 2001).

### **Diseñar para poblaciones especiales**

Actualmente, es usual diseñar para una población adulta en un rango de 20 a 50 años ya que son las más solicitadas por la industria. Pero existe otros grupos interesantes como los niños que requieren una atención ergonómica especial (Kroemer, 2001). Por esta razón se debe tener en cuenta los siguientes factores:

- El periodo entre el nacimiento y la adolescencia, se caracteriza por cambios sustanciales en las dimensiones del cuerpo. Estos cambios en el tiempo son diferentes entre los individuos y no están únicamente relacionados al factor genético, también se relaciona a las variables del entorno. No hay niñas o niños típicos. (Kroemer, 2001).
- La tasa de crecimiento por lo general es rápida durante la infancia, existen estudios que indican que durante este periodo las niñas tienden a desarrollarse un poco más rápido que los niños hasta la etapa en la que termina la pubertad. La pubertad en los niños empieza alrededor de los 11 años mientras que en las niñas empieza alrededor de los 9 años. (Kroemer, 2001).
- Las mediciones antropométricas se complican en la infancia temprana, esto se debe a que los niños no prestan atención y no siguen fácilmente las instrucciones que se les da. Por este motivo se debe tener especial cuidado al momento de tomar las mediciones. (Kroemer, 2001).

Por lo tanto, no se hacen diseños especiales para hombre o mujeres debido a que la literatura indica que no existen características específicas de género que justifiquen el diseño de una estación de trabajo exclusiva para cada género. Los rangos adecuadamente ajustados deben ajustarse a mujeres y hombres (Kroemer, 2001).

### **Diferencias entre escuelas públicas y privadas**

Para establecer que pueden existir diferencias en las medidas antropométricas entre los niños de 2 a 5 años entre centros públicos y privados, primero se realizó una investigación acerca del nivel socioeconómico que tiene Ecuador. Según el INEC, Instituto Nacional de Estadística y Censos de Ecuador, el 83,3% de los hogares

ecuatorianos pertenecen a un nivel medio-bajo. Este nivel correspondiente a los estratos más bajos determinados por el INEC y dentro de estos en el estrato C- se encuentra aproximadamente un 49% de la población ecuatoriana (INEC, 2011). Este estrato es caracterizado por: el 9% utiliza internet, el 9% ha leído un libro en los últimos tres meses, el jefe de hogar tiene una instrucción primaria completa y desempeñan como trabajadores de servicios, comerciantes y operarios y la cobertura de seguridad social es del 48,6% (El Telégrafo, 2011).

Además, la mayor parte de la población es de nivel socioeconómico medio-bajo, el INEC establece que el 74,2% de la población estudia en establecimientos públicos. Por lo que, se puede asumir que la mayor parte de los niños que asisten a establecimientos públicos, son de nivel socioeconómico medio-bajo (INEC, 2010).

Entonces, se podría pensar que existe una diferencia entre los estudiantes que asisten a Centros Públicos y los que asisten a Centros Privados.

## **Muestra**

Para establecer los Centros a los que se acudió, se tuvo que considerar el nuevo modelo de gestión educativa propuesto en el 2013 que se encuentra implementado en todo el Ecuador. Este modelo divide al territorio ecuatoriano en 9 "Zonas Educativas" que disponen de subsecretarías centralizadas en Guayaquil y Quito. El Ministerio de Educación del Ecuador presenta datos estadísticos a nivel nacional de todo el sistema educativo, que está a cargo del Archivo Maestro de Instituciones Educativas (AMIE). El AMIE tiene información de los establecimientos públicos y privados sobre estudiantes, profesores, infraestructura, y otros, también recolecta información de cada plantel educativo desde educación inicial hasta bachillerato y todos estos datos son agrupados por periodos educativos (Ministerio de Educación, 2013).

Para realizar el estudio de la población se utilizó los Registros Administrativos finales 2014-2015, que son los más actualizados que se pudieron obtener. En base a esto, se definió la población objetivo como: los niños de 2 a 5 años que se encuentran cursando el periodo de educación inicial en instituciones públicas y privadas en el Distrito Metropolitano de Quito, correspondiente a la zona 9, la cual se encuentra dividida en 9 distritos educativos (Ministerio de Educación, 2013). Según los Registros Administrativos 2014-2015 de Quito, existen 88.597 niños de los cuales 49.6% son niñas y 50.3% son niños; de estos el 64.2% se encuentran en Centros Públicos y el 35.7% en Centros Privados. Mediante, un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional, se asignó un peso a cada distrito en función del número de niños que posee y la proporción de niños en escuelas públicas y privadas. Con lo que se obtuvo, un tamaño de muestra mínimo calculado para esta población, que se consideró como infinita, y fue de 384 niños y 384 niñas basándose en la primera hipótesis de diferencias entre niños y niñas. Pero al momento de hacer las pruebas de hipótesis se pudo comprobar que no existe diferencia significativa entre niños y niñas se replanteó el muestreo a 384 niños de centros públicos y 384 niños de centros privados ya que se comprobó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre las mediciones de niños de Centros Públicos y Centros Privados. Para facilitar el muestro se decidió redondear la muestra a 400 niños de Centros Públicos y 400 niños de Centros Privados.

## **2. Justificación**

El presente estudio es el resultado de un proyecto desarrollado en la Universidad San Francisco de Quito en el 2015 por Wendy Guerrero, María Belén Yajamín y Benigno Malo, llamado "Desarrollo de una silla innovadora para niños de 2 a 5 años". En este análisis se encontró que no existen estudios antropométricos para la elaboración de mobiliario preescolar en Ecuador, por lo que el mobiliario que actualmente se usa podrían no ser el apropiado para esta población.

## **3. Enunciado del problema**

En Ecuador, actualmente no existen estudios antropométricos para el desarrollo de mobiliario preescolar de niños de 2 a 5 años, por lo que se usan tablas antropométricas de otros países. Se debe tener en cuenta, que el uso de una tabla antropométrica equivocada para el diseño de mobiliario preescolar puede tener implicaciones negativas en la salud a largo plazo y en el rendimiento escolar de los estudiantes (Mondelo, 2013).

## **4. Objetivos del estudio**

### **4.1. Objetivo General**

Elaborar una tabla antropométrica para niños de 2 a 5 años que podrá ser usada para el desarrollo de mobiliario preescolar en el Distrito Metropolitano de Quito de Centros educativos Públicos y Centros Privados, realizando 12 mediciones antropométricas y para realizar un análisis del calce del mobiliario actual.

### **4.2. Objetivos específicos**

- Realizar una revisión de literatura de análisis antropométrico para mobiliario de niños y niñas que se encuentre en periodo de educación inicial para conocer el estado actual.
- Identificar el tamaño de muestra de la población de niños de 2 a 5 años del Distrito Metropolitano de Quito y el tipo de muestreo a realizar para la posterior toma de las medidas antropométricas.
- Determinar las medidas antropométricas relevantes para el estudio y la metodología a utilizar para el levantamiento de información adecuado para este grupo poblacional.
- Tomar las medidas antropométricas establecidas para el estudio a la muestra poblacional, mediante la metodología definida.
- Realizar un análisis estadístico para establecer si existe diferencia entre los niños y niñas o entre centros públicos y privados para determinar si se debe elaborar una tabla mixta o combinada, y realizar el análisis del calce del mobiliario actual.
- Elaborar la tabla antropométrica mixta o combinada en base a las mediciones obtenidas de la muestra representativa de la población de niños de 2 a 5 años del Distrito Metropolitano de Quito.

Las metas y actividades de cada objetivo específico se encuentran detalladas en el Anexo 2.

## **5. Población objetivo**

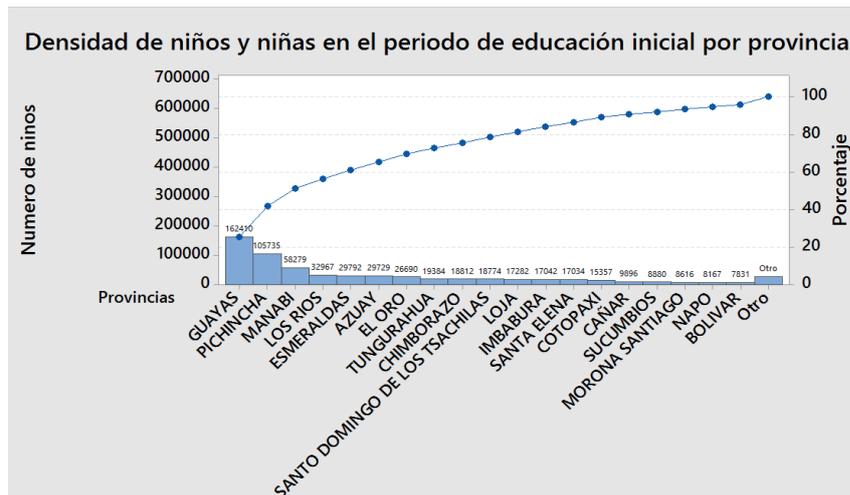
La población objetivo es la de niños y niñas de 2 a 5 años que se encuentren registrados en Centros de Educación Inicial públicos y privados en el Distrito Metropolitano de Quito.

## **6. Metodología**

### **6.1. Población y muestreo**

#### **Análisis demográfico de niños y niñas de 2 a 5 años en Ecuador.**

Según los registros administrativos del Ministerio de Educación del Ecuador en el periodo lectivo 2014-2015 se registraron 639855 estudiantes de Educación Inicial, de los cuales 317.508 son niñas y 322.347 son niños; de los cuales 497 670 pertenecen a Centros de educación públicos y 142.185 a Centros de educación privados (Ministerio de Educación, 2015). Estos se encuentran distribuidos en 25 provincias. En la Figura 1, se presenta la densidad poblacional de niños y niñas de 2 a 5 años en cada provincia. La provincia del Guayas y Pichincha acumulan el 40% de la población objetivo. (Ministerio de Educación, 2015)

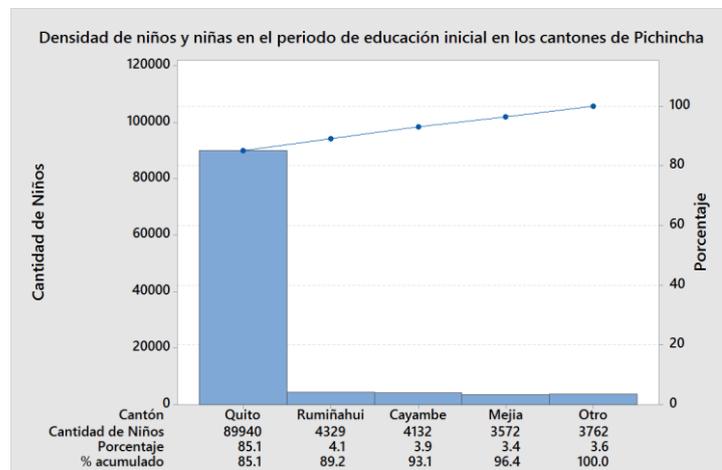


**Figura 1**

Diagrama de Pareto de la densidad de niños y niñas en el periodo de educación inicial por provincia.

Por conveniencia del proyecto, se seleccionó la provincia de Pichincha para realizar el muestreo.

En la Figura 2, se realizó un Pareto de la población de niños de Educación Inicial en la provincia de Pichincha agrupándolos en cantones.



**Figura 3**

Diagrama de Pareto de la densidad de niños en el periodo de educación inicial en los cantones de Pichincha.

Como se puede observar, el cantón de Quito acumula el 85.1% de la población objetivo en Pichincha, por lo cual se decidió elaborar el muestreo en este cantón.

Se debe tener en cuenta que, de acuerdo al nuevo Modelo de Gestión Educativa del Ecuador, se divide al país en 9 Zonas Educativas, cada zona se divide en Distritos Educativos los cuales están conformados por un grupo de parroquias. Cada Distrito Educativo tiene una Dirección Distrital la cual es la responsable de todas las instituciones educativas del distrito. El cantón Quito, corresponde a la Zona 9, está dividido en 65 parroquias las cuales están concentradas en 9 Distritos Educativos como se muestra en el Anexo 3 (Ministerio de Educación, 2015).

## 6.2. Hipótesis sobre la Población objetivo

En base a la literatura revisada y la observación, se plantearon dos hipótesis acerca de la población objetivo.

### Primera Hipótesis

Se planteó comprobar si existe una diferencia entre las medidas antropométricas de los niños y las niñas en cada una de las 12 medidas antropométricas. Para lo cual se utilizó la siguiente prueba de hipótesis:

$$\begin{aligned}H_0: \mu_i \text{ de las niñas} &= \mu_i \text{ de los niños} \\H_1: \mu_i \text{ de las niñas} &\neq \mu_i \text{ de los niños}\end{aligned}$$

Donde  $\mu_i$  corresponde la media de cada una de las  $i=1, \dots, 12$  mediciones.

### Segunda Hipótesis

Se planteó comprobar si existe una diferencia entre las medidas antropométricas de los niños Centros Públicos y los niños Centros Privados en cada una de las 12 mediciones antropométricas. Para lo cual se utilizó la siguiente prueba de hipótesis:

$$\begin{aligned}H_0: \mu_i \text{ de los niños de C. públicos} &= \mu_i \text{ de los niños de los C. privados} \\H_1: \mu_i \text{ de los niños de C. públicos} &\neq \mu_i \text{ de los niños de los C. privados}\end{aligned}$$

Donde  $\mu_i$  corresponde la media de cada una de las  $i=1, \dots, 12$  mediciones.

## 6.3. Tamaño de Muestra

La población objetivo fueron los niños de los Centros de Educación Inicial del Distrito Metropolitano de Quito que consta de 88.597 niños; de los cuales 64.2% se encuentran Centros Públicos y el 35.7% en Centros Privados (Ministerio de Educación, 2015).

Para calcular el tamaño de muestra del estudio se utilizó la fórmula para una población infinita ya que se tiene una población objetivo mayor 10000 unidades (Montgomery, 2010). Se utilizó un nivel de confianza del 95% y un error de precisión, E, del 5% (Montgomery, 2002). La ecuación utilizada fue la siguiente (Montgomery, 2010):

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}}{E}^2 p(1 - p) \quad (1)$$

Donde:

$n$  es el tamaño de muestra,  $p$  la prevalencia esperada del parámetro estimado ( $p = 0.5$ ), la prevalencia esperada del parámetro que no se estima ( $1-p = 0.5$ ) (Montgomery, 2010).

### Cálculo del tamaño de muestra para subpoblaciones de niños y niñas

En el caso que exista una diferencia significativa entre niños y niñas los tamaños de muestra en cada subpoblación son:

El tamaño de muestra calculado con la ecuación (1) para subpoblación de niñas:

$$n = \frac{1.96}{0.05}^2 0.25 = 384.1 \approx 400 \text{ niñas}$$

El tamaño de muestra calculado con la ecuación (1) para subpoblación de niños:

$$n = \frac{1.96}{0.05}^2 0.25 = 384.1 \approx 400 \text{ niños}$$

### Cálculo del tamaño de muestra para subpoblaciones de Centros Públicos y Centros Privados

Por otro lado, en el caso que exista una diferencia significativa entre Centros Públicos y Centros Privados los tamaños de muestra en cada subpoblación son:

El tamaño de muestra calculado con la ecuación (1) para subpoblación de Centros Públicos:

$$n = \frac{1.96}{0.05}^2 0.25 = 384.1 \approx 400 \text{ niños de Centros Públicos}$$

El tamaño de muestra calculado con la ecuación (1) para subpoblación de Centros Privados:

$$n = \frac{1.96}{0.05}^2 0.25 = 384.1 \approx 400 \text{ niños de Centros Privados}$$

## 6.4. Método de muestreo

### Muestreo Estratificado

Este tipo de muestreo es un diseño de muestreo probabilístico en el cual se divide y agrupa la población en estratos o subgrupos. Esta agrupación se basa en características o atributos de la población. Se considera una población heterogénea con  $N$  unidades la cual se divide en  $L$  subpoblaciones, según el criterio del estudio, que se denominan estratos, que deben ser lo más homogéneos posibles en tamaño  $N_1, N_2, \dots, N_L$  (Castro, 2008).

$$N_1 + N_2 + \dots + N_L = N \quad (2)$$

Donde:

$N$  es la suma de todos los individuos de la población, se obtiene la muestra estratificada seleccionando una muestra de tamaño  $n$  de cada estrato (Castro, 2008).

### Afijación de la muestra

Se refiere a la distribución del tamaño de muestra  $n$  entre los diferentes estratos. Se determinan los valores  $n_h$ , donde  $h = 1, 2, \dots, L$ , que cumplan con (Castro, 2008):

$$n_1 + n_2 + \dots + n_L = n \quad (3)$$

Se le asigna a cada estrato un número de individuos muestrales proporcionales al tamaño de su población. Los elementos de la muestra se distribuyen proporcionalmente según el tamaño de los estratos. El tamaño de muestra es proporcional al tamaño del estrato multiplicado por una constante  $k$  positiva (Castro, 2008).

$$n_h = kN_h \quad h = 1, 2, \dots, L. \quad (4)$$

El tamaño de muestra está determinado por la constante  $k$  y se calcula (Castro, 2008):

$$\begin{aligned} n_h &= N_h k \\ \sum n_h &= \sum N_h k = kN \\ n &= kN \\ k &= n/N = f \end{aligned} \quad (5)$$

La constante  $k$  es la fracción de muestreo, esta fracción está dada en cada estrato por (Castro, 2008):

$$f_h = n_h / N_h = N_h k / N_h = k = f, \quad h = 1, 2, \dots, L$$

Las ponderaciones  $W_h$  se calculan de la siguiente manera (Castro, 2008):

$$W_h = N_h / N = (n_h / k) / (n / k) = n_h / n, \quad h = 1, 2, \dots, L \quad (6)$$

## La muestra

Para tomar la muestra en el cantón de Quito se utilizó el método de muestreo estratificado con afijación proporcional. Se calculó el número de individuos de la población objetivo utilizando los Registros Administrativos del Ministerio de Educación 2014-2015 y las fórmulas (3), (8) y (6). Con esto se planteó como se debía distribuir la muestra para el caso de cada hipótesis planteada.

### Si existe diferencia entre niños y niñas:

La cantidad de niños y niñas a ser medidos en cada distrito es la presentada en la Tabla 3.

**Tabla 3**

Resumen del muestreo de niñas y niños

Dirección distrital	Niñas	Niños
Calderón	37	38
La delicia	63	63
Centro	32	32
Norte	70	66
Eloy Alfaro	69	70
Quitumbe	61	64
Los chillos	30	28
Tumbaco	38	39
<b>Subtotales</b>	400	400
<b>TOTAL</b>	800	

*Nota:* Elaboración propia

El Distrito Educativo del Noroccidente fue excluido del muestreo ya que su proporción de estudiantes era menor a 2 niños.

En un inicio para tener una muestra donde todas las posibles subpoblaciones planteadas estén representadas, se tomó en cuenta que, en promedio el 65% de la población está concentrada en Centros Públicos y el 35% en Centros Privados y se calculó la proporción en cada Distrito Educativo. En la Tabla 4 se tiene un resumen como se planeó tomar los datos inicialmente.

**Tabla 4**

Resumen del muestreo Inicial.

Dirección distrital	Niñas Centros fiscales	Niñas Centros privados	Niños Centros fiscales	Niños Centros privados
Calderón	28	9	29	9
La delicia	41	22	41	22
Centro	21	11	20	12
Norte	28	42	27	39
Eloy Alfaro	51	18	52	18
Quitumbe	43	18	45	19
Los chillos	19	11	18	10
Tumbaco	26	12	26	13
<b>Subtotales</b>	257	143	258	142
<b>TOTAL</b>	800			

*Nota:* Elaboración propia

### Si existe diferencia entre Centros Públicos y Centros Privados

La cantidad de niños de Centros Públicos y Centros Privados que se debían medir en cada distrito esta presentada en la Tabla 5.

**Tabla 5**

Resumen Muestreo Centros Públicos y Centros Privados

Dirección Distrital	Centros Públicos	Centros Privados
Calderón	44	24
La delicia	63	62
Centro	31	32
Norte	43	115
Eloy Alfaro	81	51
Quitumbe	69	52
Los chillos	29	29
Tumbaco	40	35
Total	400	400

*Nota:* Elaboración propia

## 6.5. Instrumentos de Medición

En la toma de mediciones es común cometer el error de Parallax. El error de Parallax describe el fenómeno donde un observador lee un valor diferente en un dispositivo de medición dependiendo del ángulo desde el cual se ve. Parallax es una causa común de error de datos (NHANES, 2009). Para evitar el error de parallax se decidió usar instrumentos digitales, en los casos pertinentes, que ayudaron a facilitar la observación de la medición.

Los instrumentos de medición utilizados para el estudio fueron adquiridos y proporcionados por la Universidad San Francisco de Quito.

Los instrumentos utilizados en el estudio fueron los siguientes:

**Cinta métrica:** se usó para medir la estatura y estatura sentado de los niños.

**Balanza Digital:** se usó una báscula de peso digital usada para pesar al sujeto de prueba (SP). (NHANES, 2009)

**Asiento recto:** para medir al SP se utilizó una silla recta sencilla (NHANES, 2009) que tiene las medidas actuales de las sillas que proporciona el Ministerio de Educación del Ecuador (Subsecretaría de Educación, 2016).

**Bloques de Madera:** se usó estos bloques en caso de que el SP no pueda llegar a colocar sus pies en piso.

**Calibrador digital Pequeño (Tipo Glissier):** consiste en una regla metálica que tiene un rango de medición de 0 a 300 mm de largo, este es de marca Neikon Tools y tiene una resolución de 0.01 mm. En un extremo tiene un brazo fijo y un brazo igual que corre a lo largo de la escala con una pantalla que toma la medición digitalmente. (Neikon, 2016)

**Calibrador grande digital:** es un calibrador grande de marca Machine-Dro, que tiene una amplitud de medición de 0 a 1000 mm y resolución de 0.01mm. En un extremo tiene un brazo fijo y un brazo igual que corre a lo largo de la escala con una pantalla que toma la medición digitalmente (Machine-Dro, 2016).

**Ficha Antropométrica:** se desarrolló una ficha antropométrica para registrar todos los datos relevantes para el estudio del SP, esta se puede observar en el Anexo 4.

## 6.6. Mediciones antropométricas

Para la elección de las medidas antropométricas necesarias para elaborar la tabla antropométrica para desarrollo de mobiliario preescolar, se tomó como referencia la "Guía de Recomendaciones para el Diseño de Mobiliario Escolar", en la cual se recomienda tomar 11 dimensiones antropométricas que son: estatura, estatura sentado, altura codo asiento, altura muslo asiento, altura escápula asiento, altura poplítea, distancia glúteo poplítea,

distancia glúteo rotular, profundidad tronco abdominal, ancho caderas y ancho codos. (UNESCO, 2001). Adicional a estas medidas se añadió el peso.

Para llevar a cabo las mediciones se consideró la posición de atención antropométrica (PAA) y la PAA modificada recomendadas por Mondelo en su libro “Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo”: la posición PAA exige que el SP se encuentre de pie con los talones unidos y el cuerpo perpendicular al suelo, con los glúteos y la espalda recostados sobre un plano imaginario perpendicular al suelo, los brazos descansando verticalmente a ambos lados del cuerpo con las manos extendidas, los hombros relajados, sin hundir el pecho, y con la cabeza en la posición del plano de Frankfort, es decir, se forma una línea imaginaria en el trago de la oreja perpendicular al eje longitudinal del cuerpo. La PAA modificada exige que el SP se encuentre sentado con los glúteos y la espalda apoyados en el respaldo de una silla antropométrica, la cabeza en posición del plano de Frankfort, los muslos, las rodillas, las pantorrillas y los talones unidos, los muslos en un ángulo de 90° con las pantorrillas y los pies descansando totalmente sobre el suelo (Mondelo, 2013)

Para las 11 mediciones antropométricas se usaron se proporciona la descripción que da Pheasant en su libro “Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work” (2003). La descripción y la importancia de cada medición que se encuentra en el Anexo 5.

## **6.7. Metodología de la toma de las medidas antropométricas**

### **Directrices Generales para Medir.**

Se tomó como referencia las directrices generales para medir y registrar mediciones del Anthropometry Procedures Manual de la National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES). Se modificaron algunas partes ya que en este procedimiento se mide a los niños sin ropa y esto no se aplicó al estudio.

Se siguieron los siguientes lineamientos (NHANES, 2009):

1. Siempre informar al SP lo que va a hacer antes de realizarlo.
2. No hacer comentarios sobre el cuerpo del SP y mantener profesionalismo en todo momento.
3. Mostrar los instrumentos de medición al niño y explicarles lo que se va a realizar con ellos.
4. Medir el lado derecho del cuerpo. Si el SP tiene una discapacidad física o anomalía en el lado derecho, el examinador debe todavía intentar medir el lado derecho. Solo tomar medidas en el lado izquierdo cuando el SP tiene un yeso, prótesis o amputación en el miembro derecho apropiado; o si por alguna otra razón no se puede tomar la medida.
5. Girar el SP en la dirección necesaria para una medida dada. Esto promueve la eficiencia. Durante la medición se ahorra tiempo y evitando movimientos innecesarios del examinador.
6. Ubique el calibrador como se indica el Manual para Procedimiento de toma de Mediciones que se encuentra más adelante.
7. Verifique siempre el resultado antes de avanzar a la próxima medida.

### **Hora para la toma de datos**

Según Rojas, en su artículo Aspectos Prácticos de la Antropometría en Pediatría, la estatura puede variar entre las horas de la mañana y la tarde por lo cual es recomendable hacer las mediciones únicamente a unas horas determinadas del día (Rojas, 2000)

Tomando en cuenta este aspecto y que los Centros tanto Públicos como Privados son principalmente diurnos las mediciones se harán únicamente en la mañana.

### **Repetibilidad y reproducibilidad**

Se establecen las condiciones requeridas para que se de la repetibilidad y la reproducibilidad. Las condiciones para la repetibilidad son: el mismo procedimiento de medición, el mismo observador, el mismo instrumento de medición utilizado en las mismas condiciones, el mismo lugar y repetición dentro de un período de tiempo corto. Las condiciones para la reproducibilidad son que puede variar: el principio de medición, el método de

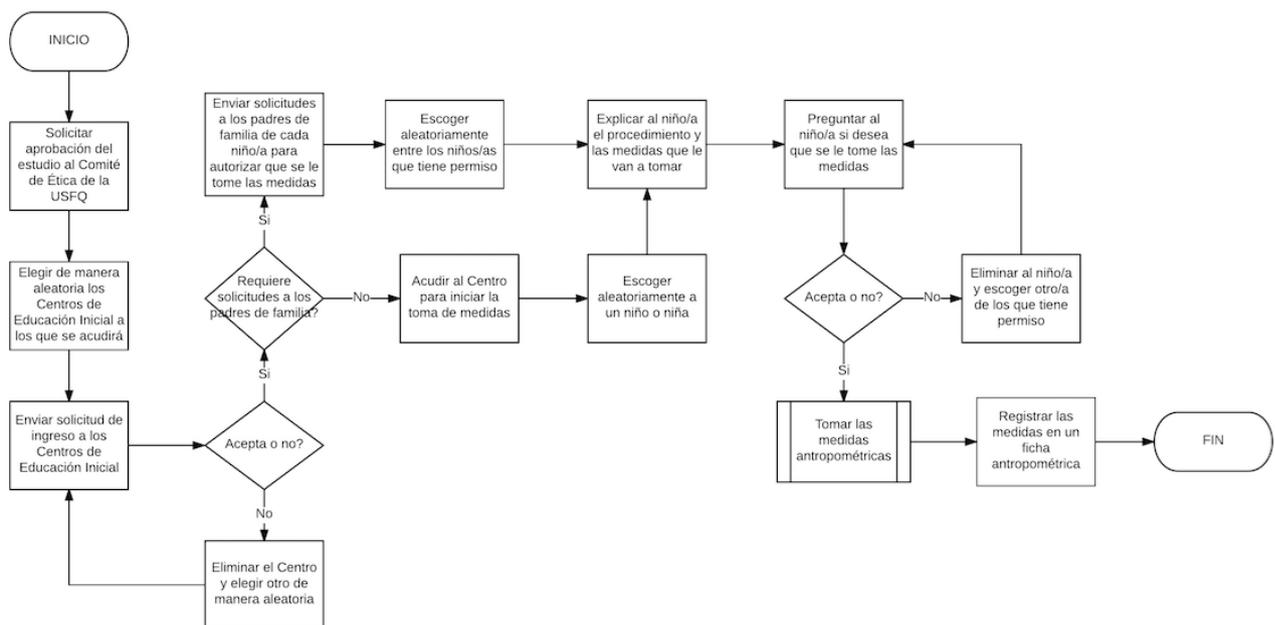
medición, el observador, el instrumento de medición, el patrón de referencia, el lugar, las condiciones de uso y/o el tiempo (Llamosa, 2007).

Con el fin de minimizar estas fuentes de variabilidad, para así poder descartarlas, se desarrolló un procedimiento estandarizado para la toma de las mediciones, se determinaron directrices generales para la toma de mediciones que van desde el lado del cuerpo en el que se deben tomar las medidas hasta la hora del día en las que se deben tomar, se usaron calibradores digitales con una precisión de 0.01 mm para reducir el error de observación, los instrumentos fueron calibrados antes de cada toma de mediciones y una sola de las investigadoras fue quien tomó todas las mediciones a todos los niños del estudio mientras que la otra investigadora se encargó de registrar los datos en una ficha antropométrica (Centro de Ingeniería de la Calidad de Colombia, 2010).

### Diagrama de flujo de la selección de Centros de Educación Inicial

Para obtener un nivel mínimo de error y así obtener resultados confiables en el estudio se desarrolló diagrama de flujo para el proceso que va desde selección de los Centros de Educación Inicial de cada uno de los 9 distritos a los que se acudirá hasta el registro en una ficha antropométrica de las mediciones tomadas en los niños y niñas.

El procedimiento se encuentra en la Figura 4:



**Figura 4**  
Diagrama de flujo de la selección de Centros de Educación Inicial

Dentro de este proceso se encuentra un subproceso para tomar las medidas antropométricas donde se especifica las indicaciones a seguir para cada medición a realizar. Estas indicaciones se encuentran en la Tabla 6.

**Tabla 6**

Indicaciones para las mediciones antropométricas

<b>Mediciones antropométricas</b>	<b>Procedimiento para tomar medida (Mondelo, 2013)</b>
Estatura	En PAA, hacer coincidir la línea media sagital con la cinta métrica.
Estatura Sentado	Se realiza igual que la Estatura, pero con la persona en PAA modificada.
Altura codo-asiento	En PAA modificada, se sitúa el calibrador en el plano de la superficie del asiento en posición vertical y la parte móvil en la depresión del codo.
Altura muslo-asiento	En PAA modificada, se coloca la parte móvil del calibrador sobre el muslo, sin presionar y la parte fija del calibrador se sitúa en el plano del asiento.
Altura escápula-asiento	En PAA modificada, se ubica el extremo del calibrador verticalmente en contacto con el plano del asiento y paralelo al plano medio sagital del cuerpo, y la parte móvil en contacto con el borde inferior de la escápula.
Altura poplítea	En PAA modificada, se coloca el calibrador en el plano del suelo y el extremo de la parte móvil en el punto más alto de la depresión poplítea, mantener el instrumento paralelo al plano medio sagital del cuerpo.
Distancia glúteo-poplítea	En PAA modificada, se pone el extremo del calibrador en el plano vertical y se coloca la parte móvil en la depresión poplítea.
Distancia glúteo-rotular	En PAA modificada, se sitúa el extremo del calibrador en el plano vertical y se coloca la parte móvil en la rótula del individuo.
Profundidad tronco-abdominal	En PAA modificada, se coloca el calibrador en el plano vertical y el extremo de la parte móvil el plano más alejado del abdomen.
Ancho caderas	En PAA modificada, se debe localizar los huecos de las caderas y se colocan los extremos del calibrador sobre las crestas ilíacas, sin presionar, se suben y se bajan hasta encontrar el valor máximo del diámetro.
Ancho entre codos	En PAA modificada, situarse detrás del individuo y colocar los extremos del calibrador en la superficie exterior de los codos y, sin ejercer presión, se suben y se bajan hasta encontrar el valor máximo del diámetro.

*Nota:* Elaboración propia**Percentiles recomendados para la elaboración de mobiliario preescolar**

A continuación, se presenta los percentiles recomendados para cada dimensión del mobiliario así, como la justificación para este percentil. Estas recomendaciones se presentan en la Tabla 7 y 8 (UNESCO, 2001) (Pheasant, 2003).

**Tabla 7**

Recomendaciones: silla

<b>SILLA</b>		
<b>Dimensiones silla</b>	<b>Percentil recomendado y referencia antropométrica (UNESCO, 2001)</b>	<b>Justificación (Pheasant, 2003).</b>
Altura asiento-suelo	5% (Altura poplítea mínima)	Si el asiento es muy alto, causará que la población con la altura poplítea más pequeña ejerza presión sobre el muslo reduciendo la circulación de la pierna con lo que se puede producir amortiguamiento e hinchazón de los pies. Si la altura disminuye, el problema es la dificultad para levantarse o sentarse. Por lo que es preferible un asiento bajo que un asiento alto.
Ancho asiento	99% (Ancho cadera máxima)	Si el ancho es el mínimo, los usuarios con el ancho cadera más grande no podrán acomodarse correctamente en el asiento. Si el ancho es mayor, tanto los usuarios con el ancho caderas más grandes como el más pequeño podrán tener una adecuada disipación en la presión de los glúteos.
Profundidad asiento	5% (Distancia glúteo poplítea mínima)	Si la profundidad es muy grande, el usuario no puede apoyarse correctamente en el respaldo del asiento por lo que puede presentarse problemas en la columna, ya que se ejerce una presión en la región poplítea y el usuario tiende a sentarse en el borde del asiento.
Altura asiento-suelo superior del respaldo	5% (Altura escápula-asiento mínima)	En actividades escolares en las que se requiere el movimiento de brazos y hombros, no se debe comprimir la región de las escápulas ya que se produciría incomodidad e incluso molestias en la parte superior de la espalda.

Nota: Elaboración propia

**Tabla 8**

Recomendaciones: mesa

<b>MESA</b>		
<b>Dimensiones silla</b>	<b>Percentil recomendado y referencia antropométrica (UNESCO, 2001)</b>	<b>Justificación (Pheasant, 2003).</b>
Altura mesa	Se compone de: altura poplítea y la altura codo asiento, con un percentil de 5% y 95%, respectivamente.	Los brazos deben estar junto al tronco para que los codos y antebrazos puedan apoyarse sobre la mesa y esta posición depende de la altura del asiento. Por lo que, se debe acomodar a la mayor parte de la población sin ejercer una sobrecarga sobre los brazos y hombros ya que el usuario tiende a encorvar la espalda y a apoyarse sobre los brazos de manera incorrecta.
Ancho cajón	Se compone de: altura poplítea y la altura muslo-asiento, con un percentil de 5% y 99%, respectivamente.	La altura del cajón debajo de la mesa debe permitir un libre acceso de las piernas por lo que, la altura del muslo asiento debe ser la mayor de la población.

Nota: Elaboración propia

La postura recomendada debe cumplir con un ángulo de 90° a 110° entre las piernas y el muslo, espalda recta apoyada en el respaldo, muslos y glúteos deben tener un apoyo que ayude a una postura estable y recta para el tronco, brazos junto al tronco con los codos y antebrazos apoyados en la mesa, se acepta que la superficie de la mesa esté ligeramente sobre los codos, siempre y cuando el ángulo de separación de los brazos del tronco no sea mayor a 40° (UNESCO,2001).

## 6.8. Estadísticas Antropométricas

### Parámetros

Generalmente se utiliza la media, desviación estándar, coeficiente de variación y los percentiles para describir los datos antropométricos. (Kroemer, 2001).

### Normalidad

Los datos antropométricos por lo general están dispersos en una distribución razonablemente normal, con algunas excepciones. Por lo que se pueden utilizar estadística paramétrica regular en la mayoría de los casos (Kroemer, 2001).

### Prueba de Normalidad

Para este estudio se utilizó la prueba Anderson-Darling (AD), la cual es una prueba de hipótesis, que en este caso probó si las medidas antropométricas de cada niño siguen una distribución normal. Se decidió utilizar un nivel de significancia del 95% el cual corresponde a un  $\alpha = 0.05$  (Razali, 2001). Para este análisis se utilizó Minitab 2016.

### Prueba de hipótesis

La hipótesis nula  $H_0$  es que la diferencia de las medias es igual a cero (Jiménez, 2010):

$$H_0: m_1 - m_2 = 0 \quad (7)$$

La hipótesis alternativa  $H_1$  es que la diferencia de las medias es diferente de cero (Jiménez, 2010):

$$H_1: m_1 - m_2 \neq 0 \quad (8)$$

Se determinó un nivel de significancia del 95%. El criterio de rechazo utilizado es si el Valor  $P > \alpha = 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula. (Jiménez, 2010).

Se estableció utilizar el método de Welch modificado, desarrollado en 1947, también denominado prueba t de Welch, la prueba T ajustada de Welch o la prueba t de las varianzas desiguales. Esta es una modificación de la prueba T-Student para comprobar si dos medias de son significativamente diferentes. La modificación se da en los grados de libertad usados en la prueba, que tiende a aumentar la potencia de prueba para las muestras con varianzas desiguales.

La prueba t de Welch, a diferencia de la prueba T-Student, no tiene el supuesto de igualdad de varianzas. Cuando dos grupos tienen iguales tamaños de muestra y varianzas, Welch tiende a dar el mismo resultado que el de T-Student. Cuando los tamaños de muestra y las varianzas son desiguales, la prueba t de Student es poco fiable, sin embargo, Welch tiende a funcionar mejor. Este procedimiento es adecuado para comparar dos grupos de muestras cuantitativas, independientes y sin asumir varianzas iguales. También es necesario que cada muestra sea mayor a 15 individuos para que no se presenten problemas con la normalidad. (Jiménez, 2001) (Ruxton, 2006).

### Percentiles

Los datos antropométricos generalmente se expresan en percentiles.

“Un percentil expresa el porcentaje de individuos de una población dada con una dimensión corporal igual o menor a un determinado valor” (Valero, 2010).

Un valor percentil de un antropométrico representa el porcentaje de la población con una dimensión corporal de un tamaño determinado o menor. Esta información es particularmente importante en el diseño porque ayuda a estimar el porcentaje de la población de usuarios que será acomodado por un diseño específico (Nooraizedfiza, 2009).

Los percentiles son medidas de posición en la cual se ordenan los datos de menor a mayor y se dividen en cien partes iguales, cada punto de división indica el porcentaje de casos por debajo del valor porcentual (Valero,2010). Para el cálculo de los percentiles se utilizó Microsoft Excel 2016.

### **Percentiles para poblaciones mixtas o combinadas**

Una población mixta es en la cual se tienen dos subpoblaciones que no se encuentran juntas en estado natural y se combinan para el estudio. Por ejemplo, se considera una población mixta cuando se suponen los Centros de educación Públicos y Privados como una sola población.

Una población combinada se compone de dos subpoblaciones con características distintas que se encuentran combinados en estado natural. Por ejemplo, en el caso de que existieran diferencias entre hombres y mujeres en una característica determinada, se considera una población combinada compuesta por una subpoblación de hombres y una subpoblación de mujeres, esto se debe a que los encontramos combinados en estado natural.

Una población compuesta se refiere a una población que está conformada de una o más subpoblaciones, puede ser una población mixta o combinada. (Cordova,1994)

Cuando se diseña un producto que va a ser usado por una población compuesta, se debe ser cuidadoso considerando que se necesita ajustes a las mediciones. No se puede asumir sin verificación que una población es similar a la otra, ni que las medidas antropométricas de la primera población pueden aplicarse para propósitos de diseño de la segunda población.

El método propuesto por Roebuck en 1975, sintetiza poblaciones compuestas. Este método asume que se conocen las proporciones de la composición de las poblaciones presentes en la combinación. También, se asume que se conocen los percentiles antropométricos para la dimensión antropométrica dada de cada sub-población. El percentil correspondiente a la dimensión antropométrica en la población combinada es solo la suma proporcional de los percentiles individuales. El percentil mixto  $p$  corresponde a un percentil proporcional a la combinación de las dos poblaciones y se define como (Cordova,1994) (Kroemer,1983):

$$p = ap_1 + bp_2 \quad (14)$$

Donde  $a$  y  $b$  son los porcentajes de la subpoblación 1 y la subpoblación 2 en la población combinada, y  $p_1$  y  $p_2$  corresponden a los percentiles de dimensión antropométrica de la subpoblación 1 y la subpoblación 2.

### **Z-score**

Como indica, Fernández y Marley, en el libro Applied Occupational Ergonomics (2007), el z-score es usado para evaluar los parámetros de diseño antropométrico. Para lo que se debe usar la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (15)$$

Donde:

$Z$  es el valor normal estándar que corresponde a la densidad acumulada de la población,  $\mu$  es la media de la población,  $\sigma$  es la desviación estándar de la población y  $x$  es el valor de la dimensión medida.

Las dos aplicaciones clave de la ecuación (15) para la evaluación de parámetros de diseño antropométrico son las siguientes (Fernández y Marley, 2007):

- Determinar los valores específicos del diseño: con los valores paramétricos de la media y la desviación estándar de la población y con el rango de porcentaje de población que se desea acomodar, se puede obtener el valor específico de diseño.

- Evaluación de la población acomodada: con los valores paramétricos de la media y la desviación estándar de la población, y con un valor específico de diseño, se puede obtener el rango de porcentaje de población que será acomodado.

## 7. Análisis y resultados

### Pruebas de Normalidad

Se realizó pruebas de normalidad para cada una de las medidas antropométricas. Estas resultaron en que los datos no tienen problemas relevantes de normalidad en relación al tamaño de muestra tomado para aplicar el método de Welch, se puede observar un resumen de los resultados en la Tabla 9.

**Tabla 9**

Resumen de las pruebas de Normalidad.

Mediciones antropométricas	Resultado
1. Peso	No presenta problemas de normalidad.
2. Estatura	No presenta problemas de normalidad.
3. Estatura Sentado	No presenta problemas de normalidad.
4. Altura codo-asiento	No presenta problemas de normalidad.
5. Altura muslo-asiento	No presenta problemas de normalidad.
6. Altura escápula-asiento	No presenta problemas de normalidad.
7. Altura poplítea	No presenta problemas de normalidad.
8. Distancia glúteo-poplíteo	No presenta problemas de normalidad.
9. Distancia glúteo- rotular	No presenta problemas de normalidad.
10. Profundidad tronco-abdominal	No presenta problemas de normalidad.
11. Ancho caderas	No presenta problemas de normalidad.
12. Ancho entre codos	No presenta problemas de normalidad.

*Nota:* Elaboración propia

### Primera Hipótesis

Para comprobar si las mediciones antropométricas de los niños de y niñas son estadísticamente iguales en cada una de las 12 medidas antropométricas. Para lo cual se utilizó la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0: \mu_i \text{ de las niñas} = \mu_i \text{ de los niños}$$

$$H_1: \mu_i \text{ de las niñas} \neq \mu_i \text{ de los niños}$$

Donde  $\mu_i$  corresponde la media de cada una de las  $i=1, \dots, 12$  mediciones.

Se aplicó el método de Welch en Minitab para la primera hipótesis en cada medición antropométrica, Anexo 6. Lo resultados de estas pruebas se resumen en la Tabla 10.

**Tabla 10**

Resumen de las pruebas de la primera hipótesis

Mediciones antropométrica	Valor P	$H_0: \mu_i$ de los niñas = $\mu_i$ de los niños
1. Peso	0.311	No se rechaza $H_0$ .
2. Estatura	0.506	No se rechaza $H_0$ .
3. Estatura Sentado	0.768	No se rechaza $H_0$ .
4. Altura codo-asiento	0.070	No se rechaza $H_0$ .
5. Altura muslo-asiento	0.973	No se rechaza $H_0$ .
6. Altura escápula-asiento	0.939	No se rechaza $H_0$ .
7. Altura poplítea	0.380	No se rechaza $H_0$ .
8. Distancia glúteo-poplítea	0.243	No se rechaza $H_0$ .
9. Distancia glúteo- rotular	0.058	No se rechaza $H_0$ .
10. Profundidad tronco-abdominal	0.347	No se rechaza $H_0$ .
11. Ancho caderas	0.698	No se rechaza $H_0$ .
12. Ancho entre codos	0.064	No se rechaza $H_0$ .

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 10, los valores P obtenidos para las pruebas de la primera hipótesis, son mayores alfa determinado, en cada una de las pruebas de hipótesis de las mediciones antropométricas. Por lo tanto, no se encontró evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Se concluyó que no existe diferencia significativa entre las medidas antropométricas de los niños y las niñas.

**Segunda Hipótesis**

Se deseaba comprobar si las mediciones antropométricas de los niños Centros Públicos y los niños Centros Privados son estadísticamente iguales en cada una de las 12 mediciones antropométricas. Para lo cual se utilizó la siguiente prueba de hipótesis:

$$H_0: \mu_i \text{ de los niños de Centros Públicos} = \mu_i \text{ de los niños de los Centros privados}$$

$$H_1: \mu_i \text{ de los niños de Centros Públicos} \neq \mu_i \text{ de los niños de los Centros privados}$$

Donde  $\mu_i$  corresponde la media de cada una de las  $i=1, \dots, 12$  mediciones.

Se aplicó el método de Welch en Minitab para la segunda hipótesis en cada medición antropométrica, Anexo 7. Lo resultados de estas pruebas se resumen en la Tabla 11.

**Tabla 11**

Resumen de las pruebas de la segunda hipótesis.

Mediciones antropométrica	Valor P	$H_0: \mu_i$ de los niños de Centros Públicos = $\mu_i$ de los niños de Centros Privados
1. Peso	0.001	Se rechaza $H_0$ .
2. Estatura	0.001	Se rechaza $H_0$ .
3. Estatura Sentado	0.001	Se rechaza $H_0$ .
4. Altura codo-asiento	0.756	No se rechaza $H_0$ .
5. Altura muslo-asiento	0.001	Se rechaza $H_0$ .
6. Altura escápula-asiento	0.236	No se rechaza $H_0$ .
7. Altura poplítea	0.001	Se rechaza $H_0$ .
8. Distancia glúteo-poplítea	0.001	Se rechaza $H_0$ .
9. Distancia glúteo- rotular	0.001	Se rechaza $H_0$ .
10. Profundidad tronco-abdominal	0.001	Se rechaza $H_0$ .
11. Ancho caderas	0.001	Se rechaza $H_0$ .
12. Ancho entre codos	0.001	Se rechaza $H_0$ .

Nota: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 11, los valores P obtenidos para las pruebas de la segunda hipótesis menores que el alfa determinado, en cada una de las pruebas de hipótesis de las mediciones antropométricas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se concluyó que existe diferencia significativa entre las medidas antropométricas de los Centros Públicos y Centros Privados.

### Percentiles

Según los resultados obtenidos en las pruebas de hipótesis existe una diferencia significativa entre las mediciones de los niños de Centros Públicos y Centros Privados. Por lo tanto, se realizó una tabla antropométrica mixta para ambas subpoblaciones. Para empezar, se realizó una tabla antropométrica para los Centros Públicos y otra tabla para los Centros Privados.

**Tabla 12**  
Tabla antropométrica para Centros Privados

Dimensiones	Centros Educación Inicial Privados (n=400) peso=35,7%														
	Estadísticos		Percentiles												
	x	D.E.	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99
1 Peso	16,74	2,84	10,80	12,20	13,40	14,30	15,40	16,10	16,75	17,44	18,10	18,80	20,00	22,20	24,21
2 Estatura	101,87	7,16	87,29	88,98	92,20	95,76	98,30	100,56	102,40	104,30	105,50	107,22	110,41	113,44	118,40
3 Estatura Sentado	57,88	4,11	48,19	50,29	51,60	54,40	56,17	57,50	58,50	59,50	60,30	61,02	62,50	64,40	65,50
4 Altura Codo-asiento	16,05	1,91	11,46	13,00	13,63	14,42	15,17	15,61	16,07	16,40	16,89	17,61	18,46	19,43	20,55
5 Altura Muslo-asiento	7,33	0,96	5,21	5,92	6,15	6,41	6,76	7,03	7,34	7,61	7,81	8,13	8,52	9,02	9,73
6 Altura Escápula-asiento	26,20	2,12	21,75	22,79	23,31	24,37	25,11	25,61	26,15	26,61	27,38	28,09	28,94	29,58	30,58
7 Altura Poplítea	23,54	2,45	17,82	19,29	20,16	21,35	22,25	23,09	23,56	24,28	24,97	25,67	26,56	27,34	28,83
8 Distancia Glúteo-poplítea	25,31	2,17	20,49	21,81	22,54	23,42	24,14	24,81	25,24	25,90	26,51	27,17	28,35	28,84	30,01
9 Distancia Glúteo-rotular	31,39	3,20	24,41	26,53	27,45	28,82	29,52	30,17	30,59	31,92	33,38	34,34	35,58	36,65	39,26
10 Profundidad Tronco-abdominal	13,63	1,09	11,23	11,78	12,25	12,82	13,10	13,34	13,64	13,88	14,16	14,46	14,87	15,35	16,43
11 Ancho Caderas	20,58	1,55	17,71	18,24	18,68	19,26	19,71	20,12	20,45	20,84	21,32	21,69	22,48	23,48	24,41
12 Ancho Entreodos	29,30	2,57	21,61	25,17	26,37	27,42	28,21	28,81	29,28	29,71	30,20	31,38	32,63	33,44	35,30

Nota: Elaboración propia

**Tabla 13**  
Tabla antropométrica para Centros Públicos

Dimensiones	Centros Educación Inicial Públicos (n=400) peso=64,2%														
	Estadísticos		Percentiles												
	x	D.E.	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99
1 Peso	15,89	3,16	10,10	11,30	12,10	12,90	14,10	15,00	15,80	16,60	17,33	18,22	19,50	21,30	23,45
2 Estatura	99,40	9,05	79,79	83,20	85,23	91,08	95,50	98,30	101,05	104,02	105,40	107,60	109,90	111,92	113,40
3 Estatura Sentado	56,81	4,46	46,39	49,20	50,87	52,56	54,50	56,00	57,20	58,40	59,60	60,82	62,30	63,31	65,40
4 Altura Codo-asiento	16,01	1,96	11,71	13,01	13,54	14,48	14,89	15,38	15,85	16,35	16,77	17,75	18,64	19,48	21,01
5 Altura Muslo-asiento	6,89	1,04	4,84	5,31	5,55	5,93	6,27	6,59	6,88	7,14	7,45	7,79	8,18	8,67	9,17
6 Altura Escápula-asiento	26,00	2,65	20,01	21,26	21,93	23,77	24,65	25,46	26,35	27,04	27,84	28,31	29,39	29,87	30,59
7 Altura Poplítea	22,54	2,69	16,30	17,90	18,51	20,23	21,22	22,24	22,79	23,37	24,12	24,62	25,93	26,76	27,94
8 Distancia Glúteo-poplítea	24,68	2,48	19,45	20,41	21,31	22,40	23,32	24,28	24,95	25,34	26,16	26,93	27,72	28,21	29,89
9 Distancia Glúteo-rotular	30,12	3,35	23,97	25,01	25,73	26,56	28,65	29,37	29,95	30,58	32,07	33,26	34,77	35,63	37,23
10 Profundidad Tronco-abdominal	13,24	1,18	10,79	11,38	11,83	12,31	12,64	12,95	13,24	13,47	13,71	14,02	14,72	15,18	16,21
11 Ancho Caderas	19,63	1,63	16,57	17,04	17,44	18,19	18,79	19,24	19,62	20,08	20,54	20,95	21,74	22,30	23,45
12 Ancho Entreodos	28,41	2,17	24,11	25,41	25,85	26,94	27,59	28,13	28,45	28,90	29,34	29,86	30,23	31,39	34,77

Nota: Elaboración propia

Se consideró que en la población real se tiene un 64,2% de niños y niñas en Centros Públicos y un 35,7% de niños y niñas en Centros Privados. Con esta ponderación se realizó la tabla antropométrica mixta, como se muestra en la Tabla 14.

**Tabla 14**

Tabla antropométrica mixta para Centros Públicos y Centros Privados

Dimensiones	Tabla antropométrica mixta (n=800)														
	Estadísticos		Percentiles												
	x	D.E.	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	99
1 Peso	16,32	3,03	10,34	11,61	12,55	13,39	14,55	15,38	16,12	16,88	17,59	18,41	19,66	21,60	23,69
2 Estatura	100,63	8,25	82,39	85,18	87,63	92,66	96,40	99,01	101,43	104,02	105,33	107,36	109,97	112,35	115,07
3 Estatura sentado	57,35	4,32	46,99	49,54	51,08	53,16	55,04	56,48	57,61	58,73	59,79	60,83	62,31	63,64	65,37
4 Altura todo-asiento	16,03	1,93	11,61	13,00	13,56	14,44	14,97	15,45	15,91	16,36	16,79	17,69	18,56	19,44	20,83
5 Altura muslo-asiento	7,11	1,02	4,97	5,52	5,76	6,10	6,44	6,74	7,03	7,30	7,57	7,91	8,29	8,79	9,36
6 Altura escápula-asiento	26,10	2,40	20,61	21,78	22,40	23,96	24,79	25,49	26,25	26,86	27,65	28,20	29,20	29,74	30,56
7 Altura poplítea	23,04	2,62	16,82	18,38	19,08	20,61	21,57	22,52	23,04	23,67	24,40	24,97	26,13	26,94	28,23
8 Distancia glúteo-poplítea	24,99	2,35	19,80	20,89	21,73	22,74	23,59	24,44	25,03	25,52	26,26	26,99	27,92	28,41	29,90
9 Distancia glúteo-rotular	30,75	3,34	24,10	25,53	26,32	27,34	28,93	29,63	30,15	31,03	32,51	33,61	35,03	35,96	37,92
10 Profundidad tronco-abdominal	13,43	1,15	10,93	11,51	11,97	12,48	12,79	13,08	13,37	13,60	13,86	14,16	14,76	15,23	16,27
11 Ancho caderas	20,10	1,66	16,96	17,45	17,86	18,55	19,10	19,53	19,89	20,33	20,79	21,19	21,98	22,70	23,77
12 Ancho entre rodos	28,85	2,42	23,19	25,30	26,01	27,08	27,78	28,34	28,72	29,16	29,62	30,37	31,06	32,09	34,93

Nota: Elaboración propia

### Evaluación de la población acomodada

Con la aplicación del Z-score, se realizó la evaluación de las dimensiones del mobiliario que actualmente recomienda el Ministerio de Educación del Ecuador, para así determinar si los percentiles a los que corresponde cada dimensión del mobiliario son los adecuados para el correcto desarrollo de mobiliario preescolar. En la Tabla 14, se realizó el calce para la población mixta de Centros Privados y Centros públicos.

**Tabla 15**

Evaluación mobiliario población mixta

SILLA							
Dimensiones silla	Medición antropométrica	Ministerio de Educación	Media	Desviación estándar	Z	Percentil	Percentil recomendado
Altura asiento-suelo	Altura poplítea	30	23,04	2,62	2,66	100%	5%
Ancho asiento	Ancho caderas	30	20,10	1,66	5,97	100%	99%
Profundidad asiento	Distancia glúteo-poplítea	26	24,99	2,35	0,43	67%	5%
Altura superior del respaldo	Altura escápula-asiento	30	26,10	2,40	1,63	95%	5%
MESA							
Dimensiones mesa	Medición antropométrica	Ministerio de Educación	Media	Desviación estándar	Z	Percentil	Percentil recomendado
Altura mesa	Altura poplítea	30	23,04	2,62	2,66	100%	5%
	Altura todo-asiento	18,2	16,03	1,93	1,12	87%	95%
Altura cajón	Altura poplítea	30	23,04	2,62	2,66	100%	5%
	Altura muslo-asiento	12,2	7,11	1,02	4,97	100%	99%

Nota: Elaboración propia

En la Tabla 15, se observa que, en la silla, aunque la dimensión altura asiento-suelo acomoda al 100% de la población, este percentil no es el adecuado para el diseño de mobiliario preescolar debido a que solo los niños más altos alcanzarán a pisar el suelo, por lo que los niños de menor estatura podrían presentar problemas de circulación en las piernas ya que se ejerce presión sobre el muslo. En la dimensión de profundidad asiento, el 67% de la población está acomodada, lo que significa que los niños con la distancia glúteo poplítea que se encuentre por debajo del 67 percentil sufrirán de molestias por presión en la poplítea y consecuentemente adoptarán una mala postura. En la dimensión altura superior del respaldo, se acomoda al 95% de la población, lo que significa que la altura del respaldo es muy grande para los niños de menor estatura ya que el respaldo

cubrirá una altura mayor a la de la escápula lo que les causará molestias en la espalda e incomodidad al sentarse (UNESCO,2001) (Pheasant, 2003).

En cuanto a la mesa, el mayor problema, se presenta que en la altura poplítea ya que al igual que en la silla, esta medida solo acomodada a los niños más altos, con lo que los más pequeños presentarán problemas como sobrecarga en los hombros e incomodidad en la espalda (UNESCO,2001) (Pheasant, 2003).

A continuación, teniendo en cuenta que existe diferencias entre las medidas de los Centros Privados y Los Centros Públicos, se realizó una comparación en el calce del mobiliario para las dos subpoblaciones.

**Tabla 16**

Evaluación mobiliario Centros Privados

<b>SILLA</b>							
Dimensiones Silla	Medición antropométrica	Ministerio de Educación	Media	Desviación estándar	Z	Percentil	Percentil recomendado
Altura asiento-suelo	Altura poplítea	30	23,54	2,45	2,64	100%	5%
Ancho asiento	Ancho caderas	30	20,58	1,55	6,06	100%	99%
Profundidad asiento	Distancia glúteo-poplítea	26	25,31	2,17	0,32	62%	5%
Altura superior del respaldo	Altura escápula-asiento	30	26,20	2,12	1,80	96%	5%
<b>MESA</b>							
Dimensiones mesa	Medición antropométrica	Ministerio de Educación	Media	Desviación estándar	Z	Percentil	Percentil recomendado
Altura mesa	Altura poplítea	30	23,54	2,45	2,64	100%	5%
	Altura codo-asiento	18,2	16,05	1,91	1,13	87%	95%
Altura cajón	Altura poplítea	30	23,54	2,45	2,64	100%	5%
	Altura muslo-asiento	12,2	7,33	0,96	5,06	100%	99%

Nota: Elaboración propia

**Tabla 17**

Evaluación mobiliario Centros Privados

SILLA							
Dimensiones de silla	Medición antropométrica	Ministerio de Educación	Media	Desviación estándar	Z	Percentil	Percentil recomendado
Altura de asiento-suelo	Altura poplítea	30	22,54	2,69	2,78	100%	5%
Ancho de asiento	Ancho de caderas	30	19,63	1,63	6,38	100%	99%
Profundidad de asiento	Distancia glúteo-poplítea	26	24,68	2,48	0,53	70%	5%
Altura superior del respaldo	Altura escápula-asiento	30	26,00	2,65	1,51	93%	5%
MESA							
Dimensiones de mesa	Medición antropométrica	Ministerio de Educación	Media	Desviación estándar	Z	Percentil	Percentil recomendado
Altura de mesa	Altura poplítea	30	22,54	2,69	2,78	100%	5%
	Altura codo-asiento	18,2	16,01	1,96	1,12	87%	95%
Altura de cajón	Altura poplítea	30	22,54	2,69	2,78	100%	5%
	Altura muslo-asiento	12,2	6,89	1,04	5,11	100%	99%

Nota: Elaboración propia

En las Tablas 16 y 17, para la silla, se observa que los percentiles de los Centros Públicos y Centros Privados tienen una diferencia de 8 puntos en la dimensión de profundidad asiento y 3 puntos en la dimensión de altura superior del respaldo. Pero en ambos casos el mobiliario que actualmente usan los niños no es el adecuado para esta población. Para la mesa, no hay diferencia entre los percentiles de las dos subpoblaciones.

## 8. Conclusiones y recomendaciones

- No existen estudios antropométricos para el diseño de mobiliario preescolar en Ecuador. Actualmente, el Ministerio de Educación del Ecuador tiene fichas técnicas que indica las medidas que debe tener el mobiliario. Pero estas, no se basan en ningún estudio antropométrico, lo cual puede tener consecuencias en la atención y comodidad de los niños.
- A nivel de Latinoamérica, la mayoría de países únicamente dispone de normas de diseño que no tienen ninguna base antropométrica. En los únicos países que se encontraron estudios antropométricos fueron Chile y México. En Chile se encontraron dos estudios para niños de 2 a 5 años, el primer estudio es la “Guía de Recomendaciones para el Desarrollo de Mobiliario Escolar”, fue realizado con apoyo de la UNESCO, y utilizó datos antropométricos de hace más de 25 años, el segundo estudio fue elaborado por estudiantes de la Universidad Mayor de Chile y la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso en el 2013.
- Se determinó que las medidas antropométricas que se debían tomar para el desarrollo de mobiliario preescolar son: peso, estatura, estatura sentado, altura codo-asiento, altura muslo-asiento, altura escápula-asiento, altura poplítea, distancia glúteo-poplítea, distancia glúteo-rotular, profundidad tronco-abdominal, ancho caderas y ancho codos.
- Como conclusión de las dos hipótesis planteadas, muestra total fue de 400 niños de Centros Privados y 400 niños de Centros Públicos en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Se tomaron las medidas antropométricas establecidas en la muestra de la población del objetivo a 400 niños de Centros Públicos y 400 niños de Centros Privados. Se analizaron las dos hipótesis utilizando el Método de Welch y se determinó que: 1) No existe una diferencia significativa entre las medidas antropométricas de los niños y las niñas. 2) Existe una diferencia significativa entre las medidas de los niños de Centros Públicos y Centros Privados.

- En base a los resultados de las pruebas de hipótesis, la población objetivo conformada es una población mixta que se compone de una subpoblación de niños de Centros Públicos y una subpoblación de niños de Centros Privados. Se concluyó que se debía realizar una tabla antropométrica utilizando percentiles mixtos. Las proporciones de las subpoblaciones son: 1) 64.2% de niños de Centros Públicos y 2) 35.2% de niños de Centros Privados. Estas proporciones se utilizaron para componer los percentiles mixtos en cada medida antropométrica.
- El análisis del calce del mobiliario que actualmente usan los niños mostró que, en la silla, las dimensiones de altura asiento suelo, profundidad asiento y altura asiento-suelo superior del respaldo con percentiles de 100%, 67% y 95%, respectivamente, no acomodan a la población correcta ya que los percentiles recomendados para el diseño de mobiliario preescolar corresponden al 5% para estas dimensiones. De igual manera, la altura de la mesa y del cajón, tienen como base la altura poplítea, y esta medida tiene un percentil del 100% lo cual no es correcto ya que se recomienda un percentil del 5%. Por lo tanto, el mobiliario que actualmente usan los niños no es el correcto para ellos ya que les puede ocasionar problemas musculoesqueléticos, fatiga e incomodidad por lo que se debería replantear un nuevo diseño de las dimensiones con los percentiles recomendados.
- El haber trabajado con una población objetivo compuesta por niños fue difícil ya que se necesitaron una gran cantidad de documentos y trámites para poder hacer las mediciones antropométricas. Adicionalmente no se contaba con estudios similares hechos con la población objetivo, por lo que fue un reto ir modelando la manera correcta de elaborar la tabla antropométrica final.
- Para un posterior estudio se debería profundizar en el origen de la diferencia de las medidas antropométricas entre la subpoblación de niños de Centros Públicos y Centros Privados.
- Se recomienda estudiar la posibilidad de elaborar una tabla antropométrica mixta considerando como subpoblaciones los diferentes grupos de edades, haciendo primeramente un análisis estadístico de los datos y analizando las diferencias entre cada subgrupo.
- Se sugiere elaborar una guía de diseño que sea fácilmente entendible para las instituciones educativas y las entidades reguladoras, ya que en esto facilitaría la correcta utilización de las tablas antropométrica obtenidas en el estudio.

## 9. Referencias

Ministerio de Educación. (2013) Zonas, distritos y Circuitos Educativos. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/zonas-distritos-y-circuitos/>

M. Sánchez, & T. Velasco (2015) Remodelación Centro de Educación Preescolar San Juan Bautista. Universidad San Francisco de Quito. Colegio de Arquitectura y Diseño. Interior <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/4172/1/113857.pdf>

UNESCO. (2001). Guía de Recomendaciones para el Desarrollo de Mobiliario Escolar.

ICONTEC (2011) Norma Técnica Colombiana NTC 4641.

INIFECH. (2012). Ficha técnica de Mobiliario educación básica: Mobiliario Preescolar. <http://www.inifech.gob.mx/certificacion/normatividadespacioseducativos/fichastecnicasmobiliarioeducacionbasica.pdf>

INEN. (2011). NTE INEN 2583:2011. Muebles escolares. Pupitre con silla para alumnos. Requisitos e inspección.

Rojas, J., Almagià, A. y Ilardi, J. (2013). Estudio antropométrico en párvulos atendidos por el sistema educativo público chileno para el diseño de mobiliario. *Int. J. Morphol.* Vol. 31 (1). p. 189-196.

Ávila, R., Prado, L., y González, E. (2007) Mediciones antropométricas: Población latinoamericana. Guadalajara, México: Universidad de Guadalajara.

Ministerio de Educación (2014). 138.145 niños y niñas iniciarán actividades en Educación Inicial el próximo 5 de octubre. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/138-145-ninos-y-ninas-iniciaran-actividades-en-educacion-inicial-el-proximo-5-de-octubre/>

- Ministerio de Educación. (2015). Guía metodológica para la implementación del currículo de educación inicial.
- Mondelo, P. R., Gregori, T. E., & Blasco, B. J. (2013). Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Márquez, M & Molina, I. (2007). Diseño de una estación de trabajo ergonómica para la actividad escolar de aula. SEMAC.
- Pheasant, S. (2003). Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. Londres, Reino Unido: Taylor & Francis
- Ministerio de Educación. (2013) AMIE: registros administrativos. Recuperado de <https://educacion.gob.ec/amie/>
- Ministerio de Educación. (2015). Registros administrativos 2014-1015.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2010). Applied statistics and probability for engineers. John Wiley & Sons.
- Castro, I. T (2008) Muestreo: Muestreo estratificado. Departamento de matemáticas, escuela Politécnica, Universidad Extremadura, España. Recuperado de [http://matematicas.unex.es/~inmatorres/teaching/muestreo/assets/cap\\_4.pdf](http://matematicas.unex.es/~inmatorres/teaching/muestreo/assets/cap_4.pdf).
- Chaurand, R. Á., León, L. R. P., & Muñoz, E. L. G. (2001). Dimensiones antropométricas de población latinoamericana. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, División de Tecnología y Procesos, Departamento de Producción y Desarrollo, Centro de Investigaciones en Ergonomía.
- NHANES. (2009). Anthropometry Procedures Manual. Atlanta, EEUU: CDC. Recuperado de [http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes\\_09\\_10/bodymeasures\\_09.pdf](http://www.cdc.gov/nchs/data/nhanes/nhanes_09_10/bodymeasures_09.pdf)
- Neikon ( 2016) Manual de usuario calibrador digital de 300 mm.
- Machine -Dro ( 2016) Manual de usuario calibrador digital de 1000 mm.
- Llamosa(2007). Estudio de repetibilidad y reproducibilidad utilizando el método de promedios y rangos para el aseguramiento de la calidad de los resultados de calibración de acuerdo con la norma técnica ntciso/iec 17025. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Centro de Ingeniería de la Calidad de Colombia. (2010). Estudio de Repetibilidad y Reproducibilidad R&R. Cali-Colombia.
- Rojas, M. (2000). Aspectos Prácticos de la Antropometría en Pediatría. *Pediatrica*. Vol. 3(1). 22-26
- Ministerio de Salud Pública. (2011). Protocolo de Atención: para la evaluación de crecimiento de niños y niñas menores de cinco años y de cinco a nueve años. Recuperado de [http://www.opsecu.org/manuales\\_nutricion/CRECIMIENTO%20DEL%20NI%C3%91O%20Y%20NI%C3%91A/ART.%20PROTOCOLO%20EN%20CRECIMIENTO.pdf](http://www.opsecu.org/manuales_nutricion/CRECIMIENTO%20DEL%20NI%C3%91O%20Y%20NI%C3%91A/ART.%20PROTOCOLO%20EN%20CRECIMIENTO.pdf)
- Valero, E. (2010) Antropometría. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid-España. Recuperado de <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseño%20de%20puesto/DTEAntropometriaDP.pdf>
- Fernández, J. y Marley, R. (2007). Applied Occupational Ergonomics, 2a. Ed.
- Kroemer, K. H., Kroemer, H. B., & Kroemer-Elbert, K. E. (2001). Ergonomics: how to design for ease and efficiency. Pearson College Division.
- Razali, N. M., y Wah, Y. B. (2011). Power comparisons of shapiro-wilk, kolmogorov-smirnov, lilliefors and anderson-darling tests. *Journal of statistical modeling and analytics*, 2(1), 21-33.

Subsecretaría de Educación. (2016). Ficha Técnica n°1. Ficha técnica n°2.

Ruxton, G. (2006). The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the MannWhitney U test. *Behav. Ecol.* 17, 688–690.

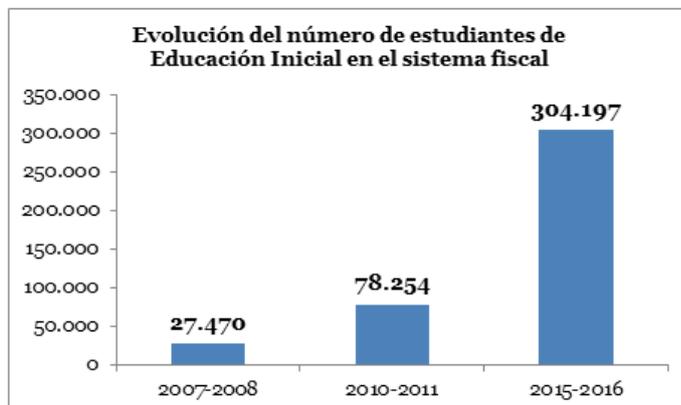
Córdova, X. (1994). Conceptual errors in anthropometric percentile values for mixed populations. *Advances in Industrial Ergonomics and Safety VI.* Taylor & Francis

Kroemer, K. (1983) *Engineering Anthropometry.* In the *Physical Environment at Work.* eds. D.J Osborne and M.M. Grunenberg, pp. 39-68. London: Wiley  
 Nooraizedfiza, Z., Zakaria, S., & Mokhtar, M. S. (2009). Anthropometry data for 4th year UniMAP student.

El Telégrafo. (2011). INEC: 49.3% de la población de los principales ciudades son clase media-baja. Recuperado de <http://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/8/inec-493-de-la-poblacion-de-los-principales-ciudades-son-clase-media-baja>

## 10. Anexos

### Anexo 1: Evolución de estudiantes de Educación Inicial en el sistema fiscal



Nota: Tomado de Ministerio de Educación, 2014

### Anexo 2: Objetivos específicos

Objetivos	Metas	Actividades
Realizar una revisión de literatura de análisis antropométrico para mobiliario de niños y niñas que se encuentre en periodo de educación inicial para conocer el estado actual.	Analizar el estado actual en el Ecuador en cuanto a análisis antropométrico para mobiliario pre-escolar.	Revisar fuentes de información fidedignas.
	Analizar el estado actual en Latinoamérica en cuanto a análisis antropométrico para mobiliario pre-escolar.	Extraer la información más relevante para el estudio.
Identificar el tamaño de muestra de la población de niños de 2 a 5 años del Distrito Metropolitano de Quito y el tipo de muestreo a realizar para la posterior toma de las medidas antropométricas.	Obtener el tamaño de muestra representativo de la población estudiada.	Obtener información de la densidad poblacional de niños y niñas 2 a 5 años a través INEC y del Ministerio de educación.
		Calcular el tamaño de muestra representativo de la población de niños y niñas de 2 a 5 años mediante

		una fórmula estadística que corresponda al método de muestreo.
	Seleccionar el método de muestreo que se ajuste de la mejor forma al estudio a realizar.	Evaluar las alternativas de métodos de muestreo y seleccionar el mejor para el beneficio del estudio realizado
Determinar las medidas antropométricas relevantes para el estudio y la metodología a utilizar para el levantamiento de información adecuado para este grupo poblacional.	Identificar las medidas antropométricas adecuadas para el estudio	Analizar estudios similares en otros países para poblaciones similares.
	Identificar la metodología de medición adecuada para niños y niñas de periodo de Educación Inicial.	Analizar técnicas de medición para niños y niñas de edades similares a las de la población objetivo.
Tomar las medidas antropométricas establecidas para el estudio a la muestra poblacional, mediante la metodología definida.	Tomar las medidas.	Obtener los permisos necesarios para realizar las mediciones a los niños y niñas.
		Acudir a los Centro de Educación Inicial seleccionados según la metodología de muestreo.
		Realizar las mediciones.
Elaborar un análisis estadístico comparativo entre la misma población ecuatoriana para determinar si se debe realizar una tabla antropométrica mixta o combinada, y realizar un análisis del calce del mobiliario actual.	Determinar si se debe elaborar una tabla antropométrica mixta o combinada	Realizar pruebas estadísticas para comparar las poblaciones: niños y niñas; niños de centros públicos y privados
	Analizar si existe calce de las medidas del mobiliario utilizado actualmente en Ecuador con las mediciones obtenidas en este estudio.	Ver el calce de las medidas actuales del mobiliario con la tabla antropométrica obtenida.
Elaborar la tabla antropométrica mixta o combinada en base a las mediciones obtenidas de la muestra representativa de la población de niños de 2 a 5 años del Distrito Metropolitano de Quito.	Crear la tabla antropométrica con las medidas obtenidas.	Realizar el análisis estadístico para probar independencia y normalidad de cada una de las medidas para las poblaciones.
		Obtener los percentiles adecuados para cada medición.
		Elaborar la tabla antropométrica con las mediciones obtenidas.

Nota: Elaboración propia

### Anexo 3: Distritos educativos del cantón Quito.



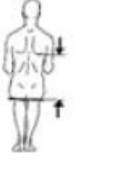
Nota: Tomado de Ministerio de Educación, 2015.

### Anexo 4: Ficha antropométrica

Ficha Antropométrica			
Fecha:			
Hora:			
Ficha No.:	Distrito No.:		
Centro de Educación inicial:			
Género: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M	Edad:	Peso (kg):	
Código	Medición	Medida (mm)	
E1	Estatura		
E2	Estatura Sentado		
A1	Altura codo-asiento		
A2	Altura Muslo-asiento		
A3	Altura escápula-asiento		
A4	Altura Poplítea		
D1	Distancia glúteo-poplítea		
D2	Distancia glúteo-rotular		
P1	Profundidad tronco-abdominal		
A5	Ancho caderas		
A5	Ancho entre codos		

Nota: Elaboración propia

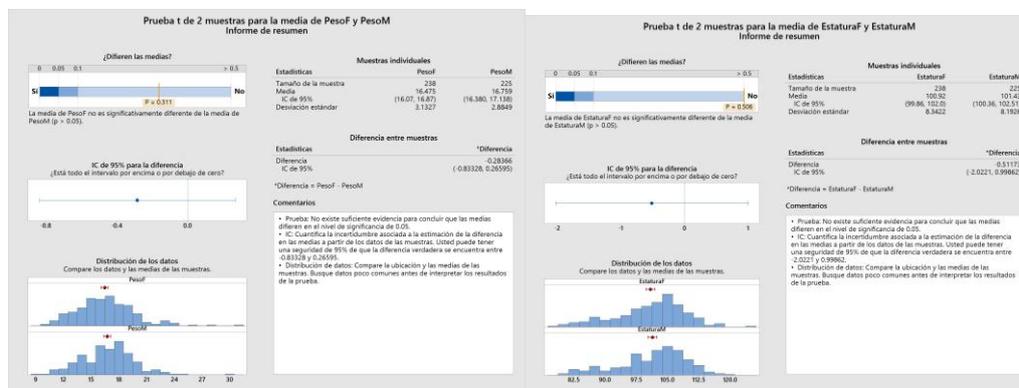
**Anexo 5: Mediciones antropométricas seleccionadas**

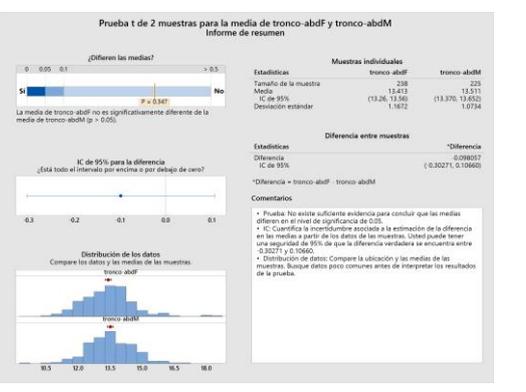
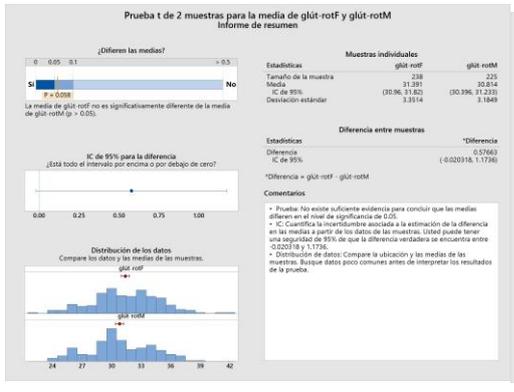
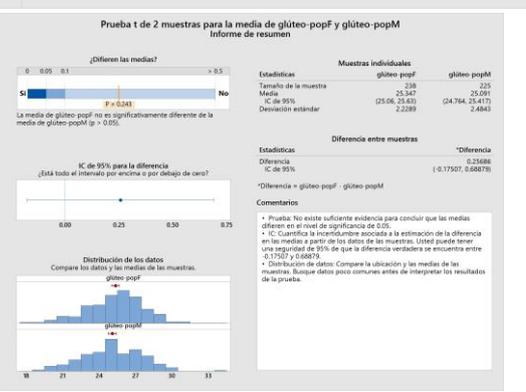
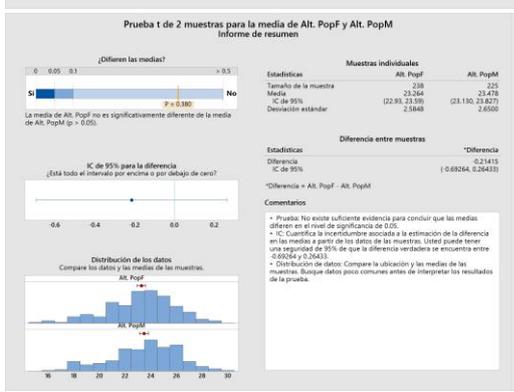
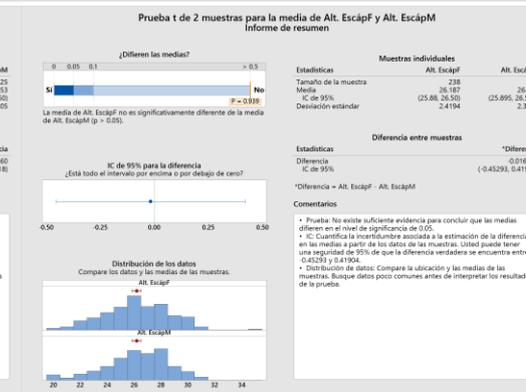
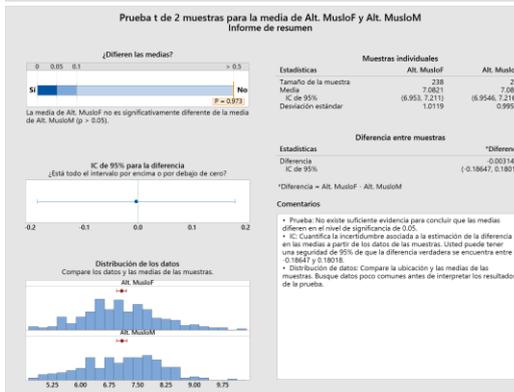
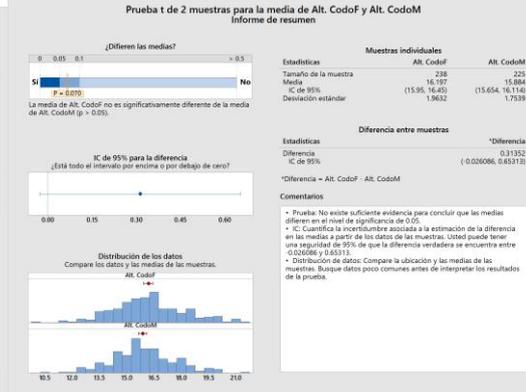
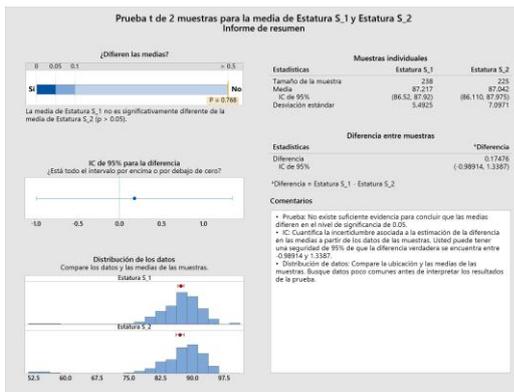
Mediciones antropométricas	Descripción	Esquema	Importancia
Estatura	Altura máxima desde la cabeza hasta el plano horizontal de la base del suelo con la persona en posición de atención antropométrica (PAA) y con la cabeza ubicada en el plano Frankfort.		Define el espacio vertical requerido en el espacio de trabajo de pie, así como la altura mínima aceptable para evitar obstrucciones aéreas como accesorios de iluminación.
Estatura Sentado	Altura máxima desde la cabeza hasta el plano del asiento con la persona en PAA modificada y con la cabeza ubicada en el plano Frankfort.		Altura mínima aceptable entre los obstáculos del asiento y las obstrucciones aéreas.
Altura codo-asiento	Distancia vertical desde el plano del asiento hasta la depresión del codo con la persona en PAA modificada y el antebrazo en un ángulo de aproximadamente 90°.		Medida referencia para la altura adecuada de la mesa con respecto al asiento.
Altura muslo-asiento	Distancia vertical desde el punto más alto del muslo hasta el plano horizontal del asiento con la persona en PAA modificada.		Determina la distancia necesaria entre el asiento y la parte inferior de la mesa u otros obstáculos.
Altura escápula-asiento	Distancia vertical desde el ángulo inferior de la escápula hasta el plano horizontal del asiento con la persona en PAA modificada.		Determina la altura del respaldo cuya función es ayudar a repartir el peso del cuerpo.
Altura poplíteo	Distancia vertical desde el plano horizontal del suelo hasta la depresión poplíteo con la persona en PAA modificada no ejerciendo presión en el borde inferior del muslo.		Proporciona la altura máxima aceptable de un asiento para que los pies descansen.
Distancia glúteo-poplíteo	Distancia horizontal desde la depresión poplíteo de la pierna hasta el punto en el plano vertical ubicado en la región de glúteos con la persona en PAA modificada.		Define la profundidad máxima aceptable del asiento desde su parte delantera hasta el respaldo.

Distancia glúteo-rotular	Distancia horizontal desde el vértice de la rótula hasta el punto en el plano vertical ubicado en la región de glúteos con la persona en PAA modificada.		Define la distancia adecuada que separa el respaldo de los obstáculos delante de las rodillas.
Profundidad tronco-abdominal	Distancia horizontal desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más anterior del abdomen con la persona en PAA modificada y relajada.		Determina la distancia que separa el respaldar de los obstáculos delante del abdomen.
Ancho caderas	Distancia horizontal entre los muslos en el punto en que las caderas tiene mayor diámetro con la persona en PAA modificada.		Proporciona tolerancias en la anchura interior de un asiento.
Ancho entre codos	Distancia horizontal entre los puntos más laterales de los codos con la persona en PAA modificada con los brazos colgando libremente y los antebrazos doblados sobre los muslos.		Ayuda a definir el ancho de la mesa a diseñar.

Nota: Elaboración propia

## Anexo 6: Resultados de las Pruebas de Welch de la primera hipótesis

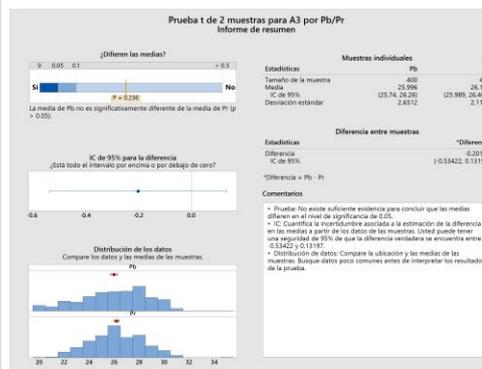
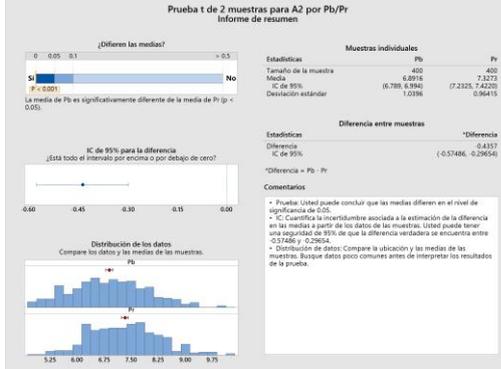
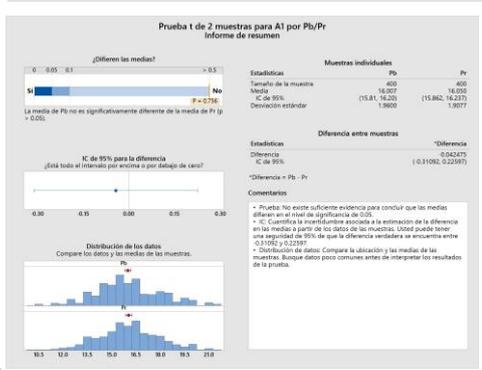
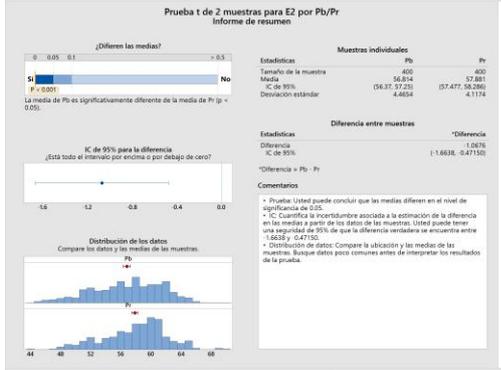
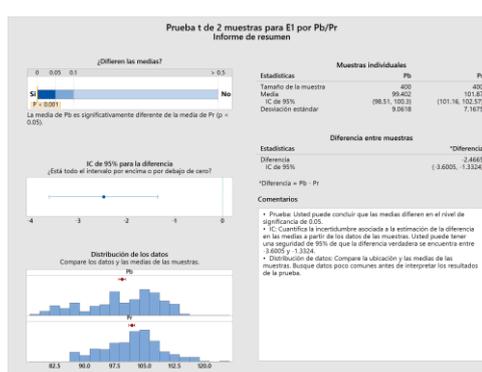
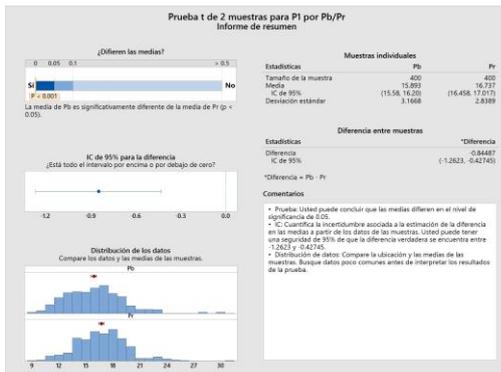


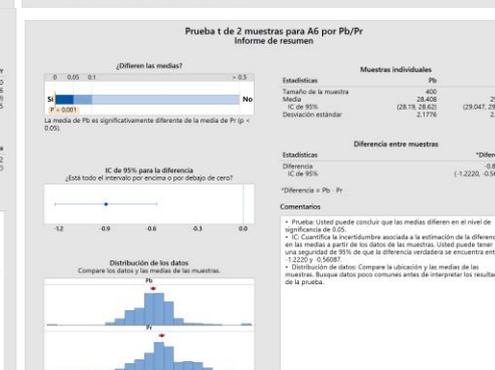
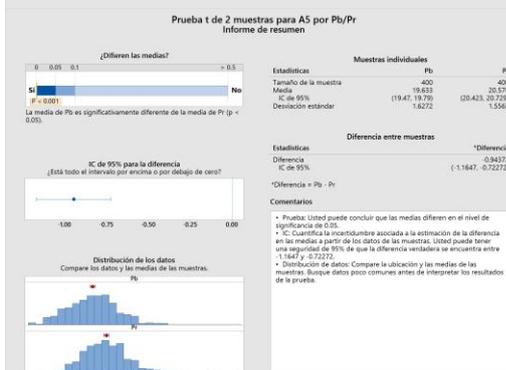
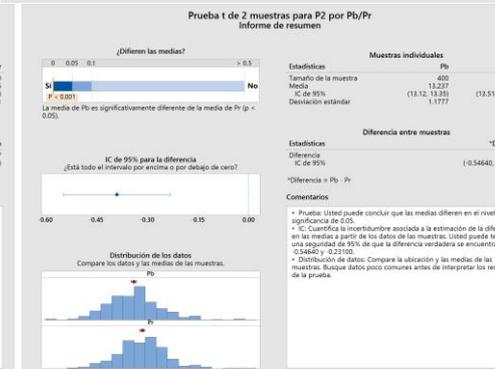
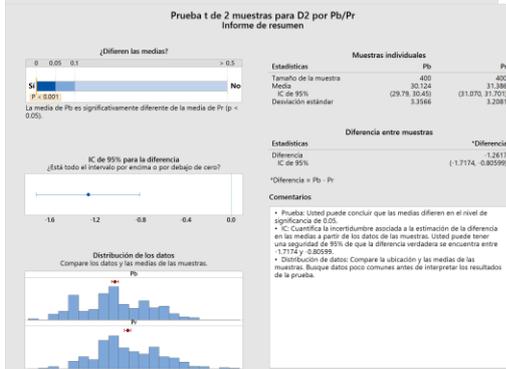
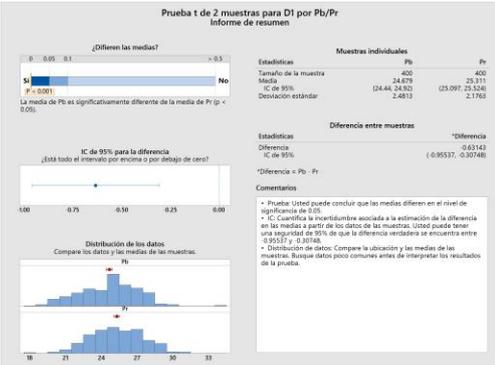
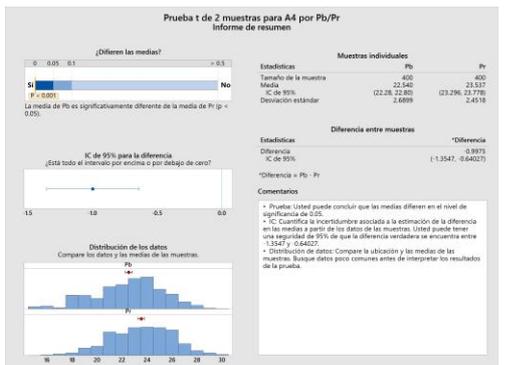




Nota: Elaboración propia

## Anexo 7: Resultados de las Pruebas de Welch de la segunda hipótesis.





Nota: Elaboración propia